

Realizace projektu DMAIC ve společnosti Hella, s. r. o.

Bc. Dalibor Toncer

Diplomová práce
2017

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Dalibor Toncer**
Osobní číslo: **M15360**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Realizace projektu DMAIC ve společnosti Hella s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- V dané oblasti zpracujte literární rešerši projektu s ohledem na praktickou část diplomové práce.

II. Praktická část

- Na základě vybraných kritérií provedte analýzu montážních pracovišť.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a vyberte montážní linku pro realizaci projektu DMAIC.
- Realizujte projekt na základě metodologie DMAIC.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

GEORGE, Michael L. *Lean Six Sigma: combining Six Sigma quality with lean speed*. New York: McGraw-Hill, 2002, 322s ISBN 0071385215.

PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: Computer Press, 2001, 244s ISBN 80-7226-543-1.

PYZDEK, Thomas. *The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*. United States of America: McGraw Hill, 2011, 831 s. ISBN 0-07-141015-5.

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 232 s. Expert. ISBN 978-80-247-3938-0.

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

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. David Tuček, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **18. dubna 2017**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Felicitas 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 s příjmem – licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 11.4. 2017

Jméno a příjmení: DALIBOR TONČEK


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá nejkritičtějšími částmi ve výrobě společnosti Hella CZ, které jsou stanoveny pomocí metodologie DMAIC. V teoretické části jsou popsána východiska, která jsou poté aplikována v praxi. Praktická část je zaměřena na definici problému, měření, analýzu, zlepšování a řízení. Výstupem projektu bude návod pro postupnou implementaci v praxi. Celý projekt bude aplikován na konkrétní montážní linku.

Klíčová slova: DMAIC, mapování hodnotového toku, Lean six sigma, plýtvání.

ABSTRACT

Thesis describes the most critical production stages of the company Hella CZ defined according to DMAIC methodology. Theoretical part describes real solutions used on the daily bases. Practical part is focused on problem definition, measurement, analyses, suggested improvement and control. Project output is the methodology aimed for the practical implementation . The whole project is applied on the particular production line.

Keywords: DMAIC, Value Stream mapping, Lean six sigma, Wasting.

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval Ing. Martinu Planičkovi za jeho cenné rady, připomínky čas a spolupráci při zpracování diplomové práce. Taktéž děkuji společnosti Hella, s.r.o. za poskytnuté data a prostor při řešení projektu.

„Podnik, který nepřináší nic jiného než peníze, je ubohý podnik.“

Henry Ford

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY DIPLOMOVÉ PRÁCE	12
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	14
1.1 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ A SIX SIGMY	14
1.2 KLASICKÝ A MODERNÍ PŘÍSTUP PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	15
1.2.1 Klasický přístup	15
1.2.2 Moderní přístup průmyslového inženýrství	16
1.3 7 + 1 DRUHŮ PLÝTVÁNÍ	17
1.3.1 Plýtvání vlivem nadprodukce.....	18
1.3.2 Plýtvání způsobené výrobou zmetků	18
1.3.3 Nadbytečné zásoby materiálu	18
1.3.4 Zbytečné pohyby na pracovišti	18
1.3.5 Nevyužitý potenciál zaměstnanců.....	18
1.3.6 Plýtvání způsobené čekáním	18
1.3.7 Plýtvání v dopravě.....	19
1.3.8 Plýtvání způsobené špatným zpracováním	19
2 DMAIC	20
2.1 FÁZE DEFINOVAT.....	20
2.1.1 Prioritizační matice	21
2.1.2 Participation matrix	22
2.1.3 SIPOC	23
2.1.4 Ganttův diagram.....	23
2.2 FÁZE MĚŘIT	23
2.2.1 MTM	24
2.2.2 OEE	25
2.2.3 Metody měření práce.....	27
2.3 FÁZE ANALYZOVAT	28
2.3.1 Korelační diagram.....	28
2.3.2 Paretova analýza.....	29
2.3.3 Ishikawa diagram	30
2.3.4 Regulační diagram	31
2.3.5 Histogram	32
2.3.6 Průběhový diagram	32
2.3.7 Další diagramy pro určení analýzy	33
2.4 FÁZE ZLEPŠIT	33
2.5 FÁZE ŘÍDIT	34
2.5.1 TWI školení.....	34
3 DALŠÍ VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	36
3.1 VSM	36
3.1.1 Mapa budoucího stavu toku materiálu.	38
3.2 SPAGHETTI DIAGRAM	38
4 SIX SIGMA	39

II PRAKTICKÁ ČÁST	41
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	42
5.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	42
5.2 HISTORIE SPOLEČNOST V ČR.....	42
5.3 RIPRAN ANALÝZA.....	43
5.4 LOGICKÝ RÁMEC	44
5.5 OPTIMALIZACE SOUČASNÉHO STAVU POMOCÍ METODIKY DMAIC.....	45
6 FÁZE DEFINOVAT	46
6.1.1 Prioritizační matice	46
6.1.2 Audi A6.....	48
6.1.3 Layout montážního pracoviště	49
6.2 DEFINICE PROBLÉMU	52
6.3 CÍLE PROJEKTU	52
6.4 PROJEKTOVÝ TÝM	52
6.5 HARMONOGRAM PROJEKTU.....	53
6.6 PROJEKTOVÝ LIST.....	53
7 FÁZE MĚŘIT	55
7.1 VSM	55
7.1.1 Nákup	55
7.1.2 Předvýroba	55
7.1.3 Pokovení.....	57
7.1.4 Předmontáž.....	57
7.1.5 Montáž.....	59
7.1.6 Výsledky VSM analýzy	60
7.2 STANOVENÍ NORMY DÍLU	60
7.3 VÝPOČET OEE	61
7.3.1 Dostupnost.....	62
7.3.2 Výkon.....	63
7.3.3 Kvalita	64
7.3.4 Výpočet OEE	65
8 FÁZE ANALYZOVAT	66
8.1 ANALÝZA PROSTOJŮ.....	66
8.2 CHYBĚJÍCÍ MATERIÁL NA SKLADĚ	67
8.2.1 Snímek pracovního dne TL.....	68
8.2.2 Pracovní program manipulantů	69
8.2.3 Analýza problému s externí logistikou	70
8.2.4 Vyhodnocení největší problémů s návrhem řešení	71
8.3 PROSTOJ KATEGORIE AUTOSTOP	72
8.3.1 Vliv autostopu na počet lidí na lince.....	73
8.3.2 Nedostatečně vybalancovaná linka	73
8.3.3 Nedostatečný počet lidí na lince	74
8.4 VÝVOJ OEE	76
8.5 VLIV JEDNOTLIVÝCH FAKTORŮ NA SOBĚ ZÁVISLÝCH	76
8.5.1 Vliv OEE na počet kusů výrobků.....	76

8.5.2	Vlivy na počet kusů výrobků	78
9	FÁZE ZLEPŠOVAT	79
9.1	VSD	79
9.1.1	Použití rollů	79
9.2	SPAGHETTI DIAGRAM	80
9.3	KONTROLA PRÁCE LOGISTIKY	81
9.4	STANDARD PRO PRÁCI MANIPULANTŮ	82
9.5	NOVÁ NÁPLŇ PRÁCE TEAM LEADERA	83
9.6	HARMONOGRAM IMPLEMENTACE	86
9.7	NOVÝ VÝPOČET OEE	86
10	FÁZE ŘÍDIT	88
10.1	KONTROLNÍ MECHANISMUS PRO OBJEDNÁVÁNÍ MATERIÁLU	88
10.2	KONTROLA EXTERNÍ LOGISTIKY	88
11	REALIZACE PROJEKTU	90
11.1	KONTROLA PLNĚNÍ CÍLŮ	90
11.1.1	Zvýšení OEE	90
11.1.2	Zvýšení VA indexu	90
11.1.3	Zvýšení dostupnosti linky	90
11.1.4	Standardizace práce manipulanta	91
11.1.5	Poznání procesu a největších problémů ve výrobě	91
11.1.6	Jiné splněné cíle	91
11.2	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ PROJEKTU	91
11.2.1	Doba splácení	92
11.2.2	Čistá současná hodnota	92
11.2.3	Index výnosnosti	93
12	PODNIK SVĚTOVÉHO FORMÁTU	94
	ZÁVĚR	95
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	97
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	99
	SEZNAM OBRÁZKŮ	100
	SEZNAM TABULEK	102
	SEZNAM PŘÍLOH	103

ÚVOD

Při zpracování diplomové práce jsem si zvolil téma aplikace projektu DMAIC ve společnosti Hella, s. r. o., kde v současné době také působím. Vlivem neustálé se zvyšující konkurenceschopnosti a technologického pokroku je podnik nucený snižovat své celkové náklady. Neustálý tlak zákazníků na inovaci, kvalitu výrobku nebo rychlost dodávky nutí podniky stále lépe uspokojovat jejich poptávku. Díky těmto trendům se stávají metody štíhlé výroby neodmyslitelnou součástí moderního podniku. Přesně z těchto důvodů jsem si zvolil právě téma a oblast mého studia.

Nejprve Vám přiblížím historii průmyslového inženýrství, díky které se přesvědčíme, že její počátky začaly už díky Henry Fordovi na začátku 20. století a mezi pokračovatele patří také Tomáš Baťa. V další části definuji tento velmi rozmanitý obor a zaměřím se na klasický a moderní přístup. Hned poté představím 7 + 1 druhů plýtvání, kdy při důkladné identifikaci v podniku můžeme předejít obrovskému množství ztrát. Následně se začnu teoreticky zabývat DMAIC. Nejprve se pustím do definice projektu, kde teoreticky představím největší úskalí.

Poté ukážu způsoby měření největších problémů pracoviště a také, jakým způsobem je analyzovat. Po analýze pak zpravidla následuje celkové zlepšení a mimo to se v poslední části podíváme na řídicí mechanismy projektu. Hned poté se zaměřím na VSM analýzu, která je pro DMAIC. Mezi další nezbytné metody patří tzv. Spaghetti diagram, který v teoretické části nebude chybět.

Začátek mé praktické části bude pojatý trochu netradiční cestou. Zatímco většina lidí již pro svou práci má přesně stanovené téma, tak já se nejprve pokusím výrobní společnost pečlivě poznat a pomocí matice priorit definovat a vysvětlit výběr konkrétního projektu. Tento projekt pečlivě představím včetně mapy hodnotového toku. Po této části bude následovat měření vybraných druhů plýtvání zejména podle snímku pracovního dne, chronometráže a MTM měření, které se v Helle velmi hojně využívá. Analýza bude podložena grafickým zpracováním a zaměřím se na klíčové vazby. Následovat bude zlepšovací část, která začne novou mapou hodnotového toku. Řídicí mechanismy pak vytvořím podle výsledku ve zlepšovací fázi.

Tato práce je také mým pokusem se zorientovat v oblasti praktického pracovního života a pokusím se společnost poznat, tak jako bych byl zaměstnanec na plný úvazek. Jestli se mně

to podaří, se můžete dočíst na následujících stranách. Z důvodu konkurence budou některé hodnoty přepočítány koeficientem, a tak nebudou úplně prokazatelné s realitou.

CÍLE A METODY DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hlavním cílem práce je celkové poznání společnosti Hella a definování těch největších problémů. Tohoto cíle dosáhnu pomocí metodologie DMAIC.

V definující části použiji nejprve matici priorit, kde stanovím hodnoty pomocí pečlivé analýzy vybraných metrik a brainstormingu s konzultanty projektu. Dále stanovím pomocí projektového listu veškeré cíle projektu. V měřicí části se nejprve zaměřím na mapování hodnotového toku, který vypracuji díky rozhovoru s participujícími zástupci oddělení. Potom analyzuji vybraná data ze systému data warehouse. Ke stanovení normy dílu použiju chronometráž pomocí přímého pozorování zaměstnance a také stopek. Měření a analýza OEE je stanovena podle dat ve výrobě.

Analýzu zahájím přímým pozorováním team leadera a zapisování veškerých činností. V této části naleznete i různé grafické zobrazení, do kterých patří spojnicové, sloupcové a výsečové grafy. Vše bude podpořeno tabulkami. K prokazatelnější analýze poslouží korelační diagram a k analýze příčin tzv. Ishikawa diagram. Ke kořenové příčině poslouží také diagram 5 krát proč. Ve zlepšovací fázi bude následovat Spaghetti diagram pomocí zobrazení toku materiálu. To vše podpoří mapa budoucího toku hodnot. Standardizace školení manipulantů bude vypracováno díky rozhovorům s nejzkušenějšími pracovníky. U zlepšovací fáze si také pomůžu srovnáním hodnot v měřicí a analytické části. Kontrolní mechanismy stanovím pomocí grafů a kontrolních tabulek.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Výraz průmyslové inženýrství je překladem anglického termínu „industrial engineering“, který se začal využívat v USA. Současná definice průmyslového inženýrství říká, že „*je to interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy*“ (Mašín a Vytlačil, 2003, s. 79).

Průmyslové inženýrství je vlastně obor, který se zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování pracovišť. Mezi jeho obrovskou výhodou patří, že se neustále vyvíjí a navíc pružněji reaguje na změny (Mašín a Vytlačil, s. 80).

1.1 Historie průmyslového inženýrství a six sigmy

Mezi průkopníky tohoto nového oboru můžeme nalézt v poměrně dávných dobách moderního managementu. Kolem roku 1910 začal prosazovat Henry Ford průlomové teorie masové výroby Fredericka Taylora, Franka Gilbertha a dalších. Podobně jako jiní průmyslníci chtěl Ford vyrobit, co nejvíce výrobků v co nejkratším čase. V jeho případě nelze opomenout přístup k procesnímu řízení, kdy seřadil úkony výroby do jedné linky, kde se automobily montovaly podle sledu operací. Nevýhodou Fordově výroby bylo, že v rámci eliminace plýtvání, zákazníkům vyráběl automobily pouze černé barvy (Svozilová, 2011, s. 23).

Jedním z jeho pokračovatelů byl Taiichi Ohno ve firmě Toyota. Japonsko se nacházelo po 2. sv. válce na hranice úpadku a společnost si nemohla dovolit rozsáhlé investice do výroby. V rámci inspirace závodu Indy 500 v Indianapollis představil techniku rychlé přestavby, kdy veškeré operace zjednodušil a seřadil do jednoho logického sledu. Mimo to např. začal objednávat jednotlivý materiál pouze v malém množství, to co bylo zrovna žádáno. Tímto krokem ušetřil podniku obrovské peníze (Svozilová, 2011, s. 23).

Mezi další myslitele v oblasti průmyslového inženýrství patří James Womack, který stanovil termín Lean manufacturing (štíhlá výroba) a stanovil klíčové termíny, ke kterým patří: hodnota, hodnotový řetězec, tok, poptávka a úsilí o dosažení dokonalosti. Womack spojil jednotlivé procesy do uceleného systému. Tento systém zahrnoval nejenom vlastní procesy, ale předkládal rozšíření do celé organizace. Za dobu své existence průmyslový svět

pochoopil výzvu a přijal ji jako jeden z nástrojů zlepšování podnikových procesů, který se rozšířil i do služeb, bankovníctví a zdravotnictví (Mann, 2015, s. 24 – 25).

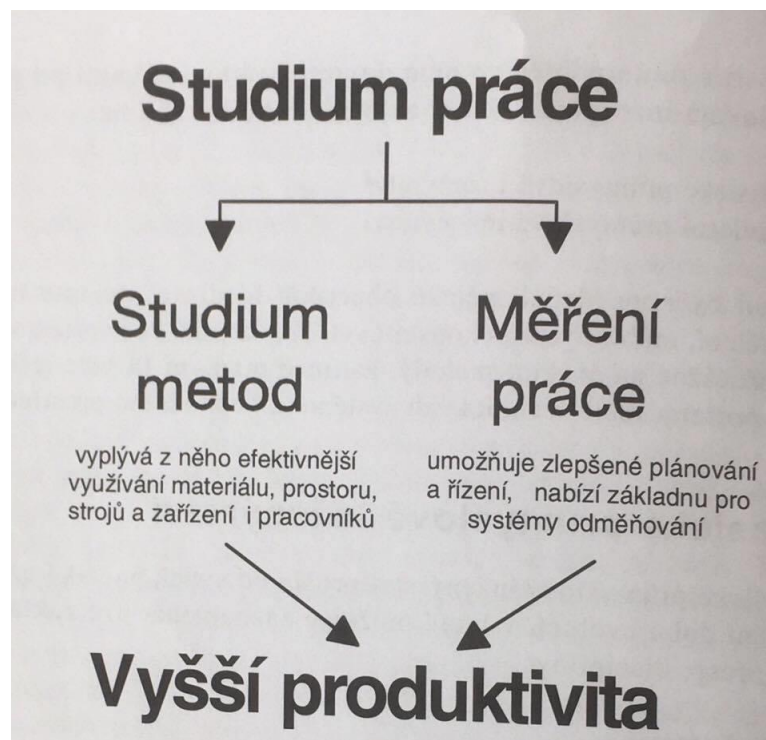
Na rozdíl od Lean je historie six sigmy mnohem kratší. Když přijali japonští vlastní v 70. letech 20. století provoz společnosti Motorola, tak okamžitě přijali drastické změny. Chtěli se stejnou technologií, dělníky, výrobními vzory vyrábět výrobky s vyšší kvalitou a to při nižších nákladech. Cestu hledali až do 80. let, kdy vytvořili koncept six sigma (Pyzdek a Keller, 2013, s. 32). Sigma v názvu metodologie popisuje vyspělost výrobního procesu. Mezi jeho obrovské výhody patří odstraňování plýtvání tím, že podnik vyrábí produkty lépe, rychleji a levněji (Svozilová, 2011, s. 24).

1.2 Klasický a moderní přístup průmyslového inženýrství

Autoři dělí průmyslové inženýrství na klasický a moderní přístup.

1.2.1 Klasický přístup

Klasický přístup se dělí dále na studium práce a operační výzkum. Studium práce podle Mašina a Vytlačila (2003, s. 89) cílí na optimální využití lidských a materiálových zdrojů dostupných v daném podniku. K tomuto patří tzv. studium práce, které je zaměřeno na studium metod a měření práce.



Obrázek 1 *Studium práce* (Mašín a Vytlačil, 2003, s. 90)

Toto rozdělení má pouze informativní charakter, protože průmysloví inženýři využívají obě techniky současně a bez sebe by nemohly fungovat. Záznamové prostředky, charakteristické pro studii metod jsou zejména: pohybové studie, procesní analýzy, dotazníky, kontrolní listy nebo videozáznamy a fotografie. Výstupem měření práce jsou normy spotřeby času, které dělník vynaloží na splnění pracovního úkolu. Z hlediska druhů systému měření se nejvíce využívají:

- MTM – měření času, které rozkládá manuální práci do 10-ti základních pohybů,
- UMS – univerzální normy pro údržbu,
- USD – standardní data pro práci s delšími cykly,
- UAS – rozborový systém odvozený od MTM, který je vhodný spíše pro sériovou výrobu,
- MOST – popisuje lidskou práci univerzálními sekvenčními aktivitami. (Mašín a Vytlačil, 2013, s. 89 – 91).

U operačního výzkumu se klade důraz na modelování úloh a techniky jejího matematického řešení. Ukazuje nejen na silnou orientaci na exaktnost a matematiku, ale i zjednodušování přístupu k řešení úlohy průmyslového inženýrství.

Mezi významné techniky a metody patří:

- síťové grafy,
- metody řešení sekvenčních úloh,
- metody matematické statistiky,
- metody hromadné obsluhy, teorie zásob a obnovy a údržby.

Pokud by však zůstalo pouze u klasického přístupu, tak by průmyslové inženýrství zůstalo pouze u jakéhosi „průmyslového controllingu“, který shromažďuje pouze experty na normování, efektivnost, sběrače dat a uživatele technik PI (Mašín a Vytlačil, 2003, s. 92 – 95).

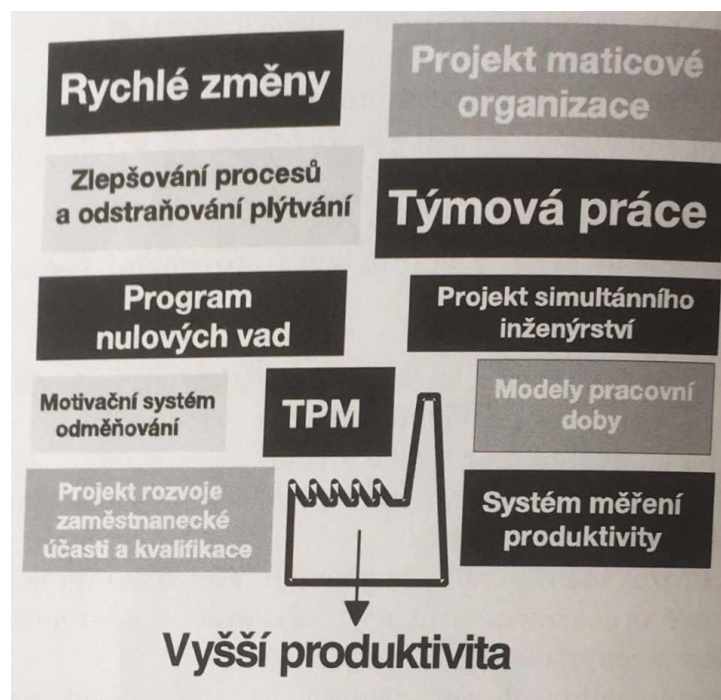
1.2.2 Moderní přístup průmyslového inženýrství

Moderní průmyslové inženýrství tvoří základ výrobních systémů a reaguje na něj stále novými přístupy. Jde spíše o komplexní programy než jasně definované techniky a metody. Mezi hlavní rysy těchto programů patří zejména nefyzické investice zaměřené na rozvoj zaměstnanců a organizační struktury. Tento obsah pochází do velké míry z japonské školy a

jejího výrobního systému Toyota. Zakládají se na socio-technickém přístupu a vytváření práce a podpory rozvoje produktivity.

Patří mezi ně:

- zvýšení kvalifikace zaměstnanců a jejich účast na řízení,
- zlepšení organizačních systémů,
- zvýšení dynamiky na zlepšování procesů a odstranění plýtvání,
- zajištění jakosti.



Obrázek 2 Vyšší produktivita (Mašín a Vytlačil, 2003, s. 98)

Na předchozím obrázku můžete vidět oblasti, na které se moderní přístupy zaměřují. Více se o této problematice zmíním ve 2. kapitole. Veškeré nástroje, které se v podniku uplatňují, jsou využívány všichni pracovníci ve firmě kvůli zlepšování stávajícího stavu podniku (Mašín a Vytlačil, 2003, s. 95 – 102).

1.3 7 + 1 druhů plýtvání

Plýtvání lze rozdělit do 8 skupin, které budou rozebrány na následujících řádcích. Při jeho odstranění je třeba se zaměřit na viditelné a skutečné zlepšování. Viditelné zlepšení (snížení manipulace materiálu, velké skladovací zásoby) ještě neznamená skutečné zlepšení. To je dosaženo teprve tehdy, když jsou známy jejich problémy a příčiny. To

vyžaduje analyzovat současný stav a neustále se při vzniku problému ptát, proč vzniká problém s manipulací a velké zásoby apod., a až poté provést zlepšení (Jurová a kol, 2016, s. 88).

1.3.1 Plýtvání vlivem nadprodukce

Tento druh plýtvání vzniká z většího množství výroby, než požaduje zákazník. Vzniká při vyšším využití výrobních kapacit nebo za účelem výroby pro tzv. „případ nouze“, jako je porucha zařízení apod. Vlivem eliminace nadprodukce se doporučuje více počítat s tzv. pojistnou zásobou.

1.3.2 Plýtvání způsobené výrobou zmetků

Oprava neshod vyžaduje čas, práci i finanční prostředky navíc. Některé výrobky mohou dokonce poškodit zařízení. Správný lean manažer se snaží dosáhnout nulové zmetkovitosti.

1.3.3 Nadbytečné zásoby materiálu

Tento druh vzniká skladováním nadměrného množství materiálu, nedokončených výrobků, náhradních dílů apod. Všechny tyto položky zbytečně zabírají místo a to vyvolává další finanční náklady jako jsou vysokozdvížné vozíky, regály, další pracovníci atd.

1.3.4 Zbytečné pohyby na pracovišti

Rozhodně ne všechny pohyby přináší produktu přidanou hodnotu. Hodnotu nepřidávají, především mnohé pohyby paží montážního dělníka u výrobní linky nebo přesun dělníka do skladu. V této oblasti je nutné se ptát, které pohyby jdou redukovat, protože přidanou hodnotu produktu je pouze samotné přimontování součástky k výrobku.

1.3.5 Nevyužitý potenciál zaměstnanců

Jeden z nejproblémovějších druhů plýtvání, který lze v mnohých případech velmi těžce identifikovat. Pro jeho eliminaci je nutné naslouchat a snažit se poznat veškeré zaměstnance.

1.3.6 Plýtvání způsobené čekáním

K tomuto plýtvání dochází, pokud nelze pokračovat ve výrobním procesu. Patří mezi ně porucha stroje, nedostatek materiálu a jiné. Odstraníme ho lepší organizací výroby.

1.3.7 Plýtvání v dopravě

Toto plýtvání se nedá nikdy úplně odstranit, jeho cílem je eliminace na nejnižší možnou úroveň.

1.3.8 Plýtvání způsobené špatným zpracováním

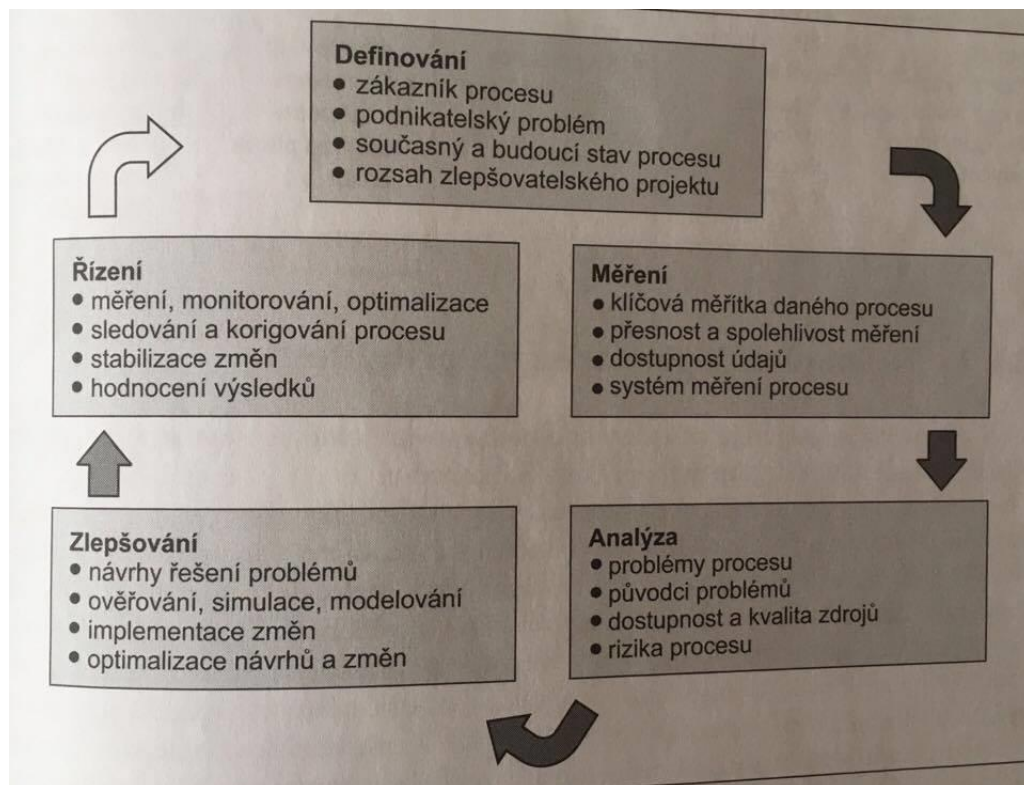
K plýtvání dochází kvůli špatně zvolenému technologickému postupu. Někdy lze plýtvání odstranit pouze zdravým rozumem, např. spojením některých pracovišť nebo přidání pásového dopravníku (Jurová a kol., 2016, s. 87 – 89).

2 DMAIC

Základním prostředkem podle Millera (2016, s. 6) ke zlepšování např. v iniciativě Six Sigma jsou projekty. DMAIC má pro zlepšování procesů strukturovanou a přísně logickou metodu.

Tento název ukrývá zkratku slov:

- define (definuj),
- measure (měř),
- analyse (analyzuj),
- improve (zlepšuj),
- control (řid').



Obrázek 3 DMAIC řetězec (Svozilová a kol., 2011, s. 89)

2.1 Fáze definovat

Definující fáze je zaměřena zejména na porozumění a kvantifikace cílů celkového projektu. V této fázi bychom měli porozumět současnému procesu, sestavit harmonogram projektu a také vymezit jednotlivé týmové role. Zlepšovateľská aktivita musí vycházet z jednoznačně definovaných cílů. Manažeři jsou zvyklí pojmenovávat cíle zlepšovateľských aktivit příliš široce. Především je to tím, že přesně nevíme, co danou nekvalitu nebo

výkonnost stojí. Stanovíme-li, např. celkové zvýšení OEE, tak hlavně z hlediska Six Sigmy toto zadání nebude dostatečně specifické. Pro projekt je nutné použít přesnější charakteristiku jakou je např. zvýšení OEE o více než 5 % v průběhu 30 dní. Hlavním účelem fáze je pevné vymezení problému, který bude řešen. Z toho je nutné problém jasně a dostatečně popsat.

Kromě plánovacích činností obsahuje také poměrně náročné definování vlastní zadání celkového zlepšování. V průběhu zadání se používá řada modelovacích činností určených k popisu současného stavu procesu a analytických činností kvůli určení možných přínosů podniku. Pro tyto aktivity je nutné zajistit potřebného sponzora. (Svozilová, 2013, s. 90 – 91).

Pro zadání projektu se využívá projektový list, který shrnuje všechny podstatné údaje mezi které patří:

- Zdůvodnění - Proč se zabývat tímto tématem?,
- Popis příležitosti – Jaké máme problémy?
- Cíle – Jaké jsou měřítka úspěchu?
- Rozsah projektu – Co je, a co není součástí projektu?
- Plán projektu – Jakým způsobem dosáhneme výsledku?
- Tým – Kdo jsou členové týmu?

Pro náš případ budeme čerpat zejména z tzv. prioritizační matice, kterou použijeme kvůli mnohotvárné výrobě. V praxi se využívá také SIPOC, mapa procesu, afinní diagram, harmonogram projektu nebo VSM, který v našem případě použijeme až v následující fázi z důvodu výpočtu neproduktivní části procesu (Miller, 2016, s. 11 – 27).

2.1.1 Prioritizační matice

Prioritizační matice není v praxi až tolik využívána. Je to z důvodu relativně pracného sběru dat a také účasti velké skupiny zaměstnanců pro lepší zpřesnění. Matice jsou sestavovány pro určení priorit (hodnoty 1 – 10) vybraného souboru dle určených metrik.

V našem případě se prioritizační matice vyplatí, protože ve společnosti Hella, s. r. o. máme 16 různých projektů a pro nás je to stále nejjednodušší způsob, jak zjistit, která linka je pro nás nejzávažnější.

Zvolíme následující metriky:

- OEE,
- plnění plánu,
- externí nekvalita,
- interní nekvalita,
- náklady na expresní přepravu,
- objem výroby.

Prioritizační matici můžeme využít kromě výběru linky v různorodé sériové výrobě, také např. u výběru nového výrobního zařízení, jak můžeme vidět na následujícím obrázku. Mezi funkce matice patří její systematičnost, u méně důležitých kritérií snižujeme váhu a je ideální pro práci s velkým počtem dat.

Výchozím bodem pro data v prioritizační matici mohou být např. data z Paretova diagramu nebo také brainstorming. Na jehož základě vybíráme ty nejlepší nápady. Data vyhodnocujeme podle zvolených kritérií písemně a každé kritérium samo za sebe. Součtem pak získáváme konečnou hodnotu (Yellow belt training, © 2016).

	Criteria					Row	
	c. High potential savings	d. High potential speed	e. High decrease of defects	f. Customer satisfaction	g. Quick Results	Total	%
Options	Weight .303 X	Weight .114 X	Weight .167 X	Weight .162 X	Weight .090 X		
a. Error Proofing	.167 = .051	.111 = .013	.074 = .012	.169 = .027	.167 = .018	0.121	14.4%
b. New Equipment A	.023 = .007	.131 = .015	.060 = .010	.041 = .007	.028 = .003	0.042	5.0%
c. New Equipment B	.162 = .049	.091 = .010	.089 = .015	.153 = .025	.096 = .009	0.108	12.9%
d. New Equipment C	.018 = .005	.223 = .025	.087 = .015	.113 = .018	.079 = .007	0.070	8.4%
e. New Equipment D	.075 = .023	.184 = .021	.173 = .029	.274 = .044	.224 = .020	0.137	16.3%
f. New Procedures	.090 = .027	.029 = .003	.214 = .036	.029 = .005	.091 = .008	0.079	9.4%
g. Barcoding	.303 = .092	.037 = .004	.101 = .017	.147 = .024	.063 = .006	0.143	17.1%
h. Cellularize Option 1	.048 = .015	.104 = .012	.093 = .016	.044 = .007	.175 = .016	0.066	7.9%
i. Cellularize Option 2	.114 = .035	.090 = .010	.109 = .018	.030 = .005	.047 = .004	0.072	8.6%
Column Total	0.304	0.113	0.168	0.162	0.091	0.838	100.0%

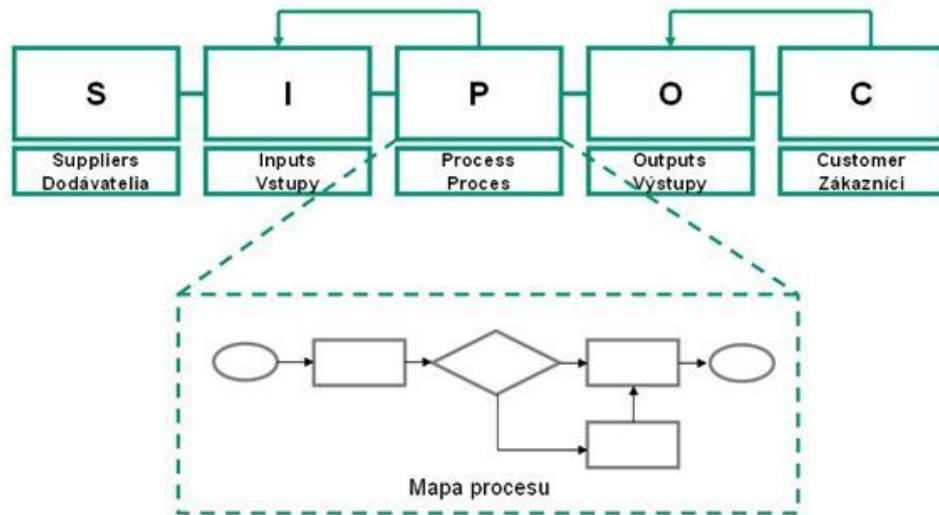
Obrázek 4 7 kroků využití prioritizační matice (Steven Bonacorsi, © 2011)

2.1.2 Participation matrix

V rámci projektu je velmi důležité si určit kromě cílů také úkoly, které nebudou součástí projektu. V našem případě je to např. návrh nové technologie a snížení času na přestavbu. Pro lepší zobrazení zvolíme tabulku, kterou jsem pracovně nazval jako „participation matrix“.

2.1.3 SIPOC

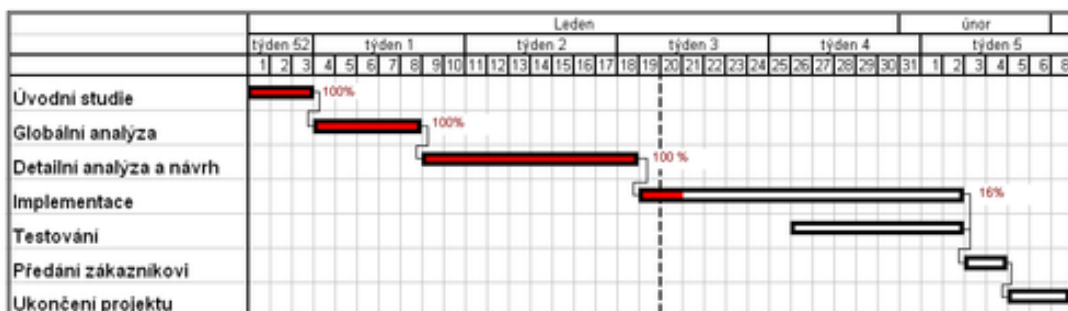
SIPOC nám pomáhá ujasnit, kde jsou hranice zlepšovateľského procesu, jaké jsou jeho základní vstupy a výstupy, kdo je jeho zákazníkem a kdo dodavatelem. Základní identifikaci SIPOC nalezneme na následujícím obrázku.



Obrázek 5 SIPOC diagram (IPA Slovakia, © 2013)

2.1.4 Ganttův diagram

Pomocí Ganttova diagramu určujeme plán projektu na stanovenou časovou osu. Jednotlivé činnosti tvoří řádky a na vodorovné ose zapisujeme čas ve dnech. Spojovací čáry nám dokážou určit návaznost. Díky tomuto diagramu můžeme řídit konkrétní projekt v reálném čase (Miller, 2016, s. 110).



Obrázek 6 Ganttův diagram (Wikipedia, © 2013)

2.2 Fáze měřit

Úkolem měření je získávání údajů o chování současného procesu na zadání zlepšovateľského projektu. Obsahuje komplexní návrh kontrolního systému měření a

soustavu měřítek, která nám pomáhají sledovat vývoj zlepšovateľského projektu, zda splňujeme cíle, které jsme si ve fázi definování stanovili.

Měření jsou jasně definovaná měřítka výkonnosti a porozumění, jak proces funguje. Fáze má přímou návaznost na následující analýzu. Návrh vhodného a spolehlivého měřicího systému není vůbec jednoduchý.

Pro tuto fázi je velmi důležité určit realistický počet parametrů, které nás můžou v projektu skutečně ovlivnit. Fáze měření se skládá z těchto kroků:

- dokumentace současného procesu v detailu potřebném pro měření a následné analýzy,
- návrh systému měření,
- stanovení výkonnosti procesu (Svozilová a kol, 2011, s. 93 – 96).

2.2.1 MTM

MTM anglicky také methods time measurement je postup, při kterém analyzujeme manuální činnosti nebo metody na základní pohyby a přiřazujeme každému pohybu předdefinovanou časovou normu, která je závislá od druhu pohybu a podmínek, ve kterých pohyb provádíme. Tuto metodu určujeme podle předem určených časů.

MTM poskytuje informace ohledně:

- omezení pohybů,
- kombinace pohybů,
- identifikace produktivních a neproduktivních pohybů,
- zlepšování metod na zvýšení výroby a snížení práce,
- vytvoření časových norem pro odměňování zaměstnanců,
- výběr efektivního zařízení (IPA Czech, © 2007).

A.BMW F30 LCI A.LED LOW do bedny							
operace	název operace	RC/min	RC/s	SC	SC/s	ks/12 h směnu	cyklus (sec/ ks)
10	Skupina pouzdra - skupina	53,3	32,0	0,0		1239	32,0
20	Skupina pouzdra - nastavo	54,6	32,7	0,0		1210	32,7
30	Skupina pouzdra - montaz	30,8	18,5	23,3	14,0	1219	32,5
40	Montaz jednotky FLE2 + mo	86,2	51,7	0,0		766	51,7
50	Montaz skupiny ventilator	94,5	56,7	0,0		698	56,7
60	Montaz FRA LED modulu	54,5	32,7	0,0		1210	32,7
70	Montaz LED reflektoru I.	61,6	36,9	40,0	24,0	650	60,9
80	Montaz LED reflektoru II.	69,0	41,4	40,0	24,0	605	65,4
90	Odsati volnych necistot	8,3	5,0	63,3	38,0	921	43,0
100	Skupina svetlovodu do pou	107,4	64,4	0,0		614	64,4
110	Vnitřni tubus do pouzdra	113,0	67,8	0,0		584	67,8
120	Montaz DRL/PO modulu na p	78,0	46,8	0,0		846	46,8
130	Montaz kdytu DRL modulu	106,1	63,7	0,0		622	63,7
140	Black box + programovani	19,3	11,6	76,7	46,0	688	57,6
150	Odsati volnych necistot	19,3	11,6	65,0	39,0	783	50,6
160	Odsati volnych necistot	23,8	14,3	61,7	37,0	773	51,3
170	Lepeni	101,2	60,7	0,0		652	60,7
Lepicí robot	T-Lepeni,Visicon,Těsnost			89,4	53,6	738	53,6
195	Testovani DI svetlovodu	19,3	11,6	21,7	13,0	1613	24,6
200	Montaz odvetravacich elem	53,7	32,2	0,0		1229	32,2
210	Montaz upevnovacich bodu	43,4	26,0	25,0	15,0	965	41,0
220 A	Deco box - JEN	68,0	40,8	0,0		971	40,8
220 B	BALENI - JEN	45,7	27,4	0,0		1445	27,4
suma RC		1310,85	min/100ks			cyklus	67,8

Obrázek 7 Výstup z MTM BMW F30 (interní materiál Hella)

Metoda je založená na principu, že každou manuální práci můžeme rozdělit na základní pohyby, z kterých můžeme vytvořit jakýkoliv pracovní postup. Tyto metody jsou určeny v tabulkách časové hodnoty pro její délku trvání. Tímto způsobem metoda MTM v sebe obsahuje faktory pohybu i času ve vzájemné vazbě. Umožňuje pomocí metody nejen přesně popsat vymezený pracovní postup a jeho podmínky, ale zároveň určit i jeho časové trvání. Při postupu můžeme téměř vyloučit používání stopek pro normování práce. Časové normativy MTM jsou souhrnně zpracované a soustředěné do přehledné tabulky, kterou můžeme vidět v rámci zpracování BMW F30 na předchozím obrázku. Tato metoda je mezinárodně uznávaná a certifikovaná.

Pohyby jsou určeny v rámci TMU, které je vyčísleno takovým způsobem:

1 TMU = 0,0006 min = 1 hodina = 100 000 TMU,
27,7 TMU = 1 sekunda (Štůsek, 2007, s. 152 – 154).

2.2.2 OEE

OEE je v praxi velmi hojně využíváné. Ukazuje nám využití zařízení tam, kde je součástí úzkého místa. Efektivnost znamená, že zařízení je k dispozici vždy, když je potřebné. Činnosti vykonává rychlostí, jaká je definovaná a výrobky produkuje v požadované kvalitě. (Fekete, 2012, s. 61)

Na OEE se můžeme dívat z dvou pohledů:

a) OEE z pohledu zaměstnance

Sleduje se vztah času určený stanovenou pracovní dobou. Toto sledujeme např. ve výrobě. Výstupem není hodnota, která by se měla co nejvíce blížit 100 %, ale i rozbor činností, který nejlépe prezentujeme v rámci Paretova diagramu. Z pohledu pracovníka se používá z důvodu toho, že sleduje čas, který operátor může přímo ovlivnit. Odstraňování příčin prostojů je ovlivněno pouze vůlí „chtít s tím něco udělat“ (Bauer, 2012, s. 62).

b) OEE z pohledu manažera

Tato metrika pomáhá firmě zjistit vztah času, který je ve firmě k dispozici. To je 24 hodin denně a 365 dní v roce. Hodnota se určuje v rámci „benchmarku“ mezi jednotlivými planty anebo firmami. Metrika nám zjišťuje reálné využití stroje a lze z ní vypočítat také návratnost investice. OEE ukazatel by se měl blížit k 85 %. Velmi často jde o nepříjemné a překvapivé zjištění pro manažery o tvrdé realitě. Slouží jako silný nástroj pro přesvědčování zaměstnanců s tím začít něco dělat. Stroje by neměly být využívány za každou cenu na 100 %, protože je důležitá také preventivní údržba a úklid. Pro celkovou eliminaci prostojů pak slouží metoda TPM a také základy 5S. Bez pořádku nemá smysl řešit problémy na strojích (Bauer 2012, s. 63).

Základ OEE tvoří 3 skupiny, kterými jsou – disponibilita, rychlost a kvalita. Výpočet je poté:

$OEE = \text{disponibilita} \times \text{míra výkonnosti} \times \text{míra kvality}$.

Existují 2 typy ztrát, které jsou vyvolány poruchami zařízení:

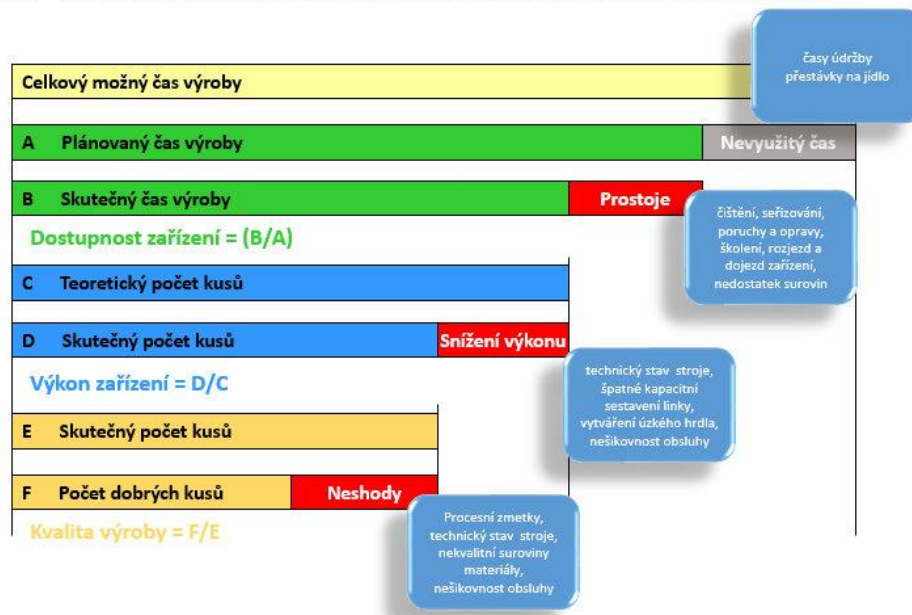
- časové ztráty (snižují produktivitu práce),
- objemové ztráty (způsobují nekvalitní výrobky).

Míra výkonnosti je snížena o ztráty z rychlosti a ztráty z krátkodobého přerušení. Ztráty z rychlosti vznikají při rozdílech mezi skutečnou rychlostí práce zařízení a nominální rychlostí, tedy takovou, na jakou je zařízení původně navrhované výrobcem. Takové ztráty se postupně projevují podle toho, jak se opotřebuje nástroj nebo samotné zařízení. Ztráty z krátkodobého přerušení vznikají, když je výroba přerušena krátkodobou nefunkčností zařízení, např. zaseknutí výrobku apod.

Míra kvality se snižuje o podíl vyrobených nekvalitních výrobků a ztrát z náběhu výroby. Kdykoliv se vyrobí nekvalitní výrobek, který buď jde do šrotu nebo se musí opravit, tak vzniká ztráta z nekvality (Fekete, 2012, s. 63).

Na následujícím obrázku můžeme vidět zjednodušený způsob výpočtu OEE:

$$OEE = \text{Dostupnost zařízení pro výrobu} \times \text{Výkon zařízení} \times \text{Kvalita výroby}$$



Obrázek 8 Výpočet OEE (OEE, © 2014)

2.2.3 Metody měření práce

Mezi metody měření práce můžeme zahrnout:

- chronometráž,
- snímek pracovního dne.

Při těchto metodách měříme čas pomocí stopek, potřebných formulářů, případně specializovaných zařízení nebo software (především u specializovaných firem). V případě, že se jedná o snímek pracovního dne, tak sledujeme pracovníka a jeho činnosti po celý den. Chronometráž nám slouží k určení času jednotlivé operace. Při praktické části využijeme oba způsoby měření.

Chronometráž slouží stále ke stanovení délky určité pracovní operace a je v praxi velmi hojně využívána. Stanovujeme ji podle několika dílčích úseků (úkonů nebo měřících bodů). Doporučuje se použít několik zaměstnanců pro lepší metodu měření.

Snímek pracovního dne je technika nepřetržitého pozorování veškeré spotřeby času během směny. Cílem snímku je získat přehled o tom, jak pracovník využívá čas a identifikovat jeho plýtvání. Díky snímku můžeme určit poměr mezi činnostmi, které přidávají, a které nepřidávají hodnotu. Tato metoda se zdá velmi jednoduchá, ale psychologicky může být pro měřeného zaměstnance velmi nepříjemná (Dlabač, 2015, API akademie).

2.3 Fáze analyzovat

V analytické části vyhodnocujeme údaje, které jsme shromáždili v předchozím kroku. V našem případě to bude zejména MTM, chronometráž, snímek pracovního dne a OEE. Další metody jsou zmíněny v 1. kapitole teoretické části. Toto vyhodnocení probíhá pomocí tzv. grafických, statistických a matematických nástrojů. Analýza vychází ze současného stavu procesu a pomáhají nám určit, jaké máme rezervy v dosáhnutí cíle projektu. Při vyhledávání popisných informací o výchozím stavu je obvykle potřeba určit celé řady analytických metod. Můžeme využít diagramy, které nám ukazují potenciální prodlevy, zdroje závad, nadměrných zásob apod. Analytické metody můžeme určit i se skupinou odborníků. Mezi používané nástroje patří:

- FMEA,
- rybí kost (Ishikawa diagram),
- Paretův diagram,
- 5 x proč, určování funkčních závislostí apod.

Dalším zdrojem může být konkrétní fyzická měření, které jsme určili v kapitole M nebo různé skladové záznamy. V rámci našeho snažení budeme čerpat z IS SAP, Barco systém nebo Data warehouse. Uživatelé, kteří jsou zbláhli v rámci statistických analýz, tak můžou využít např.:

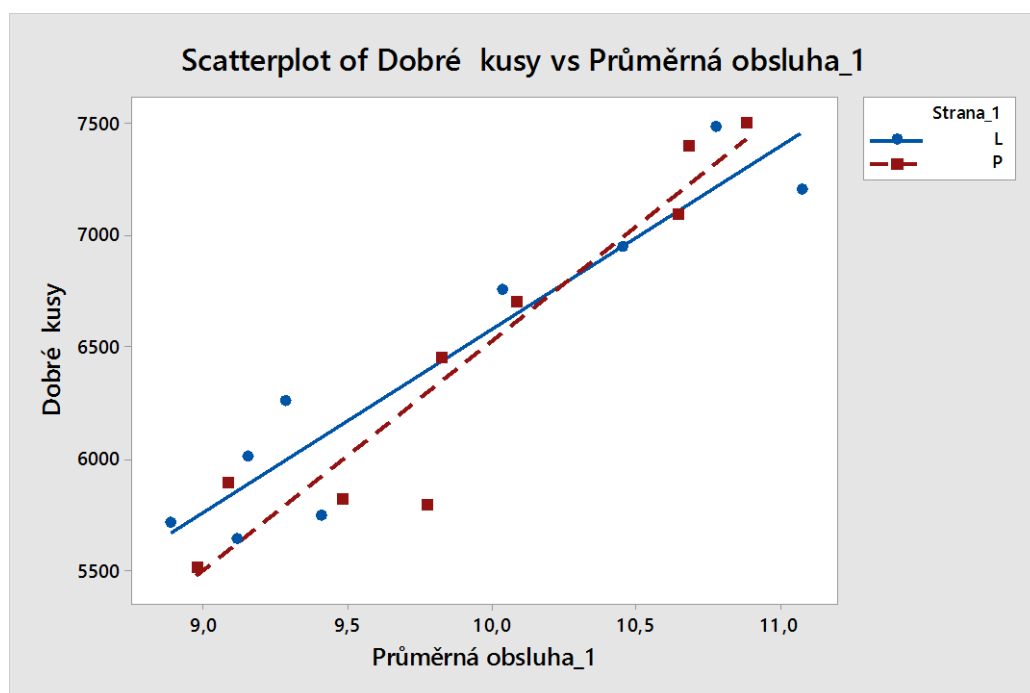
- korelační diagramy,
- DOE,
- analýzy odchylek (ANOVA),
- jiné matematické modely a simulace.,
- regulační diagramy (Svozilová a kol., 2011, s. 96 – 100).

Výstupem tohoto kroku je popis vztahu mezi vstupy a výstupy, model procesu, ověření vztahu příčina – následek (Miller, 2016, s. 8).

2.3.1 Korelační diagram

Korelační neboli bodový diagram nám slouží jako grafická metoda pro promítnutí vztahů mezi 2 proměnnými. Pomocí tohoto diagramu jde posuzovat např. počet vyrobených výrobků v závislosti na počtu operátorů na lince, počet prostojů v závislosti na velikosti OEE apod.

Rozmístění bodového diagramu, který odpovídá dvojicím příslušných hodnot. Tato závislost je charakterizována směrem, tvarem a místem těsnosti závislosti mezi sledovanými veličinami. V praxi se setkáváme zejména s volnými závislostmi, které jsou charakteristické určitým rozptylem bodů. Při větším rozptylu bodů na veličiny je jasné, že na ně působí výraznějším způsobem i jiné veličiny. Na přesnosti rozptylu se podílí také nepřesnost stanovených hodnot při volbě jednotlivých měřítek. Před vyslovením závěrů analýzy je nutné pečlivě analyzovat stupnice hodnot na osách. Matematicky jde příslušnost popsat pomocí regresní nebo korelační analýzy. Na jeho grafické sestavení nám může výrazně pomoci program Minitab nebo MS excel (Plura, 2002, s. 210 - 212).



Obrázek 9 Korelační Graf (Minitab - vlastní zpracování)

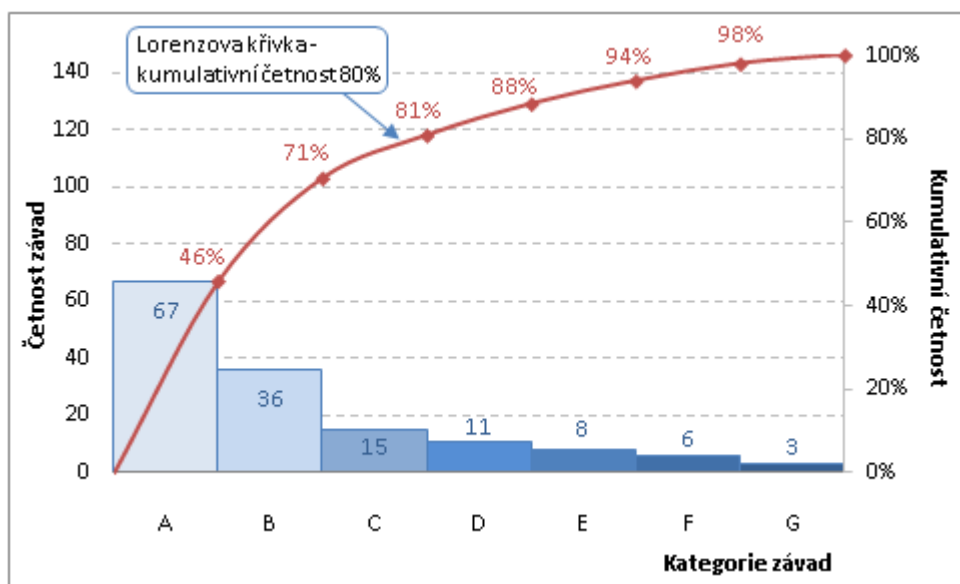
Na následujícím grafu můžeme vidět závislost mezi dobrými kusy a průměrným počtem obsluhy na lince BMW F30. Modré tečky nám znázorňují hodnoty na levé straně linky a červené čtverečky na pravé straně linky. Červená přímka nám určuje regresní přímku při závislosti na pravé a červená na levé straně.

2.3.2 Paretova analýza

Paretova analýza je pojmenována podle italského ekonoma V. Pareta, který ji formuloval tak, že na většině problémů s jakostí se podílí pouze malé množství činitelů. V praxi se označuje toto pravidlo jako 80/20, tedy 20 % činitelů způsobuje 80 % problémů. Tyto

činitelé mohou být např. „nositelé nedostatků“. Patří mezi ně zmetkovitost, neshod, příčiny neshod nebo příčiny z příčin neshod.

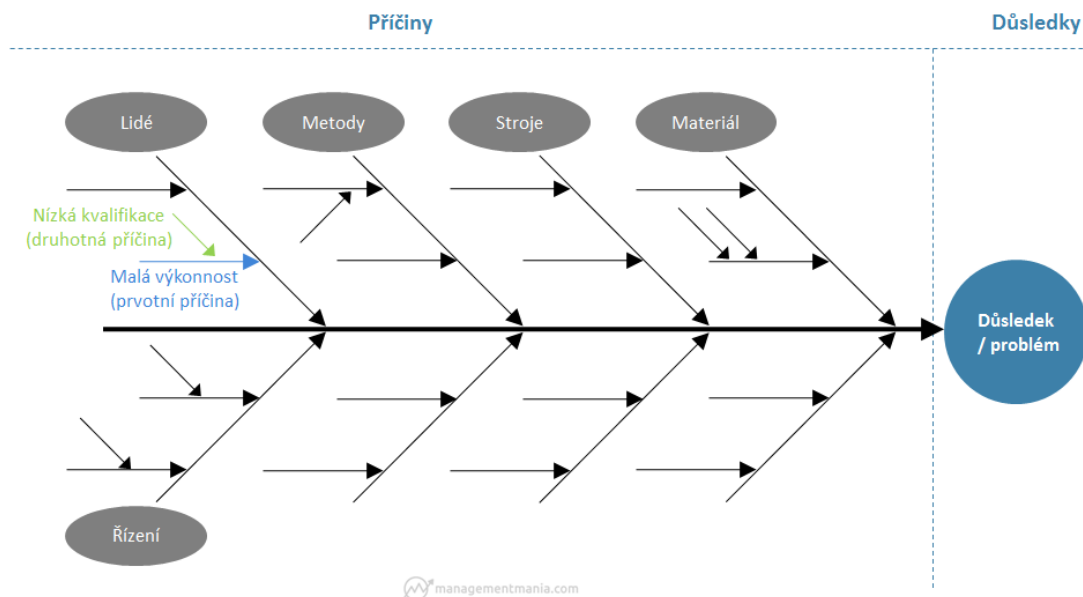
Aplikací Paretova pravidla lze stanovit, že na vznikajícím problému se podílí určitá skupina výrobků z celého výrobního programu. Tyto malé skupiny činitelů se označují jako „životně důležitá menšina“, kterou však jde pomocí grafu identifikovat. Vstupními informacemi jsou nejčastěji výskyt neshod nebo příčin za určité období. Hodnocení výsledků je tedy jeho četnost, která může být násobena koeficientem závažnosti (Hobbs, 2014, s. 152 – 155).



Obrázek 10 Paretova analýza (Lorenz, © 2013)

2.3.3 Ishikawa diagram

Ishikawa resp. rybí kost nebo také diagram příčin a následků se často používá pro zobrazení příčin a následků ve výrobě. Tyto příčiny mají velký vliv na kvalitu nebo na různé prvky štihlé výroby. V praxi se obvykle dělí na čtyři oblasti, ke kterým patří: materiál, lidé, metody a stroje. Různé literatury však těchto oblastí může být až kolem 8 (Tuček a Bobák, 2006, s. 185).

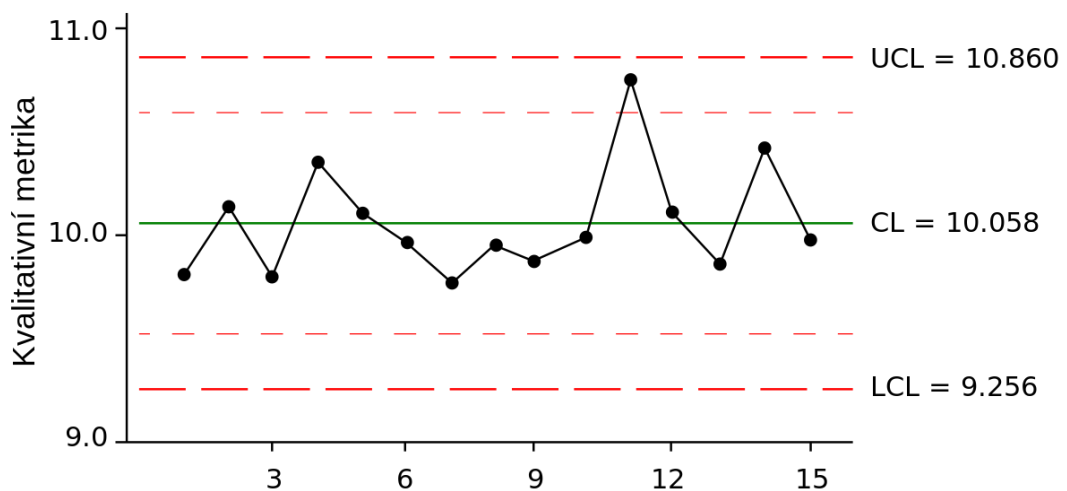


Obrázek 11 *Ishikawa diagram* (Managementmania, © 2015)

2.3.4 Regulační diagram

Tento diagram nám slouží pro grafické vyjádření variability procesu. Diagram je velmi důležitý v praxi, protože žádné 2 výrobky nejsou úplně identické. Určité kolísání znaků jakosti produktů je tedy přirozeným jevem. Úkolem tohoto grafu je tuto variabilitu řídit takovým způsobem, aby byl stále přijatelný pro zákazníka. V praxi nám tuto skutečnost ještě ztěžuje fakt, že každý zákazník vyžaduje něco jiného (obzvláště v automobilovém průmyslu). Variabilitu procesu nám vyjadřují náhodné a vymezitelné příčiny.

Nepředvídatelné příčiny jdou popsat pomocí fyzikálních zákonitostí, tyto příčiny nelze úplně odstranit, ale jdou značným způsobem omezit.

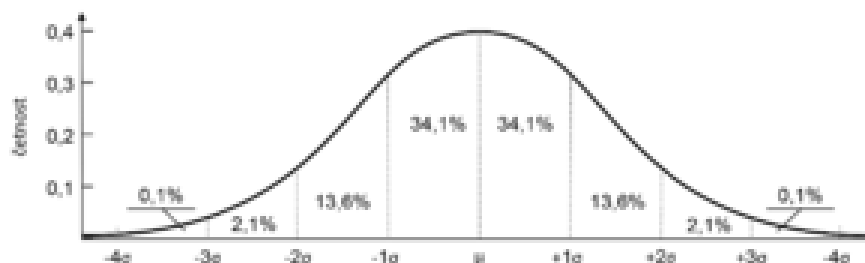


Obrázek 12 SPC graf (Wikipedia, © 2014)

Předcházející obrázek nám ukazuje dolní (LCL) a horní (ULC) hranici variability procesu, ve kterém se potřebujeme v procesu pohybovat (+/- 3 sigma).

2.3.5 Histogram

Histogram četností použijeme pro určení střední hodnoty a rozpětí náhodné veličiny. V praxi bývá doplněný o tzv. Gaussovu křivku, za předpokladu normálního rozdělení, kterou vidíme na následujícím obrázku (Tuček a Bobák, 2006, s. 184).



Obrázek 13 Gaussova křivka (Wikiskripta, © 2008)

2.3.6 Průběhový diagram

Pokud sbíráme data v časové řadě, je nezbytné určit také průběhový diagram. Zajímají nás v něm trendy, které znamenají, v jakém období stoupají, a ve kterém veličiny klesají. Dále v něm zjistíme cyklus a díky tomu také výkyvy. Pro znázornění dat v časové řadě se nepoužívá sloupcový graf (Miller, 2016, s. 44 – 48).

2.3.7 Další diagramy pro určení analýzy

Kromě výše zmíněných můžeme použít také tzv. Box plot, který nám zobrazuje proměnlivost procesu z více zdrojů v jediném obrázku. Použijeme ho při:

- výsledky výroby u více plantů,
- rozměry dílů,
- rozdílný způsob technologie čištění produktů.

Krabicový graf ukazuje minimum a maximum souboru dat a pak také horní a dolní mez grafu. Velmi hojně využívaný je i 5 x proč diagram (Miller, 2016, s. 55 – 56).

2.4 Fáze zlepšit

Jakmile jsme odhalili, analyzovali problém a ověřili, že se nejedná o náhodný jev, tak je potřeba problém v procesu odstranit. Ve fázi zlepšování se zaměřujeme na navrhování variant řešení pro problémová místa v procesu. Většinou máme 5 – 8 klíčových příčin našeho problémového jevu a jsme schopni popsat míru všech příčin.

Modelujeme-li procesy, tak se vracíme zpět k diagramům. V našem případě v této kapitole použijeme tzv. VSD, který nám pomůže zobrazit tok produktu po úpravách. Kromě toho se využívá:

- 5S,
- Ganttův diagram,
- problem solving,
- rozhodovací matice,
- šipkový diagram.

Máme-li shromážděnou sadu potenciálních řešení pro náš problém musíme vyhodnotit a vybrat tu, která má největší šanci na úspěch. Musíme mít však na paměti, že každý problém má v reálném světě více možných řešení. Někdy vystačí grafické úlohy, ale jindy je musíme ještě matematicky otestovat.

V rámci této fáze zpravidla řešíme otázky na tyto body:

- identifikace řešení,
- prověření vhodnosti řešení,
- prověření potenciálních řešení pilotními projekty, studiemi, modely a testy,
- vyhodnocení a korigování potenciálních řešení.

V rámci fáze doporučujeme postupovat v různorodém týmu lidí (Svozilová a kol, 2011, s. 100 – 102).

2.5 Fáze řídit

Řídící fáze nám pomáhá standardizovat proces a vytvářet podmínky, které zaručí, že bude probíhat opakovaně stejným způsobem. Obvykle to znamená vytvoření dokumentovaných postupů:

- standardy,
- směrnice,
- návody procedury.

Složitost této fáze závisí na schopnostech lidí, kteří se v podniku nacházejí. Dokumenty uvedené výše slouží i jako výchozí materiály pro trénink a školení lidí, kteří podle postupů pracují. Tato fáze má několik zásad:

- srozumitelnost pro lidi, kteří s nimi pracují,
- konkrétnost při odpovědi,
- důraz na části, ve kterých vzniká proměnlivost,
- věnovat zvýšenou pozornost kritickým ukazatelům,
- všechny instrukce musí být uvedeny v běžném provozu (Miller, 2016, s. 119 – 120).

2.5.1 TWI školení

TWI je vysoce efektivní metoda, která implementuje základní zeštíhlovací standardy přímo v provozu. Vede zaměstnance ke standardizaci TPS metod, implementuje je do praxe a učí zaměstnance jejich využití (Šimánková, © 2016).

Metoda TWI podle Šimánkové (© 2016) snižuje plýtvání a soustředí se na standardizaci činností. Tato metoda se skládá ze tří modulů:

- job instruction,
- job relations,
- job method,
- job safety.

Celý tento program vede zaměstnance ke standardizaci a implementuje metody do praxe. Job instruction školí, jak správně předávat instrukce, a jak zaškolovat zaměstnance.

Job method prakticky využívá Lean a Job safety uplatňuje bezpečnost v praxi. Job relations pak řeší vedoucího pracovníka v praxi (Šimáková, TWI).

Tato metoda není v ČR ještě natolik využívána, ale je schopna podle ní proškolit operátora na lince do 15 minut. V republice existuje pouze několik institucí, které školení využívá a Hella je jedna z firem, kde toto školení funguje.

3 DALŠÍ VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

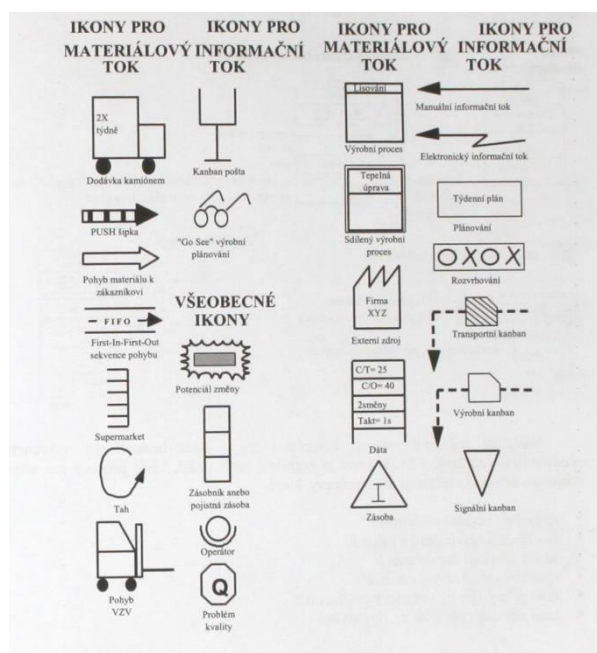
3.1 VSM

Hlavní úkolem value stream mapping (mapování hodnot materiálu) je identifikovat příležitosti pro eliminaci ztrát všeho druhu v produkčním procesu. Základem pro implementaci nástrojů je existence mapy současného stavu toku hodnot. Po dosažení účinků štíhlé výroby lze navrhnout mapu budoucího stavu materiálu (Chromjaková, 2011, s. 49 – 50).

Mapa podle používá ve výrobě s opakovatelnou rovnoměrností nebo u výrobku, který se zrovna zavádí. Vychází zpravidla z požadavku zákazníka a používá se při něm tužka, papír a stopky. V rámci VSM se používají 2 druhy toků materiálu:

- informační – od realizace proměny materiálu na hotový produkt,
 - materiálový – větví od vstupu surového materiálu, až po výstup hotového výrobku.
- (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 41).

Podle Chromjakové (2011, s. 53 – 60) je nutné pro účely mapování propojit obě větve do jednoho obrazce. Do procesu zeštíhlování je zapojena řada osob, ty všechny musí pak pochopit souvislosti toku hodnot, nejenom tok jeho produktů. Za klíčové v oblasti mapování považujeme definování cíle. Pro přehlednější vizualizaci používáme následující ikony:



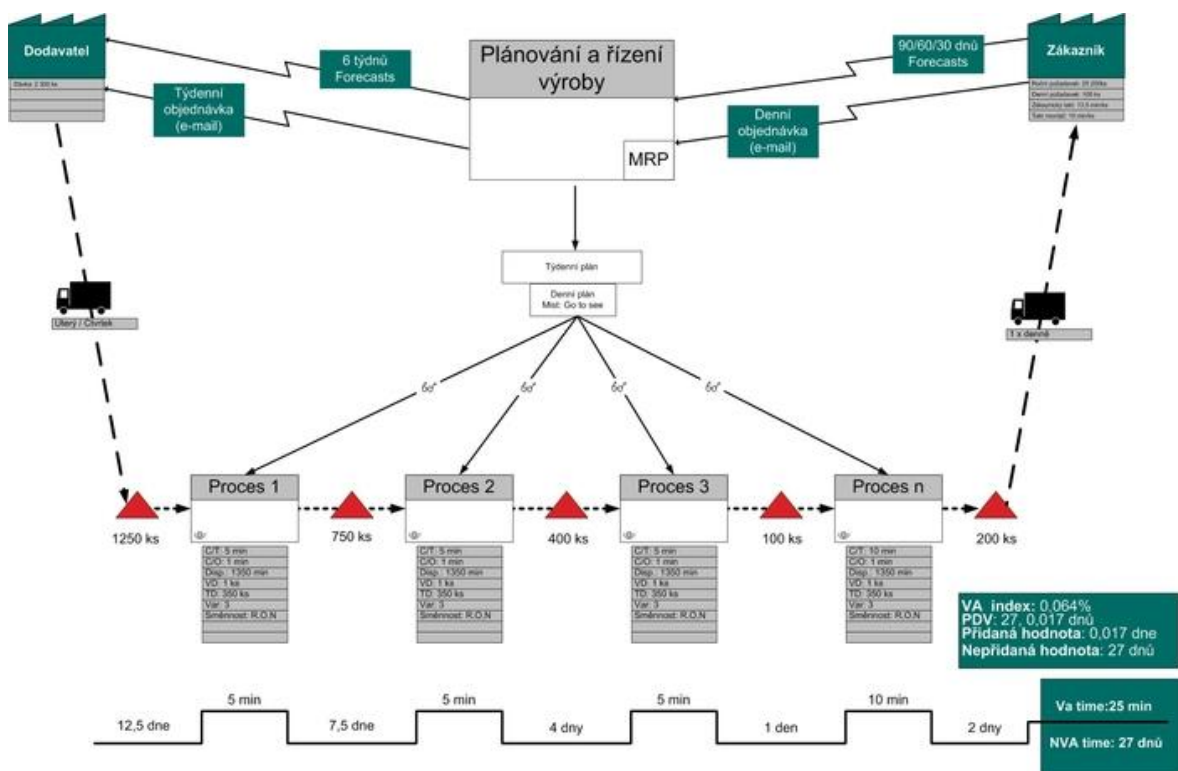
Obrázek 14 Ikony pro tvorbu VSM (Chromjaková, s. 57, 2011)

V rámci implementace VSM jsou důležité následující kroky:

- definování týmu,
- výběr reprezentanta pro rodinu vzorků – technologický postup,
- znázornění současného stavu a VA index,
- workshop při stanovení budoucího stavu.

Mezi přínosy VSM můžeme zařadit redukci průběžné výroby, redukce ploch, lepší pochopení procesů, zjednodušení systému řízení, redukce výrobních dávek, eliminace plýtvání procesů. Na druhou stranu při proměnlivé výrobě je VSM problematické a při složitějších procesech je nutná simulace procesů na počítači. Je nutné měřit mapu toků přímo ve výrobě (Chromjaková, 2006, s. 45 – 46).

Příklad, jakým způsobem lze zjednodušeně vytvořit VSM naleznete na následujícím obrázku:



Obrázek 15 VSM mapa (IPA, © 2015)

V rámci VSM jsou důležité tyto metriky:

Takt zákazníka (TT): jedná se o tempo, který zákazník odeberá daný výrobek nebo službu. Čas taktu nám definuje, jak rychle musíme postupovat, abychom splnili požadavek zákazníka.

C/T –čas jednotlivé operace, C/O - čas na přestavbu. Pro nás nejdůležitější je **VA index**, který se počítá poměrem produktivní a neproduktivní čas. Ten produktivní pak v rámci mapy píšeme nahoru a neproduktivní dolů. Podle tohoto indexu, pak můžeme být překvapení, jak nízké % tvoří přidanou hodnotu (IPA, © 2015).

3.1.1 Mapa budoucího stavu toku materiálu.

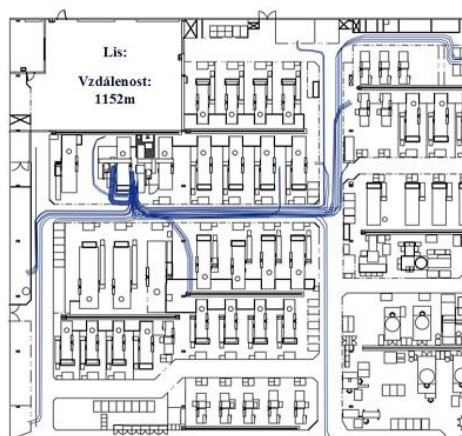
Mapa budoucího stavu toku materiálu nám ukazuje, kam až se v rámci toku materiálu dostat. Pro její realizaci je nutné sestavit akční plán. Ten by měl obsahovat:

- detailní seznam úkolů, které chceme realizovat,
- měřitelné hodnotící metriky,
- kontrolní dny, počáteční a konečný termín.

Pro její realizaci je lepší si vybrat procesy, které jsou dobře zvládnutelné, a kde existuje vysoká pravděpodobnost dosažení zlepšení. Postupně nakonec vytvoříme také akční plány pro materiálový a informační tok, plus se zaměříme na dodavatelské a odběratelské vztahy (Chromjaková, 2011, s. 59 – 60).

3.2 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je využitelný zejména v logistice. Ukazatel se využívá v rámci řízení výroby. Díky němu zjistíme, jakým způsobem „proudí“ materiál a kolik metrů musí urazit, než se z něj stane hotový produkt. Kromě materiálu ho používáme pro mapování chůze pracovníků výroby. Tento diagram nám pomáhá snížit eliminaci plýtvání nadbytečné chůze a dopravy (Wilson, 2010, s. 154).



Obrázek 16 Spaghetti diagram (ZCU skripta, © 2014)

4 SIX SIGMA

Six sigma je metoda zvyšování podnikové jakosti ve všech směrech výroby, služeb nebo dalších obchodních aktivit s cílem nabídnout zákazníkům optimální produkt s přihlédnutím na optimalizaci nákladů, zvyšování zisku a kvality (Tuček a Bobák, 2006, s. 197).

Pro její realizaci využíváme právě projekt DMAIC. Jedná se o:

- manažerskou filozofii, založenou na neustálém zlepšování,
- strukturovaný a vysoce kvantitativně založený přístup ke zlepšování kvality,
- dosažení úrovně maximálně 3,4 chyb na 1 milion příležitostí (Miller, 2016, s. 5).

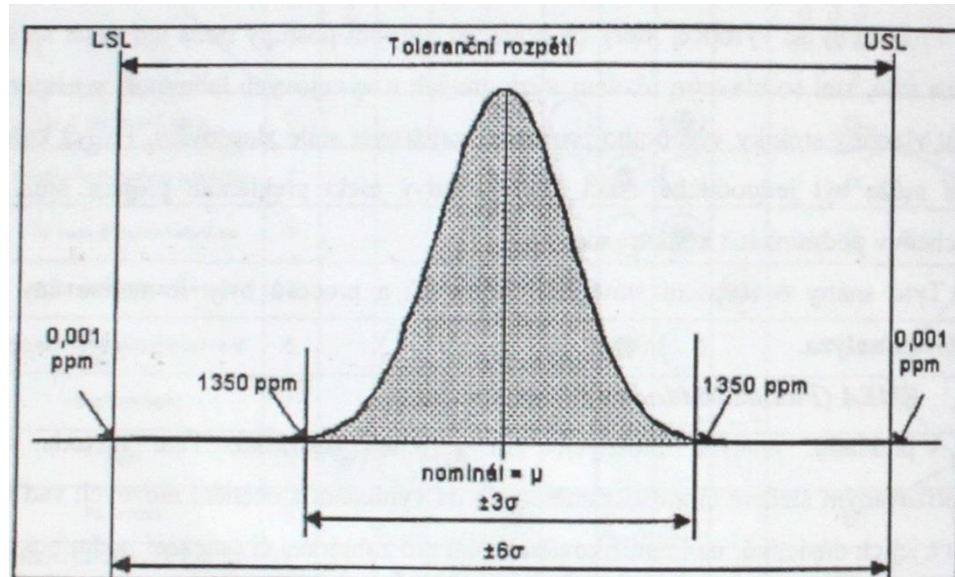
Název je převzatý z matematiky a používá se k popisu variability. Minimalizuje defekty (chyby) a dosahuje hodnot výsledků procesů kolem nominálu – hodnoty násobku sigma, tj. vykazovat variabilitu. 6 sigma se dá také jinak popsat jako 3,4 ppm, což znamená dosažení 99,9997% pravděpodobností v tolerovaného rozpětí (George, 2006, s. 56). Úroveň six sigma je na velmi vysoké úrovni dosažení kvality. V praxi se přípouští 4,5 sigma, což je 2700 ppm. (Bobák a Tuček, 2006, s. 198 – 199).

Její realizace se dělí na osm hlavních fází:

- poznání,
- definování,
- měření,
- analýza,
- zlepšení,
- kontrola,
- standardizace,
- integrace.

Mezi stěžejní fáze patří definování, měření, analýzy a zlepšování. V rámci definování by měly zaznít hlavní cíle. Fáze měření přezkoumání jednotlivých chyb. V analýze se praktické problémy převádějí na statistické metody a nástroje a zlepšování navrhujeme tzv. six sigma. V kontrole ji neustále monitorujeme, aby se nevyskytovaly problémy. Pro realizaci projektu je stejně jako v judu důležité mít držitele zeleného nebo černého pásku. Držitelé černého pásku (black belt) zajišťují výcvik a propagují celkovou six sigma. Měli by zvládat práci s počítačem a umět používat alespoň jeden ze statistických programů. Uživatelé zeleného pásku (green belt) jsou do projektu zahrnuti pouze částečně a podílejí se hlavně na řešení

projektů (Plura, 2002, s. 22 – 23). Tyto všechny požadavky podle Tučka a Bobáka (2006, s. 199) se v poslední době začaly objevovat nejen u dodavatelů automobilového a leteckého průmyslu.



Obrázek 17 Normálové rozdělení (Tuček a Bobák, s. 198, 2006)

Jak můžeme vidět na předchozím obrázku, tak požadavek six sigma lze ilustrovat na normálním rozdělení procesu. Díky tolerančním mezím lze očekávat pouze 0,002 neshodných jednotek z milionu (Tuček a Bobák, 2006, s. 198).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

5.1 Základní informace

Společnost Hella je mezinárodně uznávaný podnik s více než 34.000 zaměstnanci a více než 125 zastoupeními ve 35 zemích, s hlavním sídlem v Lippstadtu. Za účetní období 2015/2016 s obratem více než 5,6 mld. eur se zařadila mezi 40 největších světových dodavatelů pro automobilový průmysl.

V Česku se zaměřuje na výrobu předních a zadních světel do vozidel největších automobilek a prostřednictvím jednoho z největších Hella technických center se podílí také na vývoji světelné techniky vyráběné v závodech Hella Lighting po celém světě. Hlavní sídlo se nachází v Mohelnici, ale mimo to sídlí společnost také v Lošticích, kde je IT oddělení a ve vědecko-technologickém parku v Ostravě, kde rozšiřuje své technické centrum. V rámci České republiky pracuje v koncernu kolem 3.500 zaměstnanců.

Podnik je jedním z největších a klíčových zaměstnavatelů v automobilovém průmyslu nejenom v Olomouckém kraji, ale také obecně v rámci ČR. Mezi klíčové zákazníky patří VW, Audi a BMW (Hella, © 2016).



Obrázek 18 *Letecký snímek Hella Mohelnice (Hella ©)*

5.2 Historie společnost v ČR

Tabulka 1 *Hella CZ historie (Hella CZ, © 2017)*

Založení dceřiné společnosti Hella Autotechnik s.r.o. v ČR v Mohelnici	1992
Zahájení stavby „na zelené louce“	1993

První výrobky opouští Mohelnici (Škoda Felicia)	1994
Zahájení činnosti Technického centra (vlastní vývoj výrobků)	1995
Založení skupiny pro vývoj a výrobu montážních linek pro HELLA koncern	1997
Vybudování a zahájení činnosti Testovacího centra (zkušebna)	2004
Otevření konstrukční kanceláře ve Vědecko-technologickém parku v Ostravě	2011
Výstavba nové výrobní haly a zahájení výroby zadních skupinových svítlen	2012
Nové centrum optiků a konvenčních modulů, rozšíření oddělení montážních linek	2014
Optomechanický proces pro vývoj Full LED světlometů a svítlen	2015
Modernizace testovacích laboratoří, zejména v oblasti klimatického testování a vybudování 2 laboratoří EMC	2016

5.3 Ripran analýza

Tabulka 2 Ripran analýza (vlastní zpracování)

Projektová část							
ID	Hrozba	Scénář	Prav. Hrozby	Prav. Scénáře	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Nepochota spolupráce ze strany zaměstnanců	Zaměstnanci odmítnou komunikovat	30%	80%	90%	22%	Lepší motivace zaměstnanců
		Pracovníci budou podávat zkreslené informace	20%	20%	90%	4%	Lepší motivace zaměstnanců
2	Nesprávně provedená analýza	Výsledky nebudou korespondovat se skutečností	23%	80%	90%	17%	Důkladně provést analýzu
		Zaměření na nepodstatnou problematiku	5%	60%	70%	2%	Důkladně provést analýzu
		Nebudou definované podstatné nedostatky	10%	90%	40%	4%	Důkladně provést analýzu
3	Personální změna ve vedení společnosti	Projekt bude zrušen	1%	80%	100%	1%	žádné
		Bude trvat, než se nový člen zaučí	5%	60%	50%	2%	Pravidelná dokumentace

4	Nesplnění cílů vedení organizace	Projekt bude zrušen	1%	10%	100%	0%	Průběžná kontrola se zadáním
		Projekt bude nutno přepracovat	10%	90%	40%	4%	Průběžná kontrola se zadáním
Osobní část							
ID	Hrozba	Scénář	Prav. Hrozby	Prav. Scénáře	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Nesplnění zkoušek	Ukončení studia	15%	60%	100%	9%	Pořádně se učit mikroekonomii
		Odložení DP na příští rok	20%	80%	100%	16%	Pořádně se připravovat
2	Nedokončení diplomové práce	Odložení DP na příští rok	15%	99%	100%	15%	Dodržovat časový harmonogram
		Ukončení studia	1%	1%	100%	0%	Vypracovat časový harmonogram
3	Změna společnosti	Odložení DP na příští rok	20%	80%	100%	16%	Dodržovat časový harmonogram
		Změna tématu	2%	99%	80%	2%	Dodržovat časový harmonogram

5.4 Logický rámeček

Tabulka 3 Logický rámeček (vlastní zpracování)

Strom cílů	Objektivně ověřitelné informace	Zdroje informací	Předpoklady a rizika
Hlavní cíle			
Zvýšení efektivity pracoviště (snížení plýtvání)	Zvýšení OEE o 15 %	Ukazatel OEE	
Projektové cíle			
Lepší práce s IS SAP	Údaje v IS přímo korespondují s realitou	IS SAP, sklady	
Zvýšení efektivní části výroby	Zvýšení celkového VA indexu na 0,07 %	VSD mapa	
Snížení klíčových prostojů na vytyčených pracovištích	Zvýšení dostupnosti linky o 10 %	IS SAP, sklady	
Aktivity	Prostředky	Harmonogram	
Seznámení s firemními procesy	Vedení organizace	září 2016	
Vytvoření prioritizační matice	Interní materiály, oddělení logistiky, oddělení kvality, plánování výroby	říjen - listopad 2016	
Výběr analyzovaného pracoviště	Prioritizační matice	Listopad 2016	
Sestavení projektového týmu	Vedení společnosti	Listopad 2016	
Měření kritických míst pomocí VSM	Interní materiály, zaměstnanci společnosti	Prosinec 2016	
Analýza příčin jednotlivých problémů linky	VSM, projektový tým	Leden - Únor 2017	
Analýza kořenových příčin na kvalitativní problémy	Projektový tým, PC	Únor 2017	
Detailní mapování na ostatní problémy (mapování aktivit operátora, výrobu, stroje)	Projektový tým, PC, stopky, kamera	Únor 2017	
Zvolení nápravných opatření	Projektový tým	Březen 2017	
Zaškolení participujících zaměstnanců	Projektový tým	Březen - Duben 2017	
Vytvoření řídicích mechanismů	Projektový tým, informační systém	Duben 2017	

Neochota zaměstnanců, neochota ze strany firmy, nedostatek informací, vyhazov nadřazeného, časové zpoždění

Tabulka 4 SWOT analýza (vlastní zpracování)

Silné stránky	váha	hodn.	celkem	Slabé stránky	váha	hodn.	celkem
Podíl na trhu	0,1	4	0,4	Teprve zavádějící se oddělení PI	0,1	4	0,4
Velký počet odběratelů	0,2	4	0,8	Otevřenost ke změnám	0,1	2	0,2
Jazyková vybavenost zaměstnanců	0,1	2	0,2	C dodavatel pro VW	0,2	4	0,4
Dostupnost firmy	0,2	3	0,6	Investiční příležitosti podniku	0,3	3	0,9
Ochota při poskytování dat	0,2	4	0,8	Spolupráce s dělníky	0,1	4	0,4
Mzdové podmínky	0,2	3	0,6	Logistika	0,2	4	0,8
			0				
Celkem	1		3,4		1		3,5
Příležitosti				Hrozby			
Nové projekty pro další roky	0,3	5	1,5	Tlak ze strany dodavatelů	0,3	3	0,9
				Zavedení nového IS	0,2	4	0,8
Zavedení nového IS	0,2	2	0,4	Obrovská konkurence na trhu	0,2	2	0,4
Přehlednost pracoviště	0,2	2	0,4	Obrovský počet nových projektů	0,1	2	0,2
Ochota spolupráce s univerzitami	0,2	3	0,6	Nedostatek dělníků na trhu práce	0,2	4	0,8
celkem	1		3,3		1		3,1

5.5 Optimalizace současného stavu pomocí metodiky DMAIC

V rámci fází nejdříve definujeme projekt, který se rozhodneme později dále analyzovat a pokusit se navrhnout zlepšení, které povedou ke zlepšení situace. V rámci definující fáze si nejdříve rozebereme povrchově všechny projekty, podle nichž zjistíme, který projekt bude klíčový. Tyto projekty rozklíčujeme pomocí určených metrik, které vybereme spolu s vedoucím OPEX, což je oddělení zabývající se mimo jiné štihlou výrobou. S výběrem nám dále pomůžou pracovníci plánování, výroby, logistiky, nákupu a částečně i kvality. V rámci fáze měření pro nás bude klíčová VSM mapa, která nám pomůže se zaměřit na kritické hodnoty, s kterými budeme pracovat v rámci analytické, zlepšovací a řídicí fázi.

6 FÁZE DEFINOVAT

V rámci definující fáze je nejprve nutné se seznámit s celkovými procesy, abychom přesně zjistili, jejich celkovou návaznost. Jelikož máme k dispozici celkem 16 projektů a netušíme, který pro nás bude prioritní, tak vytvoříme tzv. „prioritisation matrix“, který nám spoustu věcí ujasní. Tato tabulka je však velmi náročná pro celkový sběr dat. Některé data mají k dispozici pouze určitá oddělení, a tak v rámci zaneprázdněnosti nám tato činnost zabere nejméně měsíc. Další měsíc se budeme seznamovat s vybranou linkou a sbírat informace od nejruznějších zaměstnanců, abychom si vytipovali největší problémy.

Pro lepší poznání procesu si vyzkouším práci na montážní lince, protože už teď víme, že jeden z problémů firmy je nedostatek operátorů a v období chřipek bude situace ještě kritičtější. Na druhou stranu mi tato práce pomůže lépe poznat slabiny výroby, a příležitosti. Pro lepší podporu a zpřesnění pak také vybereme projektový tým, který se bude skládat se zaměstnanci logistiky, plánování, prodeje, nákupu, oddělení průmyslového inženýrství a také mnou jako vykonavatelem a zaměstnancem v trainee programu.

6.1.1 Prioritizační matice

Hella v Mohelnici se podílí celkem na 16 montážních linkách, z toho většina se nachází v hlavním závodu, ale především zadní světla se montují v hale, která je vzdálená asi kilometr. V této hale sídlí společnost Montix, která spolupracuje i jako agenturní firma a dodává společnosti některé zaměstnance.

V rámci prioritizační matice se zaměříme na několik metrik. Mezi ně patří CLR, což je zákaznická nekvalita. Ta je pro společnost velmi důležitá, protože patří mezi hodnotící metriky dodavatele. Společnost Volkswagen své dodavatele hodnotí podle písmen A, B, C. Přičemž Hella se dostala mezi C dodavatele a jejímž cílem je zamířit mezi B dodavatele. Výhoda vyššího přidělení spočívá v tom, že dodavatel pak dostává více zakázek a podílí se přímo na vývoji. Kvalitu pro automobilky je však velmi těžké splňovat, protože norma pro automobilový průmysl je přísná a neustále se mění. Na základě toho automobilky na své dodavatele neustále tlačí. V rámci jednoho dodavatele pak mají jednotlivé závody různé požadavky. Z hlediska koncernu VW patří mezi nejpřísnější Volkswagen Slovakia, která sídlí u Bratislavy. CRL metriku jsme sbírali v termínu mezi 6. – 9. měsícem roku 2016. Dostala váhu 7 z důvodu vysoké priority.

DLE metrika nám značí celkovou vytiženost zaměstnanců na směně. Označení má také 7, protože ji jen velmi těžko odstraníme. OEE pak takovou prioritu prozatím nemá, protože se až do konce listopadu 2016 počítá trochu jiným způsobem. OEE, které se zaměřuje na využití strojního zařízení se začíná evidovat později a i z důvodu toho se ji budeme v analýze hlouběji zabývat. Nekvalita v rámci předvýroby spočívá ve špatně vylisovaných kusech. Je odhalena přímo na předvýrobě, „pokovkách“ nebo na montážní lince. Tato nekvalita není až tak prioritní, ale důležité je, aby byla odhalena a nedostala se až k zákazníkovi. EOL je odhalená nekvalita na konci montážní linky, kdy operátor výroby prohlíží celé světlo a kontroluje, jestli součástí není také komponenta, která nesplňuje zákaznickou normu.

Plnění plánu je klíčové především pro operátory, mistry a plánovače výroby. Plán je vypracován tak, aby ho montážní linka byla schopna zvládnout, ale také se světlo dostalo včas k zákazníkovi. Pro operátory je klíčová v tom, že za ni dostávají pravidelné odměny. Extra poplatky na dopravu se používají tehdy, když nestíháme dodávat pomocí pravidelné domluvené dopravy. V minulosti se jiným dodavatelům dokonce stávalo, že nestíhali dodávat, a tak v počtu pár desítek kusů rozváželi jednotlivé komponenty vrtulníkem až do nepříliš vzdálené Mladé Boleslavi. Hella využívá leteckou dopravu, pokud se nestíhá přesně dodávat na čas. Poplatky za dopravu bývají velmi vysoké, a proto jsou označeny číslem 10. Tato metrika nám může ukázat kromě problémů v logistice nebo plánování také v jednotlivých prostojích na pracovišti. Těmito prostoji se budeme detailněji zabývat později.

Hodnota	7	7	4	4	4	10	10	
Linka	CRL	DLE	OEE	Nekvalita př	EOL	Plnění plánu	Náklady na dopravu extra	Pořadí
FMS Škoda A06, VW Caddy	3	2	3	5	3	2	1	8
FMS VW Tiguan GP, Scirocco	8	0	0	0	1		1	15
FMS VW/SK/SE120, VW Pollo (NFS)	1	4	4	4	5	2	1	10
FMS Neoplan, Hymmer a DAF	1	2	2	1	0	1	3	13
FMS Jaguar X760, BMW F30 HAL, Golf A6	1	3	3	2	1	2	10	4
FMS BMW F20 LC1	3	3	4	5	1	1	4	5
FMS VW Polo GP	1	2	3	9	4	2	10	2
FMS Audi A6	1	4	3	9	1	3	1	3
FMS Audi A3 NF	1	5	3	1	1	3	2	11
FMS VW Touareg GP, Škoda B8,	3	6	4	4	2	2	1	6
FMS VW BMW F30 LED	2	2	3	6	1	1	2	7
FMS ZSS Škoda a Seat	1	3	4	1	1	2	1	14
FMS ZSS VW T6	2	4	3	4	1	2	2	2
FMS ZSS Jaguar X760	1	1	1	1	1	1	-	16
FMS ZSS Audi A3	10	5	5	10	10	2	1	1
FMS INTEMO modul	1	4		1		2	1	12

Obrázek 19 Prioritizační matice (vlastní zpracování)

Na předchozím obrázku můžeme vidět, že na 1. místě nám vyšel projekt zadních skupinových světel Audi A3. Tento projekt je však zatím v náběhové fázi výroby.

Na druhém místě se umístila linka VW Polo GP. Tento projekt, jak můžeme vidět v následující tabulce, končí v květnu roku 2017. Vzhledem k tomu, že některé změny budou realizovány až po skončení projektu, tak se tímto projektem detailněji zabývat také nebudeme.

Na 3. místě se umístil projekt předního světlometu Audi A6, které si pro další řešení vybereme. Je to důvodu toho, že se nachází přímo v hlavní hale a tento projekt se plánuje až do června 2019. Tím pádem budou navrhované změny lépe viditelné. Navíc od roku 2017 se bude najíždět na sériovou výrobu nového typu světla Audi A6, a tak se z těch chyb můžeme pro nový typ světla lépe poučit.

Tabulka 5 Ukončení projektu (vlastní zpracování)

Linka	EOP
FMS Škoda A06, VW Caddy	4/2018, 12/2019
FMS VW Tiguan GP, Scirocco	3/2017,
FMS VW/SK/SE120, VW Pollo (NFS)	6/2016, 4/2019,
FMS Neoplan, Hymer a DAF	
FMS Jaguar X760, BMW F30 HAL, Golf A6	2/2022, 6/2019, 11/2018
FMS BMW F20 LCI	6/2019
FMS VW Polo GP	5/2017
FMS Audi A6	6/2019
FMS Audi A3 NF	7/2016
FMS VW Touareg GP, Škoda B8,	2/2017, 11/2019
FMS VW BMW F30 LED	6/2019
FMS ZSS Škoda a Seat	6/2020, 5/2016
FMS ZSS VW T6	6/2019
FMS ZSS Jaguar X760	11/2018
FMS ZSS Audi A3	4/2019
FMS INTEMO modul	

6.1.2 Audi A6

Díky prioritizační matici jsme si definovali projekt, kterým se budeme zabývat. Jedná se o přední světlomet Audi A6. V Helle se vyrábí ve variantách VLS, MXB, RS a BiXE. Světlomet se vyrábí ve full LED technologii a skládá se přibližně z 250 komponentů. Výhodou u světlometu je, že je složeno celkem z 64 světelných diod (LED), které plní

funkce pro denní, obrysové, odbočovací, potkávací, dálková i mlhová světla. Automatické přepínání mezi těmito režimy, tedy i aktivaci nebo deaktivaci diod, obstarává systém AFS.

Pomocí kamery systém vyhodnocuje rychlost a také dopravní situaci. Včetně přispění světelného a dešťového senzoru dokáže odhadnout i povětrnostní podmínku. Při akceleraci a brzdění zkracuje nebo prodlužuje dosah paprsku. Výhled řidiče se proto v těchto situacích nemění. Výhoda tohoto systému je také osvětlení větší plochy a dbá, aby nedošlo k oslnění jiných účastníků provozu.

Součástí světla může být také systém MXB, který je absolutní špičkou mezi novými technologiemi. Světlomety Matrix LED zabraňují oslnění protijedoucích i stejným směrem vpředu jedoucích vozidel. Mění rozdělení světla před vozidlem podle aktuální jízdní situace a prostředí. Kromě toho dokážou také zajistit funkci odbočovacích světlometů. Ve spojení se systémem nočního vidění jsou matrix led schopny identifikovat cyklistu nebo chodce v blízkosti jízdní dráhy a upozorní ho trojitým bliknutím cíleného světelného paprsku. Matrix led spolupracuje i s navigačním systémem vozu a podle něj se s předstihem natáčí do zatáček (Automobil revue, © 2015).

Na následující fotce můžeme vidět přesnou podobu světla včetně pár komponent.



Obrázek 20 Světlomet Audi A6 (vlastní zpracování)

6.1.3 Layout montážního pracoviště

Montážní linka se skládá z levé a pravé strany. Kapacita každé strany je celkem 17 operátorů na každé lince. Operátor má na starosti 1 – 3 pracoviště. Z toho počáteční montáž pouzdra začíná u operace č. 16 a poslední stanoviště je č. 180. U tohoto místa dochází k poslední

vizuální kontrole, která činí 30 sekund. Uvažovalo se o prodloužení z důvodu tlaku automobilek, ale po měření kontroly jsme se ujistili, že tato doba je dostatečná.

Každé pracoviště je vybaveno LCD obrazovkou, na které jsou napojeny senzory, které ukazují, co musí zaměstnanec na světlu zrovna vykonat. Tento příkaz funguje jako perfektní poka-yoke. Několikrát mě to dokázalo zachránit, když jsem si zkoušel práci operátora. Párkrát se mi stalo, že jsem přidal pouzdro do přípravku, který ho automaticky uchytí a chyběla mně v rámci šroubování jedna komponenta. Systém poka-yoke to poznal a neumožnil mi pokračování, dokud komponenta nebyla na správném místě.

Díky tomuto systému se málokdy stane, aby ve světle chyběl některý z dílů. Na vývoji linky se pracuje více než 2 roky, kdy se snaží technologové a projektoví inženýři vypilovat všechny chyby. Každé pracoviště je také změřeno podle ergonomických a bezpečnostních zásad, aby se na něm cítil každý bezpečně a vyvarovali jsme se, co nejvíce nemocím z povolání. Platí také neustálá rotace u zaměstnanců, kteří jsou zkušenější. Výhodou práce v Helle je také zřízení tréninkové linky, kterou musí projít každý operátor. Hlavní výhoda spočívá v tom, že si některé pohyby zkusí nejprve nanečisto. Naučí se, zde i jakým způsobem hledat nekvalitu a neporušovat tzv. Hella normu. To je pravítko, kde je vyobrazeno, které škrábance nebo nečistoty jsou pro zákazníka akceptovatelné.

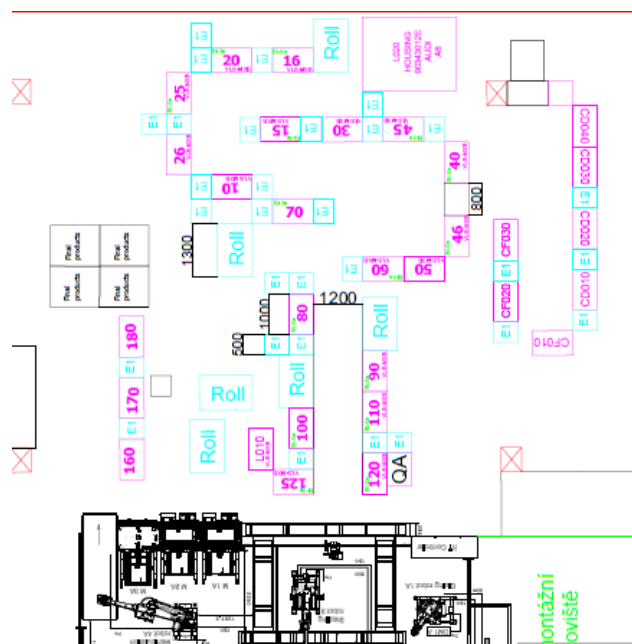
Každé pracoviště je také vybaveno papírovým standardem, kde je popsán přesný postup práce. Vedle pracoviště má k dispozici materiál potřebný pro montáž v podobě beden nebo u tzv. rollů, které slouží pro větší materiál. Na každou stranu linky je k dispozici také jeden manipulant, který se stará o tzv. logistiku strany, za kterou je zodpovědný. Nevýhodou je, že musí obcházet veškerá pracoviště, ale po zaučení už umí předvídat, za jak dlouho bude potřeba doplnit operátorovi materiál. Kromě toho má na starosti také objednávání materiálu a kontaktuje team leadera v případě chybějícího materiálu. Více o práci manipulanta a standardu jeho činnosti se dozvíte v kapitole, kde se věnuji analýze. Vysvětlím zde, proč je nutné jeho náplň práce pozměnit.

Zodpovědný za montážní linku je team leader, který přepisuje plnění plánu, zapisuje prostoje, koordinuje operátory, manipulanty a spolu s mistrem a plánovačkou sledují dodržování denního plánu. Každý den má přímo na lince poradu s QPA (zaměstnanec kvality), plánovačkou, mistrem a jinými participujícími zaměstnanci, kde si řeknou o největších problémech, které linku za uplynulých 24 potkaly.

Team leader je v neustálém kontaktu s mistrem v případě urgentního problému. Dále podle popisu práce musí objednávat speciální díly a kontrolovat jejich dostupnost. Kromě toho koordinuje předmontáž skupinek světel, která je nedaleko linky a partačce sděluje, které skupinky světel dnes budou mít v náplni práce. Více o tomto procesu se dočtete u VSM analýzy.

Součástí linky je i QPA pracovník, který na týmové poradě sděluje největší kvalitativní problémy. Mezi jeho hlavní náplň práce patří ověřování komponent a výrobků, které byly označeny od operátorů „nekvalita“ a je zodpovědný, jestli je tato nekvalita ještě přijatelná nebo ne. Tyto nekvalitní komponenty zaměstnanci umísťují na místo QA, jak můžete vidět na layoutu. Plánovačka zkontroluje plnění plánu a také nejrůznější zásoby. Plán zadává lince na týden dopředu, ale poslední dobou vlivem nejrůznějších problémů ho musí denně aktualizovat. O tomto problému se dočtete u VSM. Součástí montážní linky je také demontážní pracoviště, kde operuje seřizovač. V případě, že je světlo celé smontované, ale byla v něm sepsána nehoda, tak ho musí celé demontovat. Má v popisu práce také nejrůznější seřizovací stroje.

Podrobný layout naleznete na následujícím obrázku, kde jsou vyobrazeni roboti, kteří lepí na již našroubované pouzdro plastové sklo. Linka je nanormovaná tak, že při normálním provozu trvá montáž světla 20 minut.



Obrázek 21 Layout Audi A6

(interní materiál Hella CZ)

6.2 Definice problému

Mezi hlavní problémy firmy patří vysoké prostoje na montážní lince, které jsou způsobené především vysokými prostoji související s hledáním nebo chybějícím materiálem. Tento typ prostoje je způsoben zejména chybami zaměstnanců na lince, dále externí logistikou a špatnými objednávkami materiálu. Další problém pro společnost je spolehlivost některých počtu kusů materiálu v IS SAP, čímž vznikají problémy s náběhem výroby.

Vysoké prostoje způsobují zejména nízké OEE. Průměrná velikost OEE se pohybuje kolem 35 %, což je na podnik světového formátu velmi málo. Týdenní prostoje vlivem chybějícího materiálu činí průměrně 23 hodin každý týden. Tento prostoje činí ztrátu přibližně 14 %. Mezi další prostoje se řadí problémy s autostopem, pravidelné přestávky, nepřichystaný materiál, problémy s náběhem výroby, přehoz linky apod.

6.3 Cíle projektu

Cílem projektu je celkové zvýšení dostupnosti linky alespoň o 15 % a pokusit se analyzovat největší prostoje linky. Zvýšením se nám pak zvýší OEE a sníží extra poplatky za dopravu. Mezi dílčí cíle projektu patří celkové poznání procesu, nalezení všech klíčových problémů.

6.4 Projektový tým

Garant projektu: Ing. Martin Planička (vedoucí OPEX),

Realizátor projektu: Bc. Dalibor Toncer (trainee),

Konzultanti projektu: Oddělení nákupu, logistiky, obchodu, výroby, nákupu, kvality.

6.5 Harmonogram projektu

Harmonogram projektu DMAIC		září 16	říjen 16	listopad 16	prosinec 16	leden 17	únor 17	březen 17	duben 17
Název Činnosti	Název Fáze								
Seznámení s firemními procesy	Definovat	■							
Sběr dat a vytvoření prioritizační matice	Definovat		■	■					
Výběr analyzovaného pracoviště	Definovat			■					
Sestavení projektového týmu	Definovat			■					
Měření kritických míst pomocí VSM	Měřit				■				
Schůzka na oddělení nákupu, ve výrobě, na logistice kvůli detailnímu mapování VSM	Měřit				■				
Analýza příčin jednotlivých problémů linky	Analyzovat					■	■		
Analýza kořenových příčin na kvalitativní problémy	Analyzovat						■		
Detailní mapování na ostatní problémy (mapování aktivit operátora, výroby, stroje)	Analyzovat						■		
Zvolení nápravných opatření	Zlepšovat							■	
Zaškolení participujících zaměstnanců	Zlepšovat								■
Vytvoření řídicích mechanismů	Řídit								■

Obrázek 22 Harmonogram projektu (vlastní zpracování)

Na předchozím obrázku si můžeme všimnout harmonogramu klíčových činností, které nás v rámci projektu očekávají. Je jasné, že naše práci nebude končit v dubnu 2017, protože zefektivňování výroby je téměř nekonečný soubor činností, který realizujeme neustále. Činnosti jsou obsaženy pouze v měsících, protože přesně nevíme, kolik nám zaberou času. Záleží také na tom, jak rychle posbíráme jednotlivé informace. Je možné, že harmonogram úplně nedodržíme, a že v průběhu projektu změním priority, protože firmu čeká několik auditů. Hlavní nápor pak společnost očekává v rámci přechodu na nový informační systém, který se bude testovat až v průběhu provozu.

6.6 Projektový list

Projektový list je vyobrazen na následující tabulce. Ke stanovení OEE nám pomohla tabulka v následující kapitole. Rozbor prostojů je pak popsán v části, která se věnuje celkové analýze projektu. Celý projekt je vypracován na bázi studie proveditelnosti, protože některé změny mohou být realizovány až tehdy, pokud se zavedou i na ostatních linkách.

Tabulka 6 Projektový list (Vlastní zpracování)

Projektový list
Název projektu: Řešení klíčových problémů na lince Audi A6
Definice problémů: <ul style="list-style-type: none"> OEE průměrně 35 %,

<ul style="list-style-type: none"> • Prostoje: hledání materiálu 23 hodin/týdně, • Dostupnost linky 65,5 % 	
<p>Cíle Projektů:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zvýšení VA indexu na 0,07 % • zvýšení OEE o 15 %, • zvýšení dostupnosti linky o 10 %, • standardizace práce manipulanta 	
<p>Konzultanti projektu (oddělení):</p> <ul style="list-style-type: none"> • kvalita, • logistika, • nákup, • výroba, • plánování. 	<p>Garant projektu: Ing. Martin Planička</p>
	<p>Realizátor Projektů: Bc. Dalibor Toncer</p>
<p>Harmonogram projektu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • define: 9 – 11/2016, • measure: 12/2016 • analyse: 1 – 2/2017 • improve 2 – 3/2017 • Control: 4/2017 	<p>Požadovaná SW podpora:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Data warehouse, • Minitab, • Excel
<p>Konec projektu: 4/2017</p>	<p>Výhody projektu:</p> <p>Snížení neproduktivního času ve výrobě.</p>

7 FÁZE MĚŘIT

7.1 VSM

Celkový VSM proces s výpočtem VA indexu nalezneme v P I příloze, kde je proces zakreslen. V rámci psané části rozeberu, jakým způsobem funguje proces od objednávky zákazníka k doručení produktu.

7.1.1 Nákup

Celkový proces začne na popud zákazníka v našem případě Audi A6, který stanoví fixní plán na 28 dní dopředu. Každých 7 dní posílá zákazník aktualizovaný plán.

Podle plánu musíme vyrobit celkem za čtvrtletí 03-06/2017 86 400 výrobků, z toho máme k dispozici celkem 122 dní, což činí 10 540 800 sekund. Po vydělení těchto dvou částek nám vychází, že v následujícím období musíme vyrobit výrobek každých **122 sekund**. Tento čas je vztažen ke kalendářnímu času a není v něm zahrnuto OEE.

Tímto plánem se řídí také nákupčí, který na základě předpovědi od zákazníka objednává materiál. Jednotliví dodavatelé se rozdělují podle skupin Q1 – Q10. Podle těchto skupin se pak rozlišuje, jak moc dopředu musíme objednávat materiál. Ke každému materiálu je nutné zajistit tzv. bezpečnostní zásobu. U našeho surového materiálu bezpečnostní zásoba činí celkem 3 dny. Nakupování materiálu není vždy úplně jednoduché, protože se orientuje částečně i podle skladových zásob v IS SAP. Ty se snaží kontrolovat i plánovačka výroby za pomoci fyzického ověřování team leadera. Spolehlivost dat tak činí nějakých 98 %. Kamion s materiál přijíždí do firmy denně. Některý díl je kupován a jde přímo od dodavatele na montáž. My se, ale zaměřili na konkrétní díl 196.897-11, což je pokovený žebřík.

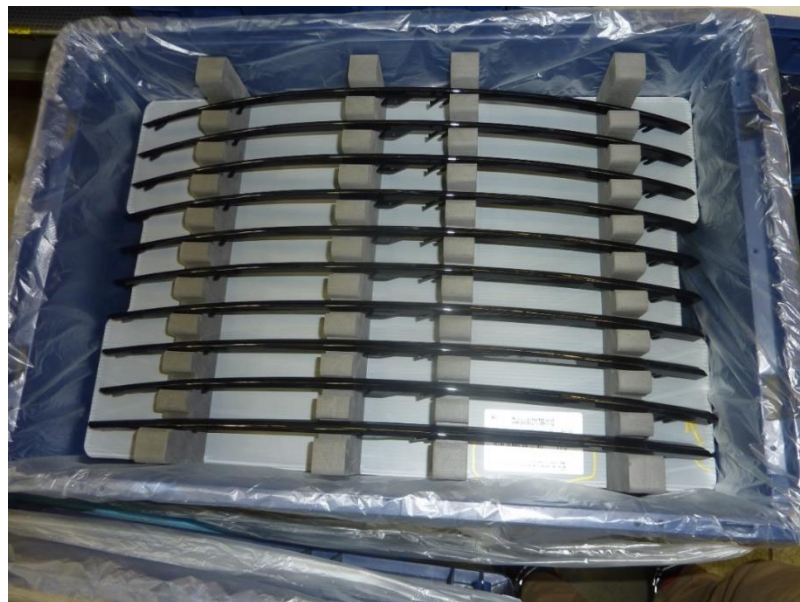
7.1.2 Předvýroba

Proces u předvýroby začíná při nákupu granulátu, z kterého se poté lisuje díl 196.897-11. Granulát se nakupuje s 3 denním předstihem. Bezpečnostní zásoba je v tomto případě nezbytná, protože granulát se objednává až z Německa a v případě selhání objednávky může dojít k velkým problémům. Výroba dílu, který se lisuje na předmontáži trvá přibližně 45 sekund. Lis obsluhuje jedna pracovnice a norma pro 1 vylisovaný a překontrolovaný kus byla vypracována podle tzv. MTM. Následující díl putuje do skladu s označením 602, který se nachází ve vedlejší hale. Poté se díl dopravuje do meziskladu a je nachystán pro tzv. pokovování. Díl je drobný, a tak je skladovaný v následující bedně. Prozatím existují dvě

varianty pro skladování drobnějšího materiálu. Ten první můžeme vidět na následujících obrázcích.



Obrázek 23 *Ukládání materiálu (vlastní zpracování)*



Obrázek 24 *Ukládání materiálu proložkou
(vlastní zpracování)*

7.1.3 Pokovení

Po tom, co je díl přepraven ze skladu na mezisklad, tak dojde k tzv. pokovování. Pracovnice přidá díl na tzv. planetku, kterou můžeme vidět na následujícím obrázku. Tuto planetku obsluhuje jedna zaměstnankyně, která díl předělá z bedny na pracovní plochu a poté ji zasadí do stroje, který ji po uzavření pokovuje.

Celý proces i s vaukovým pokovením trvá celkem 63 vteřin na kus. Problém je však v tom, že nemáme přesně stanovený čas potřebný pro sundání celé planetky. Pro jeho zpřesnění v následující kapitole můžeme vidět chronometráž, na jejímž základě bude stanovena norma. Po tomto pokovení materiál opět putuje na sklad 602, kde je následně po jednom dni umístěn na mezisklad na předmontáž. Později v rámci plánu zde však snížíme čas na skladovou zásobu.



Obrázek 25 *Systém pokovování (vlastní zpracování)*

7.1.4 Předmontáž

Předmontáž přímo spolupracuje s montáží a denně ji koordinuje team leader. Na základě jeho požadavků pak part'ačka určuje, který díl (v našem případě 196.897-11, skupinka MXB) je potřeba smontovat, aby ho měla linka k dispozici. Smontovat skupinku, kde je i pokovený žebřík 196.897-11 trvá zhruba 150 vteřin, proto je nutné, aby předmontáž začala montovat daný díl zhruba s 6 hodinovým předstihem. Díky tomuto předstihu se pak vytvoří přibližně

3 hodinová zásoba, která činí 83 kusů. Tato zásoba byla vypořádována během měsíčního měření. Skupinka je interně označena číslem 199.675.05-11. a vstupuje do konečného světla.

Skupinka je umístěna v meziskladu a skladována v rollu, kde se vejde celkem 48 kusů. Bohužel je jich v současné době nedostatek, tak se začíná nahrazovat gitterboxy, který má kapacitu pouze 30 kusů. Mezi jeho další nevýhody patří, že se musí kvůli velikosti často skladovat ve venkovním skladu a usazují se na něm nečistoty. Současně se s tímto druhem uskladnění špatně manipuluje. Na následujících obrázcích můžeme sami vidět výrazný rozdíl v uskladnění.



Obrázek 26 *Ukládání pomocí Gitter boxu*
(vlastní zpracování)



Obrázek 27 *Ukládání pomocí rollu*
(vlastní zpracování)

7.1.5 Montáž

Montáž bude pro řešení naší další práce velmi klíčová. Zjistili jsme u ní problém hned v několika záležitostech. Montážní linku koordinuje plánovačka, která jak jsem již psal dříve, získává informace ze SAP. Do SAP píše informaci obchodník po zadání objednávky od zákazníka.

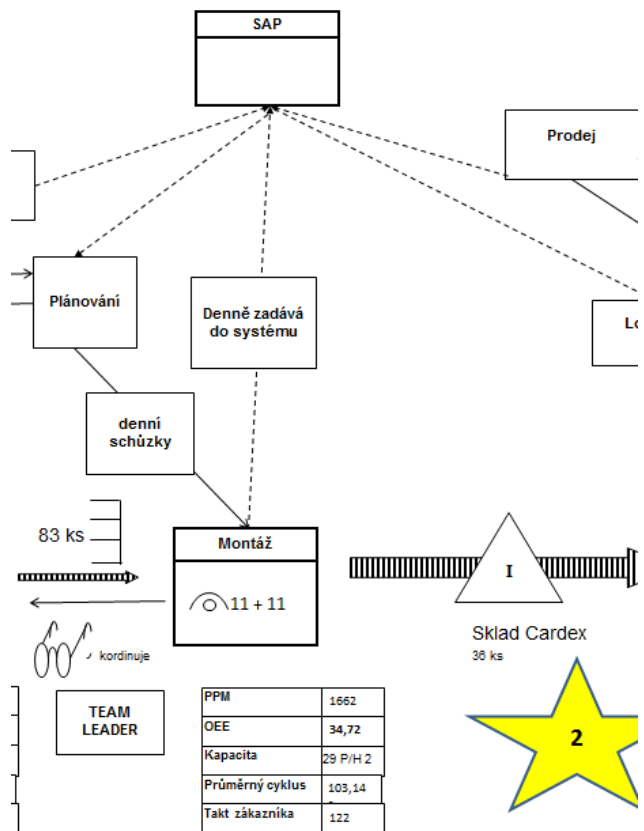
Pro montážní linku stanovuje plán každý týden. Vzhledem k častým problémům zejména s nedostatkem materiálu pro danou variantu však musí plán velmi často měnit. Každý den se z toho důvodu schází na pravidelné schůzce s TL, kde řeší nedostatky. Někdy se stává, že montážní linka vyrábí souběžně s odvozem kamionů do skladu v

Olomouci. Proto je ta zásoba pouze 4 hodiny. Na obrázku si můžeme všimnout velmi nízkého OEE, který je způsoben hned několika faktory:

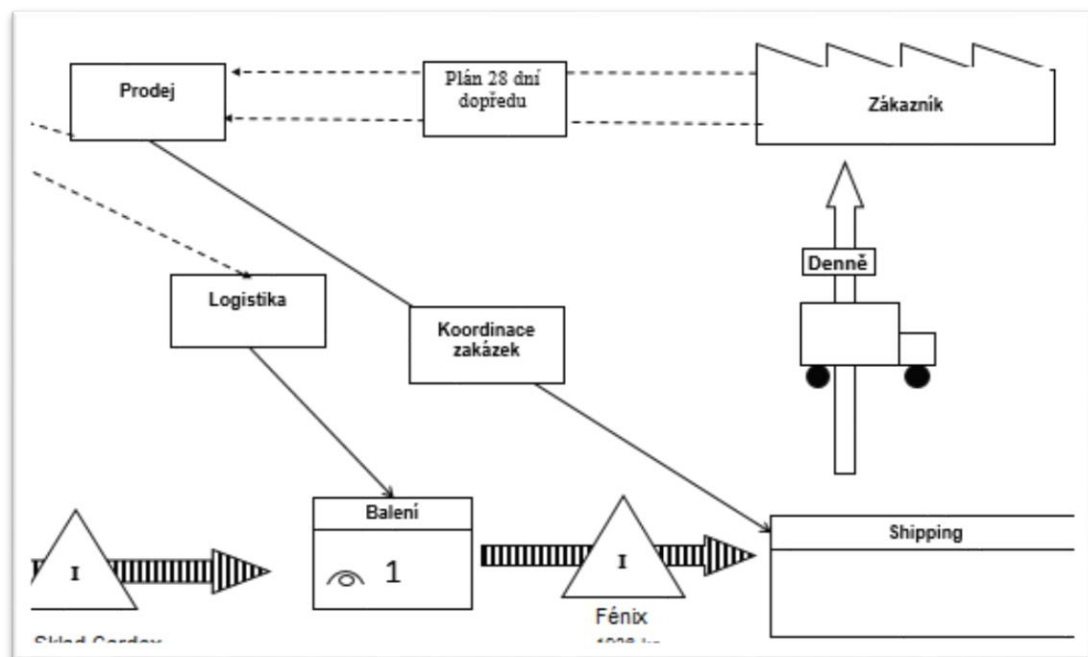
- špatným balancováním linky,
- velmi vysokými prostoji,
- nevyplněnou kapacitou linky - místo 17 operátorů pouze 11!
- Pozdními dodávkami materiálu od externí firmy.

Těmito problémy se budeme později zabývat v další kapitole. Po smontování světla je pak odvezeno externí firmou, která kamionem převezve světlometry do skladu. Ve skladu je ještě zabalen, což trvá 30 vteřin. Toto balení jsem si raději několikrát ověřil.

Po zhruba 4 hodinách skladování je převezen do dalšího skladu a do 2 dnů je u zákazníka v Německu. Zde je odvážen buď kamionem, vrtulníkem nebo letadlem. Závisí to na skladové zásobě. V současné době se průměrná zásoba pohybuje v rámci 1936 ks.



Obrázek 28 VSM (vlastní zpracování)



Obrázek 29 VSM mapa (vlastní zpracování)

7.1.6 Výsledky VSM analýzy

Celkový čas procesu od nákupu granulátu až po obdržení hotového výrobku je 7,3 dní (630.720 s). Přičemž produktivní čas je pouze 391 vteřin. Celkový VA index je 0,06 %. Tento čas nemáme v plánu příliš zkracovat, protože to může ohrozit plynulost výroby. Některé kritická místa na zlepšení jsme definovali v rámci montáže, kde se budeme snažit snížit celkové prostoje. Rozbor OEE naleznete v následující kapitole, kde se pokusíme stanovit nový průměrný cyklus při jeho zvýšení.

7.2 Stanovení normy dílu

Pomocí chronometráže jsem stanovil normu na sundání dílů 196.897-11. Konkrétní výsledek normy naleznete v P II. Celou chronometráž jsem rozdělil na 6 základních pohybů, které dělnice neustále opakovala. Na sundání dílu bylo potřeba několik náměrů, protože je u ní velká variabilita hodnot. Výsledná hodnota závisí dost na zkušenostech jednotlivých operátorek a na počtu neshod při vizuální kontrole. V některých případech tyto díly sundávají 2 operátorky, ale to je spíše ojedinělý případ, proto jsem normu vypracoval pouze na jednu pracovníci. Časy na otočení bubnu a otočení řady jsou již na základě několika desítek náměrů automatizované. Výsledky můžete vidět na následujícím obrázku:

Číslo	Úsek operace, měřicí bod	Množství	Z _r	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16																	
				m _z																	
1	Odejmутí pokoveného dílu z planetky do brázdy	1	L	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	
			t _j	4,5	4,2	5,8	4,3	4,9	4,9	4,1	6,2	5,1	6	5,7	5,1	5,6	6,7	7,4	5,7		
			F																		
2	Nachystání proložky	22	L	100	100	100															
			t _j	15	14	18															
			F																		
3	Pokovený díly do bedny	11	L	100	100	100															
			t _j	4,1	5,3	7,1															
			F																		
4	Nepokovený díl přidán z pracovní plochy do planetky	1	L	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	
			t _j	3,7	2,8	4,1	3,9	5,1	3,5	4,4	2,7	3,6	3,3	3,3	2,9	3,7	3,5	4,8	4,7		
			F																		
5	čas na otočení řady	10	L	110																	
			t _j	1,9																	
			F																		
6	čas na otočení bubnu	40	L	110																	
			t _j	2,5																	
			F																		

Obrázek 30 Stanovení normy dílu 196.897-11 (vlastní zpracování)

V rámci obrázku si můžeme povšimnout, že se zohledňuje také rychlost jednotlivých operátorek. Jedná se o subjektivní hodnocení. Já jsem si dovolil dát některým hodnotám 110 %, na základě několika desítek náměrů.

Výsledná hodnota pro sundání z planetky nám vyšla: **8,21 min/planetku (40 kusů)**. Na jeden kus je norma stanovena na 12,32 vteřin. V rámci pokovování, kde stroj vždy pokovuje 1920 vteřin. Při sečtení těchto dvou hodnot získáme 1932,32 vteřin.

Dřívější hodnota:

Pokovování (40 ks) : 1920 s,

Sundání z planetky: 15 s.

Celkem: $(1920/40) + 15 = 63$.

Novější hodnota:

Pokovování (40 ks): 1920 s,

Sundání z planetky: 12,32 s.

Celkem: $48 + 12,32 = 60,32$

Úspora času: $63 - 60,32 = 2,68 \text{ s/ks}$

V rámci stanovení normy se nám na každý kus podařilo ušetřit celkem **2,68 s/ks**.

7.3 Výpočet OEE

Na základě definice cíle zvyšování OEE je nutné si nejprve změřit, jakých hodnot bude dosahovat. Efektivita využití stroje se skládá ze 3 veličin patří mezi ně dostupnost, kvalita a

výkon. Pro naše výpočty si vezeme údaje z týdnů 44/2016 – 7/2017. Všechny hodnoty, z kterých jsme čerpali jsou uvedeny v P III.

7.3.1 Dostupnost

Dostupnost se nachází ve sloupečku skutečné využití linky v %. V systému máme přímo údaje, které nám ukazují skutečný čas běhu stroje a také možný časový fond pro běh stroje. Po vydělení těchto dvou čísel získáme celkovou dostupnost. Na základě vydělení těchto dvou hodnot jsme získali tyto údaje:

Tabulka 7 Dostupnost linky (vlastní zpracování)

Týden	Pravá strana využití	Levá strana využití	Dostupnost v %
2016/44	56,48%	68,50%	62,49%
2016/45	64,51%	62,63%	63,57%
2016/46	64,00%	61,77%	62,89%
2016/47	64,40%	71,77%	68,09%
2016/48	67,67%	70,02%	68,84%
2016/49	70,39%	63,01%	66,70%
2016/50	64,70%	64,89%	64,80%
2016/51	42,79%	47,31%	45,05%
2016/52	60,78%	57,58%	59,18%
2017/01	67,25%	74,35%	70,80%
2017/02	62,63%	59,15%	60,89%
2017/03	63,96%	64,72%	64,34%
2017/04	72,53%	64,34%	68,44%
2017/05	70,98%	70,04%	70,51%
2017/06	74,30%	76,95%	75,63%
2017/07	76,41%	75,19%	75,80%
Průměr	65,24%	65,76%	65,50%

Celkový průměr nám tím pádem vychází dle vyznačené hodnoty **65,50 %** využití. Tato nízká hodnota byla ovlivněna přestávkami, prostoji a také svátky v 51. týdně, kdy byly Vánoce. Dne 24. – 26. 12. 2016 výroba byla mimo provoz. Detailněji se na tyto hodnoty podíváme v analýze. Už teď je dopředu známo, že nejvyšší možná dostupnost je **91,67 %**, protože vlivem zákonem povinné přestávky lidé pracují pouze 22 z 24 hodin. Díky těmto dvěma veličinám si jednoduše můžeme dopočítat kolik hodin za týden nám způsobují nedostupnost pouze prostoje.

Výpočet celkových prostojů:

$$91,67 \% - 65,55 \% = \mathbf{26,17 \%}$$

Celkem využitelný časový fond – 168 hodin/týden – 14 hodin/týden (přestávka) = 154 hodin.

154 x 26,17 % = **40,3 hod/týdně.**

Na základě jednoduchého výpočtu nám vychází, že každý týden ztrácíme vlivem prostojů celkem 40,3 hod/týdně průměrně. Tyto prostoje ovlivňuje zejména chybějící materiál, opravy, automatické zastavování a přestavby.

7.3.2 Výkon

Výkon je v našem případě ovlivněn zejména špatným balancováním linky a nedostatečně vytiženou kapacitou. Kapacita linky je 17 operátorů na každé straně, ale podle posledních údajů tento průměr byl v týdnech 44/2016 – 7/2017 pouze 10,54. Dalším problémem bylo také nedostatečné proškolení některých dělníků, což bylo dáno vysokou nemocností a toho, že spousta pracovníků byla převelena na linku VW Golf, kde hrozily vyšší náklady za dopravu. Výkon se automaticky vypočítá v systému. V něm jsme získali následující hodnoty:

Tabulka 8 Výkon linky (vlastní zpracování)

Týdny	Pravá strana	Levá strana	Průměrný výkon
2016/44	56,36%	62,12%	59,24%
2016/45	59,04%	59,10%	59,07%
2016/46	57,60%	57,32%	57,46%
2016/47	58,81%	58,86%	58,84%
2016/48	56,52%	56,28%	56,40%
2016/49	53,13%	49,40%	51,26%
2016/50	49,42%	51,16%	50,29%
2016/51	48,38%	49,49%	48,94%
2017/01	53,19%	50,96%	52,08%
2017/02	48,30%	51,26%	49,78%
2017/03	51,00%	51,87%	51,43%
2017/04	55,30%	49,45%	52,38%
2017/05	53,45%	51,23%	52,34%
2017/06	52,54%	48,66%	50,60%
2017/07	55,84%	54,77%	55,31%
2017/08	58,75%	55,35%	57,05%
Průměr	54,23%	53,58%	53,90%

Můžeme si povšimnout, že celkový výkon linky dosahuje pouze **53,90 %**.

Na obrázku níže nalezneme celkové balancování pro 12 operátorů, které způsobuje velkou mírou nízký výkon linky.

- Celkový čas čekání je podle normy: **179,71 vteřin**,
- Celkový čas práce všech operátorů: **1128,17 vteřin**
- Výpočet BTI $(179,71/1128,17) = 15,93 \%$.

Op.	basic time (tg)	waiting time (tw)
1	96,28	12,71
2	99,20	9,79
3	70,00	38,99
4	108,28	0,71
5	108,87	0,12
6	108,99	
7	88,75	20,24
8	108,16	0,83
9	99,08	9,91
10	63,59	45,40
11	77,16	31,83
12	99,81	9,18

Obrázek 31 Balancování jednotlivých operací
(vlastní zpracování)

7.3.3 Kvalita

Kvalita není pro Hellu, až takový problém, proto nezasahuje výrazným způsobem do OEE. Volkswagen dokonce udělil za kvalitu velmi vysoké hodnocení. Je to dáno i tím, že je světlomet velmi důkladně interně a externě kontrolován. Kvalita v % se vypočítá jako počet nekvalitních kusů/počet kusů kvalitních celkový výsledek.

Tabulka 9 Kvalitní kusy montážní linky
(vlastní zpracování)

Týdny	Pravá strana	Levá strana	Kvalita v %
2016/44	98,06%	98,38%	98,22%
2016/45	97,91%	97,85%	97,88%
2016/46	97,97%	98,82%	98,39%
2016/47	98,45%	98,69%	98,57%
2016/48	98,23%	97,63%	97,93%
2016/49	98,90%	98,67%	98,78%
2016/50	98,84%	98,50%	98,67%

2016/51	98,42%	98,79%	98,61%
2017/01	98,52%	97,47%	98,00%
2017/02	98,52%	98,67%	98,60%
2017/03	97,78%	97,58%	97,68%
2017/04	97,90%	98,18%	98,04%
2017/05	98,67%	98,34%	98,50%
2017/06	98,23%	98,21%	98,22%
2017/07	98,73%	98,39%	98,56%
2017/08	99,17%	98,95%	99,06%
Průměr	98,39%	98,32%	98,36%

Celková kvalita pro výpočet OEE je **98,36 %**. V rámci provozu jsou zde však i jiné než kvalitativní problémy. Tím pádem se kvalitou nebudeme již detailněji zabývat. Jedná se vždy o interní nekvalitu, proto je číslo vyšší.

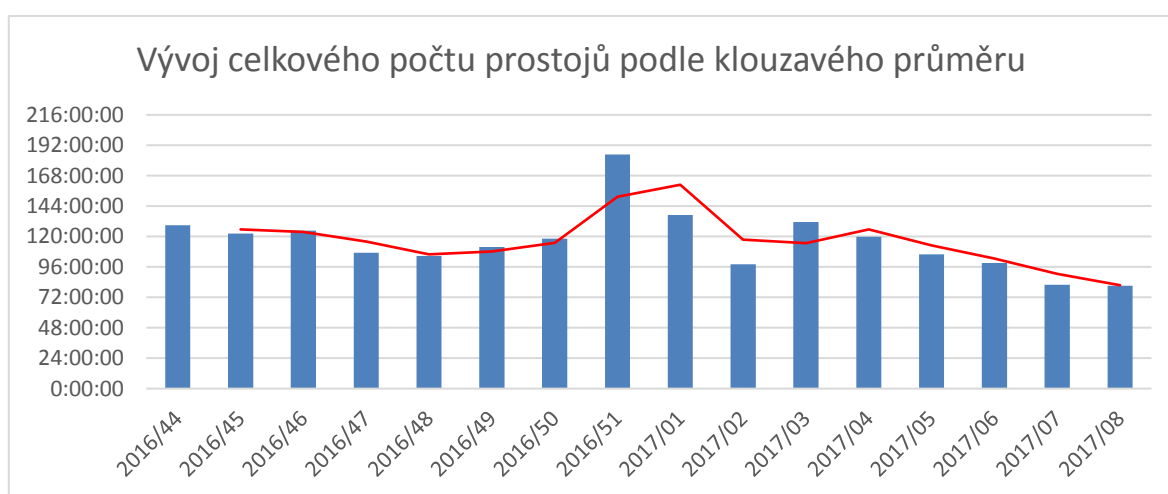
7.3.4 Výpočet OEE

Dostupnost x výkon x kvalita = **65,50 % x 53,90 % x 98,36 % = 34,72 %**.

8 FÁZE ANALYZOVAT

8.1 Analýza prostojů

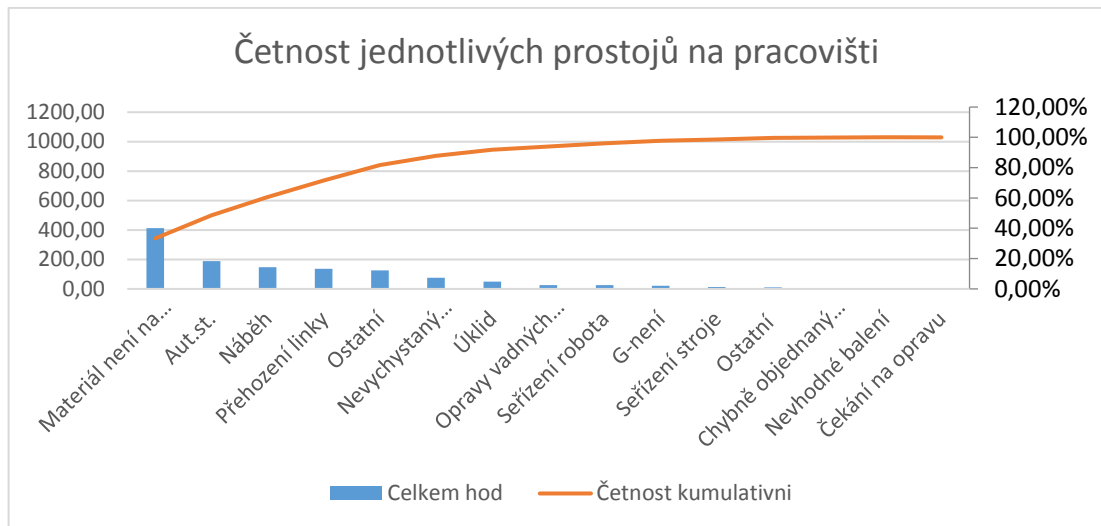
V rámci analýzy prostojů jsme si vybrali data od 44/2016 – 2017/08. Můžeme si všimnout, že zatímco ke konci roku 2016 byl tento trend téměř ve stejné hodnotě, až na 51. týden, kde je tento vliv daný vánočními svátky. Pro rok 2017 nastaly určité změny, které se pozitivně odrazily v kolísavém snížení prostojů. Výjimkou je 3. týden v roce 2017, kde došlo k prudkému nárůstu chybějícího materiálu. Naším cílem je však tento trend ještě snížit hlavně u prostojů, které se týkají chybějícího materiálu přímo na lince.



Obrázek 32 Vývoj prostojů (vlastní zpracování)

Za těchto 16 týdnů v součtu pravé a levé strany linky nám to způsobuje více než 411 hodin prostojů. Což je ztráta ve výši 16 %. Pracovníci linky tento problém řeší tím, že vyrábí jinou variantu světlometu, které není v současné době v plánu. Jedná se tak u případu, kdy materiál není na skladě.

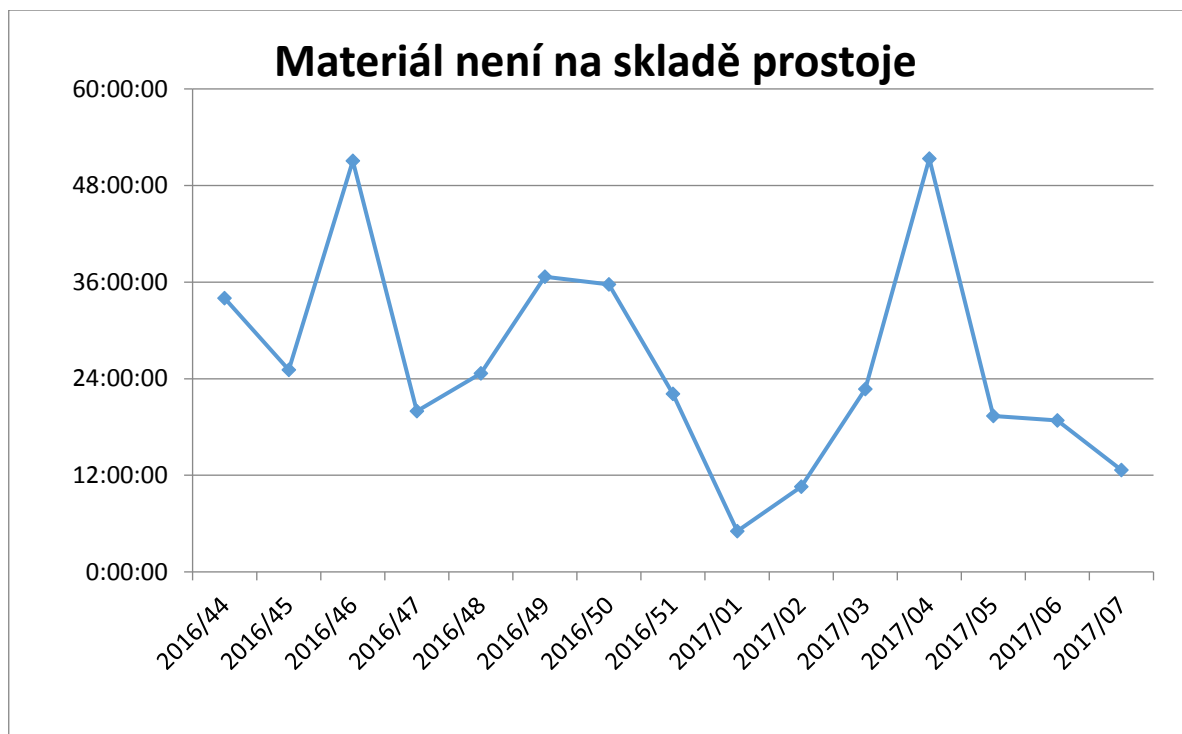
Pro zpřesnění následujícího prostoje se v následující podkapitole budeme zabývat snímkem pracovního dne team leadera, který prostoje zadává do systému. Tento prostoje nám způsobuje více než 33 % ztrátu dostupnosti linky. Dalším problémem je tzv. auto stop, který je způsoben automatickým zastavením robotů, což je hlavně nedostatečným obsazením linky operátory. Náběh a přehození linky je způsobeno nezkušenými lidmi při přehození linky a neustálým přehazováním v případě nedostatečného počtu materiálu pro danou variantu. Pro lepší představu v rámci četnosti jednotlivých prostojů nám poslouží následující Paretova analýza, podle níž máme největší problém s prostojem, materiál není na skladě:



Obrázek 33 Paretův diagram neshod (vlastní zpracování)

8.2 Chybějící materiál na skladě

Pro lepší vývoj prostoje nám poslouží následující vývojový diagram, který nám ukáže vývoj prostoje od 44/2016 – 07/2017. Výkyv 03/2017 byl způsoben zmatkem u externí logistické firmy. Osa Y reprezentuje kumulativní počet hodin na levé a pravé straně a osa X vývoj v jednotlivých týdnech:



Obrázek 34 Průběhový diagram neshod (vlastní zpracování)

8.2.1 Snímek pracovního dne TL

V 9. týdnu 2017 jsem uskutečnil v průběhu 6 a půl hodiny snímek pracovního dne. Můžeme si všimnout, že činnosti TL se zabývá pouze 2:26 svého celkového času. Tato činnost zahrnuje účast na ranní schůzce s nadřízenými, zaznamenávání hodinového plánu, zapisování prostojů, zapisování plánu, koordinace operátorů, manipulantů a také komunikace s předmontáží. Komunikace ohledně chybějícího materiálu mu zabere více než 2 hodiny času. Tato činnost zahrnuje kontrolu dostupnosti materiálu na lince a neustálou komunikaci s externí logistikou kvůli chybějícímu materiálu. V průběhu tohoto dne konkrétně ve 13:00 došlo asi k 15 minutovému zastavení pravé strany linky z důvodu chybějícího materiálu u varianty RS a kvůli tomu se přecházelo na variantu MXB. Zhruba 33 minut mu zabrala komunikace s IT pracovníky ohledně špatného tisku průvodek.

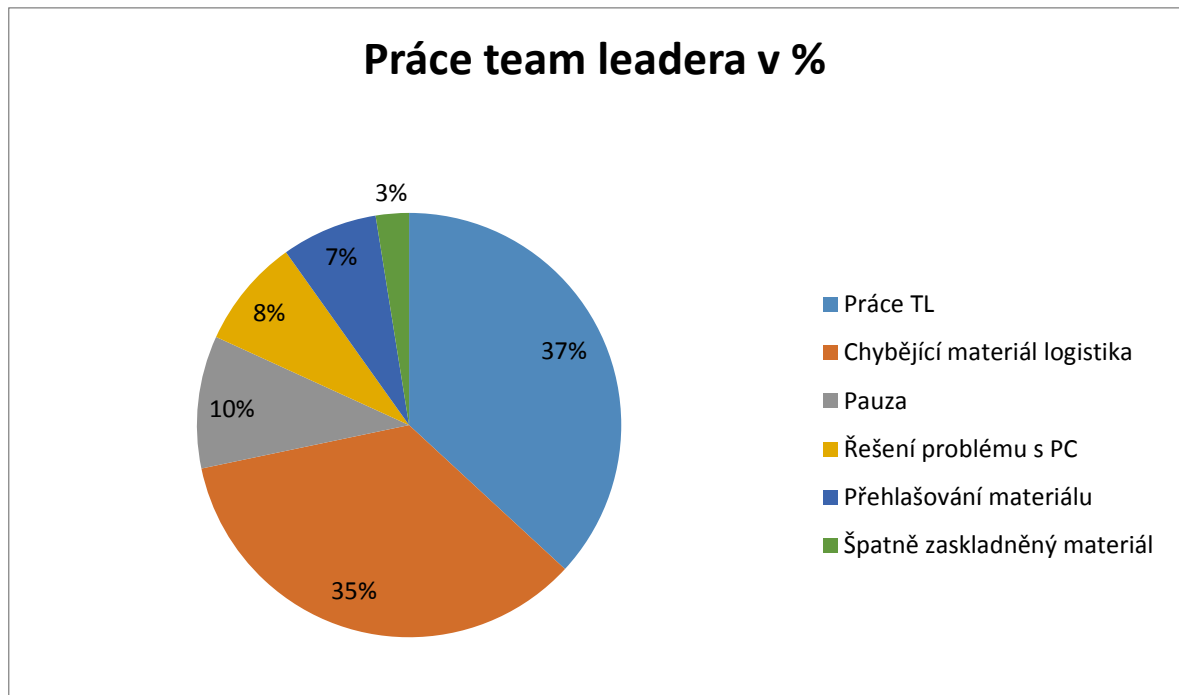
V rámci pracovní směny se stává velmi často, že předmontáž nestíhá 3 hodinový předstih v rámci předmontáže některých skupinek, tak se uskládá přímo do skladové zásoby za linkou, ale musí se přehlašovat v SAP, protože materiál je přemístěn přímo na linku. Pokud se materiál nepřehlásí, tak v SAP je stále uvedený materiál na místě skladové zásoby a způsobuje to komplikace v rámci náběhu další varianty.

Dalším problémem je, že pokud se spotřebuje pouze určitý počet kusů, tak v rámci průvodky toto číslo často nebývá přepsáno, a tak dochází k nesouladu mezi skutečným počtem kusů a počtem kusů v systému. 10 minut strávil tím, že od externí logistiky přišel špatně uskladněný materiál, který se musel přeskládat. Tento případ se stává podle informací manipulantů výjimečně.

Tabulka 10 *Pracovní den TL*

(*vlastní zpracování*)

Popisky řádků	Součet z Celkem čas
Práce TL	2:26:00
Chybějící materiál logistika	2:18:00
Pauza	0:40:00
Řešení problému s PC	0:33:00
Přehlašování materiálu	0:29:00
Špatně zaskladněný materiál	0:10:00
Celkový součet	6:36:00



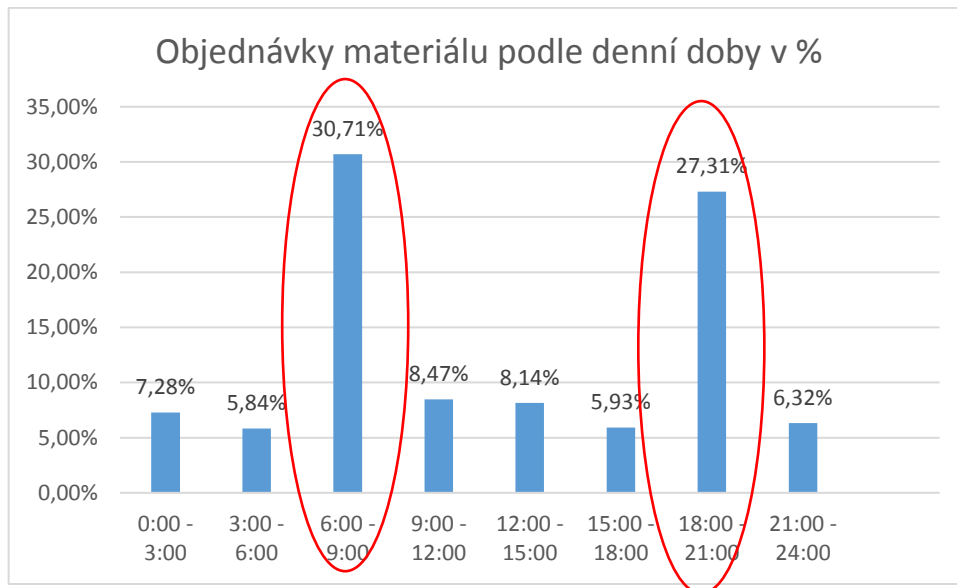
Obrázek 35 Vyhodnocení práce TL (vlastní zpracování)

8.2.2 Pracovní program manipulantů

Úkolem každého manipulanta je obstarávat materiál lince. Problémem je, že chybí školení, díky kterému by věděl, který materiál patří do určité varianty světlometu, a jak dopředu je potřeba ho objednávat. Na grafu níže můžeme vidět, že nejčastěji probíhají objednávky mezi 6:00 – 9:00, 18:00 – 21:00. Je to způsobeno střídáním směn a tím, že předchozí směna nedokáže materiál zajistit s dostatečným předstihem.

Plno manipulantů se snaží potřebný materiál obstarat hned na začátku své směny, aby si ušetřili práci. Pak už jenom postupně doplňují spotřební materiál, jako jsou šrouby nebo jiný drobný materiál. Těchto výkyvů si můžeme povšimnout na grafu, který je umístěn níže. Po pracovních rozhovorech s manipulanty jsem se dozvěděl, že pro následující linku objednávají materiál maximálně 1 – 2 hodiny dopředu. Správně by všichni měli materiál objednávat od externí firmy s 3 hodinovým předstihem. Pokud každá linka objednává materiál jako doposud, tak dochází k zahlcení logistiky a ti pak nestíhají dodávat.

Na následujícím grafu můžeme vidět, v kterou dobu byl jednotlivý materiál objednán. Týká se celé firmy ne pouze linky Audi A6.:

Obrázek 36 *Objednávky materiálu (vlastní zpracování)*

8.2.3 Analýza problému s externí logistikou

Hella má s externí logistikou nasmlouváno, že veškerý materiál bude dodaný s 3 hodinovým předstihem. Je to z důvodu 3 hodinové bezpečnostní zásoby. Firma průměrně dodává materiál za 2,551 hodiny, ale téměř 30 % materiálu přichází se zpožděním. Společnost řeší situaci následovně:

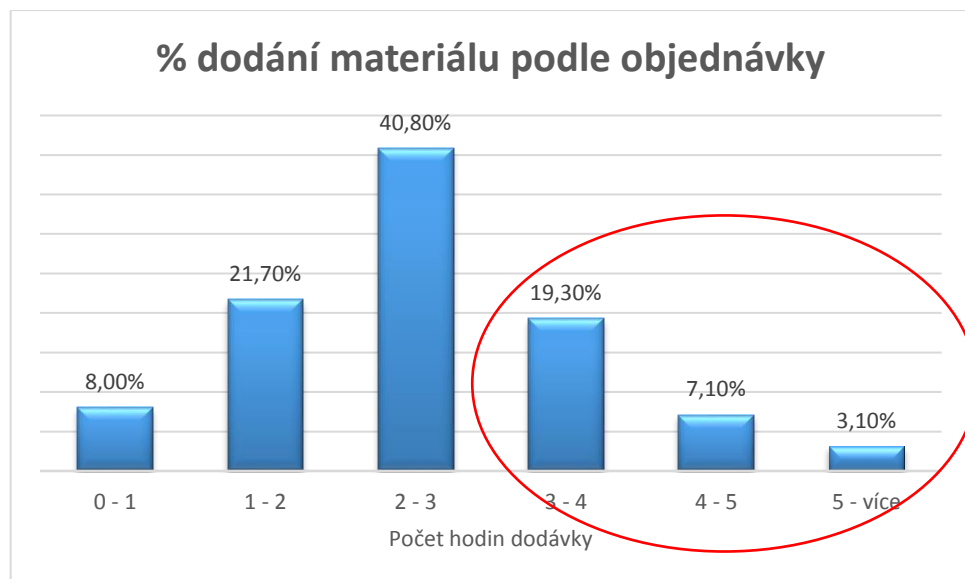
- Hella je nucena zastavit montážní linku a tím pádem nestíhá včas dodávat zákazníkovi,
- nabíhá varianta, na kterou je k dispozici materiál, ale zvyšují se prostoje u náběhu výroby a operátoři nejsou dostatečně vytíženi.

Pokud materiál není k dispozici, tak manipulanti je chodí vyzvednout do skladu 602 a 604, které jsou přímo v hale. Některý je uložený v externím skladu, který po objednání dováží kamion a jeho nakládka a vykládka trvá dohromady 1,5 hodiny. Externí sklad je umístěn přibližně kilometr od společnosti. Bylo již několik investičních záměrů, kdy se měl vybudovat přes cestu most a nemusel by se tak využívat kamion. Tyto záměry však domovská společnost odmítla vybudovat z důvodu nákladnosti. Jiný typ skladování není v současné době možný.

Vlivem několika faktorů celkem 29,5 % materiálu přichází celkově do Helly se zpožděním. Graf byl vyhodnocen pozorováním 1000 různých dodaných kusů materiálu:

Tabulka 11 Dodávky materiálu (vlastní zpracování)

Doba dodání	Četnost	Střed intervalu	Podíl	Výsledek
0 - 1	80	0,5	8,00%	0,04
1 - 2	217	1,5	21,70%	0,3255
2 - 3	408	2,5	40,80%	1,02
3 - 4	193	3,5	19,30%	0,6755
4 - 5	71	4,5	7,10%	0,3195
5 - více	31	5,5	3,10%	0,1705
Suma / průměr	1000	18	100,00%	2,551



Obrázek 37 % dodávky materiálu (vlastní zpracování)

8.2.4 Vyhodnocení největší problémů s návrhem řešení

Tabulka 12 5 x proč (vlastní zpracování)

Jak problém vznikl	Popis problému: Proč je linka Audi A6 neustále zastavovaná?
	Proč: protože, chybí potřebný materiál!
	Proč: protože, externí logistika nestíhá dodávat do 3 hodin!
	Proč: protože: protože manipulanti a TL objednávají materiál buď s předstihem nebo s časovým zpožděním.
	Proč: protože: nejsou pracovníci dostatečně proškolení a neuvědomují si tyto důsledky tyto důsledky

Proč: protože: nikdo si tyto důsledky neuvědomoval a externí logistika průměrně dodávala materiál podle smluvené doby dodání.

Tento problém budeme řešit v následující kapitole následujícími způsoby:

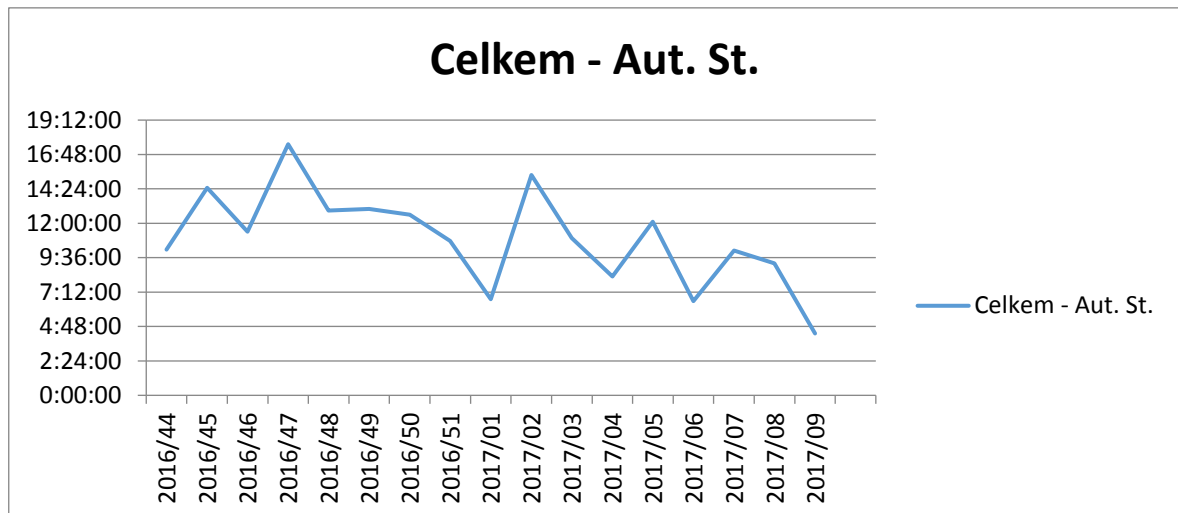
- vytvoří se kontrolní mechanismus s dobou, kdy bude materiál objednáván,
- bude se přepisovat na průvodkách skutečný počet kusů, aby došlo, k co nejmenší chybě v počtu materiálu ve skladových zásobách,
- logistika bude donucena veškerý materiál po změně objednávky doručovat do 3 hodin po objednávce,
- TL už nebude muset tolik řešit nedostatek materiálu na lince a bude lépe koordinovat manipulanty, aby byl vždy zajištěn materiál na 3 hodiny dopředu,
- vytvoří se kontrolní mechanismus, kdy externí logistika bude kontrolovat dostupnost materiálu,
- pro tyto záležitosti bude vytvořeno speciální TWI školení pro manipulanty,
- častěji se bude kontrolovat spolehlivost počtu zásob u kritických dílů.

8.3 Prostoje kategorie autostop

Tento problém vyhodnocuje na pracovišti robot. Vždy, když není zrovna v provozu, tak eviduje svou vlastní nečinnost. Tento problém je způsoben hned dvěma faktory:

- nedostatečně naplněná kapacita na lince,
- nedostatečně vybalancovaná linka.

Týdenní vlivy na autostop byly velmi rozdílné. Zajímavé je, že nejnižší hodnota prostoje u autostopu byla v 51/2016 a zároveň v 1/2017 byl prostoje o více než 7 hodin na obou linkách vyšší. Pojďme si autostop analyzovat trochu detailněji.



Obrázek 38 Průběhový graf neshod (vlastní zpracování)

8.3.1 Vliv autostopu na počet lidí na lince

Pro lepší představu si vybereme opět hodnoty celkem z 16 týdnů, které máme v systému k dispozici. Bohužel si můžeme všimnout, že rozpětí v počtu lidí na lince je velmi nízké, a tak tento vliv nezachytíme, až takovým způsobem. Rozpětí počtu operátorů na lince se na obou stranách pohybovalo od 9 – 12. Z toho důvodu není vysoká ani směrodatná odchylka, variační rozpětí a je téměř nulová korelace, tedy číslo, které udává závislost těchto dvou hodnot. U těchto hodnot si nemusíme vypomáhat ani korelačním diagramem.

8.3.2 Nedostatečně vybalancovaná linka

Jak jsem již zmiňoval v části M, tak vlivem nízkého počtu lidí na lince dochází k nedostatečnému vybalancování linky. V kapacitě při 17 zaměstnancích. BTI dosahuje přes 15 %. V reálu to však funguje trochu jinak než za pomoci MTM normy. V ní má každý operátor pevně daných 2 – 4 pracovních operací.

Jednotliví operátoři si vzájemně u pracovních úkonů vypomáhají. Opravdu to nefunguje tak, že by některý z nich čekal více než 45 vteřin, jak je to uvedeno v normě na obrázku níže. Ten čekací čas je daleko nižší. Zažil jsem to, když jsem pár směn pracoval jako nezkušený operátor přímo na místě.

L010 - Šroubení skupinky skla a rámu	53,05			10		53,05	97,29
E125 - Vysavač - skupina skla a rámu	10,54	31,20		10		41,74	19,33
130 - Lepení	55,18			11		55,18	83,40
ROBOT - LEPENÍ		64,68				64,68	
160 - Ventilační elementy	21,98			11		21,98	33,22
170 - Distanční prvky	24,84	16,92		12		41,76	29,02
180 - Dekorativní kontrola	47,83			12		47,83	55,89
190 - Balení	27,14			12		27,14	31,71

Obrázek 39 Rozdělení operací (interní materiál Hella)

Na předchozím obrázku si můžeme všimnout, které místo by mělo být na lince tzv. „úzkým místem“. Jediný robot na lince má procesní čas ve výši **64,68 vteřin**.

Výpočet potenciálu linky:

Procesní čas robota: **64,68 vteřin**

Požadované OEE: **0,85**

Potenciální čas 1 směny: **43 200 vteřin**

Výpočet: $(43\,200 \times 0,85) / 64,68 = 567 \text{ ks}$.

Na základě těchto výpočtů při využití plného potenciálu jsme schopni vyrobit při 100% výkonu 567 ks výrobků. Jelikož jsme výkon počítali podle OEE, tak víme, že linka funguje pouze na 53,8 % potenciálu:

$567 \times 0,539 = 305 \text{ ks} \rightarrow 567 - 306 = 261 \text{ ks ztráta!}$

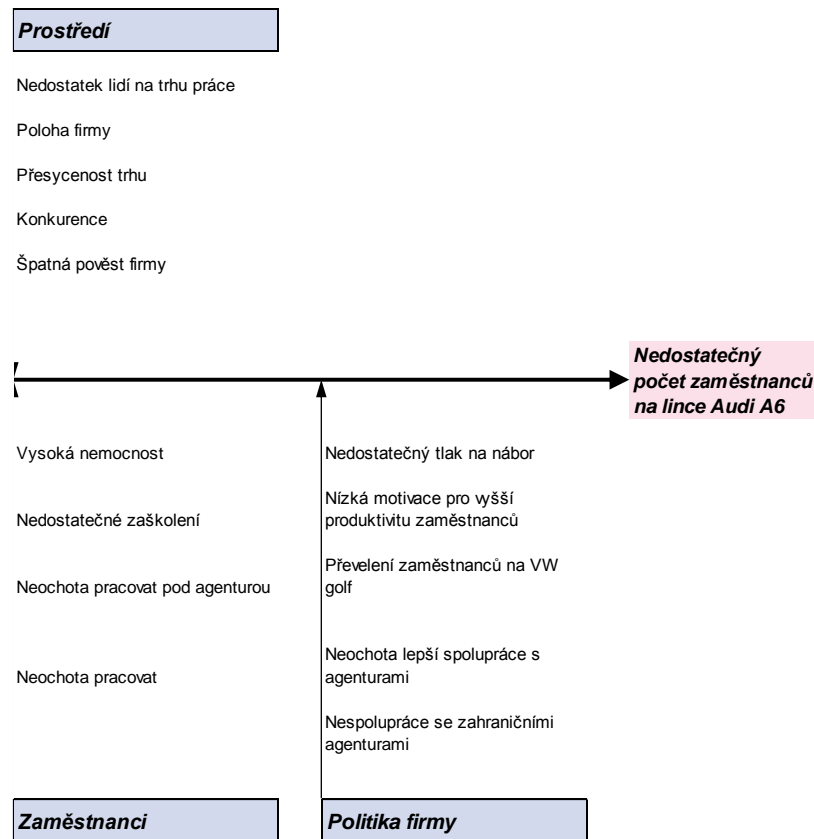
Na základě tohoto výpočtu můžeme zdůraznit, že linka přichází každou směnu o výrobu 261 ks.

8.3.3 Nedostatečný počet lidí na lince

Nedostatečný počet pracovníků na lince můžeme rozdělit na 3 základní faktory a mezi ně patří:

- politika firmy,
- zaměstnanci,
- prostředí.

Rozbor těchto faktorů nalezneme na následujícím Ishikawa diagramu:



Obrázek 40 Ishikawa diagram (vlastní zpracování)

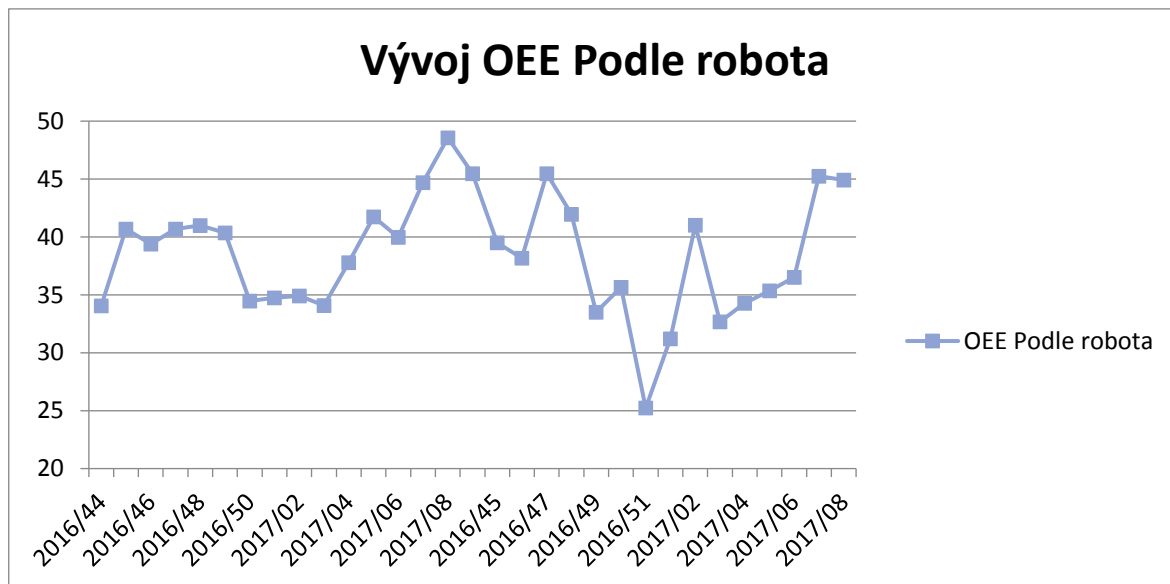
Prostředí je faktor, který je daný zejména současnou situací na trhu práce. Jelikož panuje silná expanze a téměř nulová nezaměstnanost, tak se spousta firem potýká s problémem náborem nových pracovníků. Pro tyto účely využívá pracovní agentury, u kterých je obrovská výhoda v možnosti rychlé vypovězení smlouvy v případě nedostatečného počtu zakázek. Na druhou stranu, ne každý zaměstnanec je ochotný pracovat pod agenturou. Je zajímavé, že ačkoliv Hella byla několikrát zvolena zaměstnavatelem Olomouckého kraje, tak u po rozhovoru s místními lidmi je patrné, že nemá u všech dobrou pověst.

Data byla pořízena v období chřipkové epidemie, a tak nedostatek lidí je velmi ovlivněn právě vysokou nemocností.

Ve firmě pracuje pod agenturou spousta pracovníků z Polska, ale nevyužívají natolik kvůli problémů s vízy Ukrajince, kterých je jinak na českém trhu dostatek. Problémy s nízkou motivací pro produktivitu práce pak podpoří přidaná variabilní složka do mzdy, která se týká počtu vyrobených kusů výrobků.

8.4 Vývoj OEE

V následující tabulce můžeme vidět analytický vývoj průběhu OEE za uplynulých 16 týdnů. Můžeme konstatovat, že od 3/2017 až na poslední hodnotu v 8/2017 se neustále zvyšuje, což je důsledkem toho, že se v posledních týdnech se začalo detailněji sledovat.



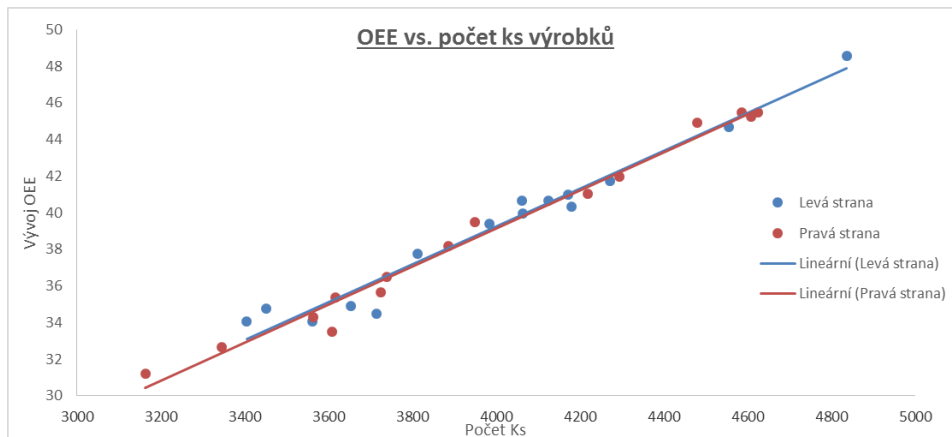
Obrázek 41 OEE linky (vlastní zpracování)

8.5 Vliv jednotlivých faktorů na sobě závislých

Naše domněnky toho, že tyto faktory působí na OEE si ověříme podle následujících korelačních diagramů.

8.5.1 Vliv OEE na počet kusů výrobků

Na následujícím korelačním diagramu můžeme vidět, že OEE je přímo úměrné počtu vyrobených kusů výrobků. Tedy čím více OEE, tím vyšší počet vyrobených výrobků. Tento graf jsem uvedl pouze pro obhajobu důvodu, proč je tak důležité celkové využití linky sledovat.

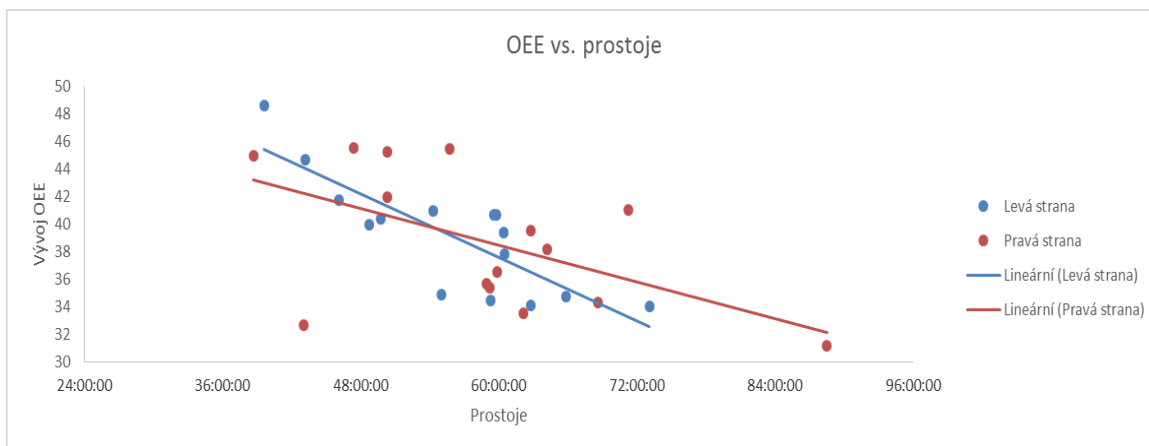


Obrázek 42 Korelační graf (vlastní zpracování)

Následující tabulka nám pak dále ukazuje, jak počet lidí na lince, prostoje a počty vyrobených kusů ovlivňují OEE. Nejvíce ji ovlivňuje právě výše uvedené vyr. ks, dále pak negativně prostoje a následně obsluha zejména na pravé straně. Na levé straně ji tolik neovlivňuje, protože u ní není tolik zaučených zaměstnanců linky.

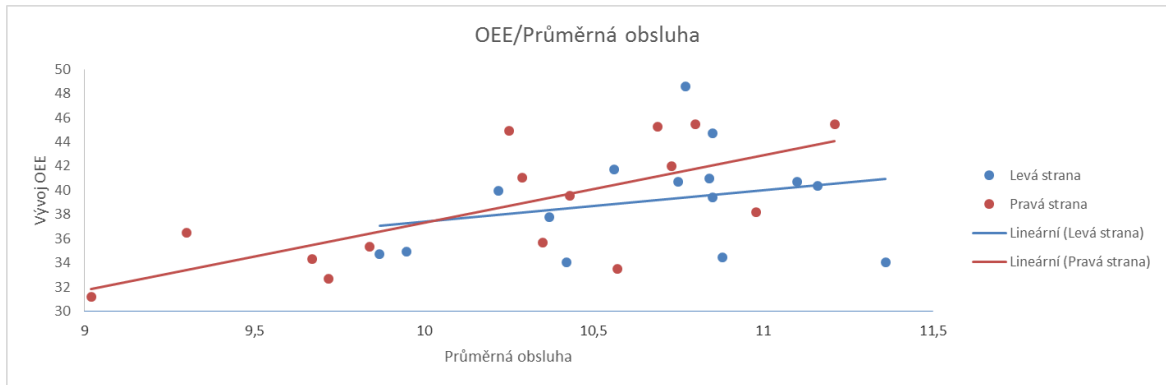
Tabulka 13 Ovlivňující veličiny OEE

Ovlivňující veličiny OEE	Obsluha	Prostoje	Vyr ks.
Levá strana	0,266968139	-0,82065819	0,982255
Pravá strana	0,699952346	-0,54119928	0,992233



Obrázek 43 Korelační graf OEE vs. prostoje (vlastní zpracování)

OEE závislé na průměrné obsluze na levé a pravé straně linky:



Obrázek 44 Korelační graf OEE vs. průměrná obsluha (vlastní zpracování)

8.5.2 Vlivy na počet kusů výrobků

Počet vyrobených výrobků ovlivňují zejména 2 faktory a tím je pozitivně průměrná obsluha a negativně celkový čas prostojů. Na základě těchto dvou grafů můžeme konstatovat, že se firmě skutečně vyplatí nabrat vyšší počet operátorů a zároveň se snažit snížit jednotlivé prostoje. Hodnoty, s kterých jsme čerpali naleznete v P IV.

9 FÁZE ZLEPŠOVAT

9.1 VSD

V rámci nové mapy došlo ke dvěma výrazným zlepšením. Prvním je snížení skladovací zásoby na předvýrobě, kdy vylisovaný díl nejprve putoval z předvýroby na sklad č. 602. Jelikož skladovat tento materiál celých 24 hodin je zbytečný, tak jsme v závislosti na změnu objednávání všech výrobků na linku snížili tuto zásobu pouze na 3 hodiny. V rámci toho, aby byla výroba plynulá, tak stačí, aby materiál z předvýroby putoval přímo na pokovení.

Po pokovení dříve tento materiál znovu na sklad 602. Již ve fázi M jsme stanovili novou normu, která počítá se sundáním za 62,32 místo původních 65 sekund. Po našem zásahu plánujeme jeho převezení zase s 3 hodinovým předstihem na předmontáž skupinky, kde nám postačí v rámci plynulosti mít pouze 88 ks zásoby, což jsou 2 plné bedny, což zajistí potřebnou minimálně 3 hodinovou zásobu. Další skladování už proběhne klasicky 3 hodiny v X-brázdě za linkou, do čehož neplánujeme zasahovat. Veškeré zobrazení procesu nalezneme v P V VSD.

Tento zásah nám způsobí následující zlepšení:

Tabulka 14 *Výsledné VSD*

(vlastní zpracování)

	Dříve	Potom	Zlepšení
VA time	391 s	388 s	3 s
NVA time	630720 s	483420 s	147300 s
VA index	0,06%	0,08%	0,02

Celkem jsme snížili neproduktivní část o 147 300 sekund, což je snížení necelých **41 hodin** neproduktivního času.

9.1.1 Použití rollů

Dříve se některý materiál z předmontáže skladoval v tzv. gitter boxech, s kterými se špatně manipulovalo a vešlo se do nich pouze 30 ks. Nově se uskladní v rollu, kde se jich vejde 48 ks. Mezi jejich hlavní výhody patří lepší manipulace a větší prostor pro uskladnění. Důvodem proč se Gitterboxy začaly využívat bylo nedostatek Rollů ve společnosti. Po snížení materiálových zásob jich však bude dostatek.



Obrázek 45 Využívání gitter boxu (vlastní zpracování)



Obrázek 46 Využití rollu (vlastní zpracování)

9.2 Spaghetti diagram

V závislosti na zkrácení neefektivního toku materiálu jsem vypracoval nový Spagetti diagram. Jak jsem již zmiňoval v předchozí podkapitole, tak pro následující druh dílu jsme úplně zrušili skladování ve skladu č. 602, a tak jsme dosáhli hned dvou zlepšení:

- snížení neefektivní dopravy materiálu,
- snížení % ztrát a nespolehlivosti dat v IS SAP.

Celkové zobrazení konkrétního toku materiálu v hale naleznete v Spaghetti diagramu, který je součástí P VI.

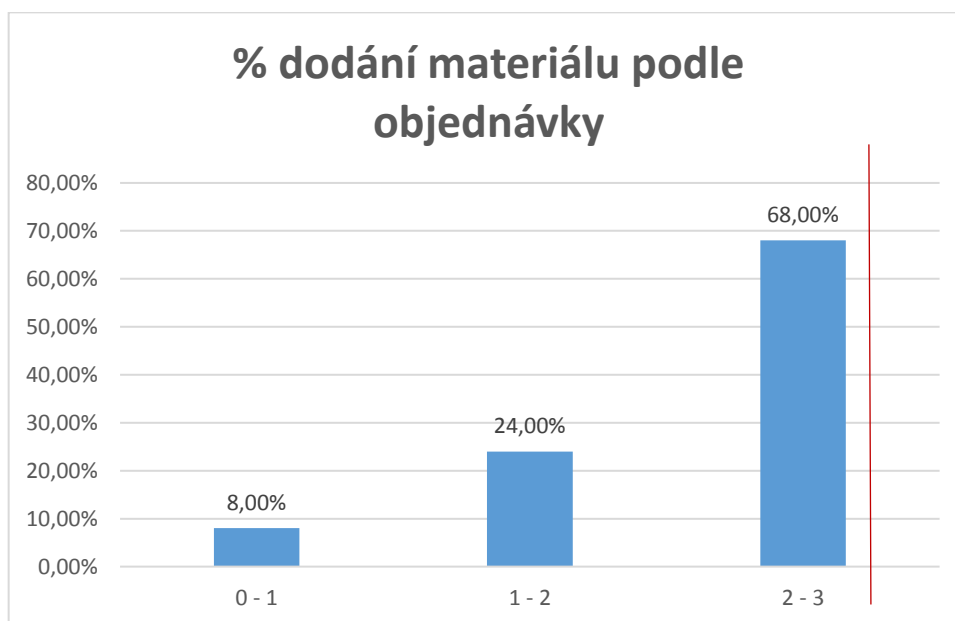
9.3 Kontrola práce logistiky

Pro to, abychom dosáhli všech výsledků je nutné nejprve změnit kontrakt s externí logistikou. Nově budeme akceptovat pouze dodávky do 3 hodin. V případě dodání nad 3 hodiny budou následovat pokuty. Většinu dodávek předpokládáme, že společnost splní v intervalu 2 – 3 hodiny po objednání. V současné době je průměr dodání materiálu ve výši 2,551, ale do budoucna předpokládáme, že se tento průměr sníží na 2,1 hodiny. Toto snížení nastane z důvodu hrozících pokut pro externí společnost a změnu systému objednávání dílů a materiálu ze strany manipulantů a TL.

Tabulka 15 *Práce logistiky (vlastní zpracování)*

Doba do-dání	Četnost	Střed intervalu	Podíl	Celkem
0 - 1	80	0,5	8,00%	0,04
1 - 2	240	1,5	24,00%	0,36
2 - 3	680	2,5	68,00%	1,7
Suma	1000	4,5	100,00%	2,1

Hodnoty v tabulce se do grafu promítnou následujícím způsobem. Za intervalem 2-3 hodin následuje červená čára, která značí neakceptovatelnou část pro Hellu. Tento formulář se bude vyhodnocovat každý týden.



Obrázek 47 *Kontrolní diagram logistika (vlastní zpracování)*

9.4 Standard pro práci manipulantů

Pro to, aby efektivně fungovalo zlepšení, které jsme si stanovili v budoucí mapě hodnot, tak nejprve musíme provést školení se všemi manipulanty a team leadery, kteří mají na starosti objednávání materiálu v celé společnosti.

V rámci vytvoření standardu jsme provedli ústní rozhovory s 10 různými manipulanty a na jeho základě jsem vytvořil tento školící dokument. Po proškolení všichni dokument podepíší a zavážou se tak k jeho dodržování. Bude se brát zřetel, aby se materiály nebo díly objednávaly vždy 3 hodiny předtím, než bude potřeba. V návaznosti na kontrolu dodržování standardu se bude sledovat každý týden % objednávání vybraných dílů ve společnosti. Bohužel nestačí, aby byla změna provedena pouze na lince Audi A6. Z toho důvodu je to nemožné prozatím realizovat a vše připravujeme spustit v plném provozu až od září 2017. V rámci zásad nejdůležitějších činností bude proškoleno více než 100 lidí.

ZÁZNAM O ROZBORU PRACOVNÍ INSTRUKCE

Operace: Pracovní instrukce pro práci manipulanta
Celé jméno, podpis: _____
Datum: _____

Tabulka 16 Standard školení (vlastní zpracování)

DŮLEŽITÉ KROKY	KLÍČOVÉ BODY	DŮVODY
Logický úsek pracovního postupu, kdy se děje něco, co posune práci dopředu	Cokoliv, co by v rámci kroku mohlo: 1. Provést nebo narušit práci - kvalita 2. Poranit pracovníka - bezpečnost 3. Usnadnit práci, např. "cvik", "trik", zvláštní načasování, speciální informace - usnadnění	Důvody klíčových bodů
Kontrola dostupnosti materiálu v lince	1. V pravidelných intervalech procházet celou linku 2. Zkontrolovat, který materiál postupně dochází a hrozí tím pádem zpomalení linky. 3. Tento materiál je nutné doplnit.	V případě nedoplnění materiálu dojde k zastavení linky

Kontrola dostupnosti materiálu na následující přehoz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poradit se s TL, kdy se bude přecházet na novou variantu. 2. Minimálně 3 hodiny před přehozem objednat potřebný materiál pro danou variantu. 	Zajištění plynulosti linky.
Doplňování spotřebovaného materiálu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zkontrolovat dostupnost materiálu na skladě v IS SAP. 2. V případě nedostupnosti, zkontrolovat, zda došlo k příjmu materiálu. 3. Pokud nedošlo ani k příjmu materiálu, tak je nutné okamžitě materiál znovu objednat. 4. Nutné informovat TL a přehodit na variantu, ke které je materiál k dispozici. 	Nutné k zajištění plynulosti linky.
Potvrzení příjmu materiálu.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Materiál přiveze ze skladu logistik a ten musí manipulát zkontrolovat a potvrdit podpisem 	V případě přijetí špatného materiálu manipulátem přechází vina na manipulanta.
Chybějící materiál	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nutné upozornit TL. 2. Přehoz na jinou variantu 	Zajištění plynulé linky.
Předávání na následující směnu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zajistit materiál minimálně na 3 hodiny dopředu. 	Z důvodu zajištění plynulosti linky pro následující směnu.
Odklizení obalového materiálu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obaly přemístit na místo označené jako „obalový materiál“. 	Zaměstnanec logistiky přemístí tento materiál do skladu.

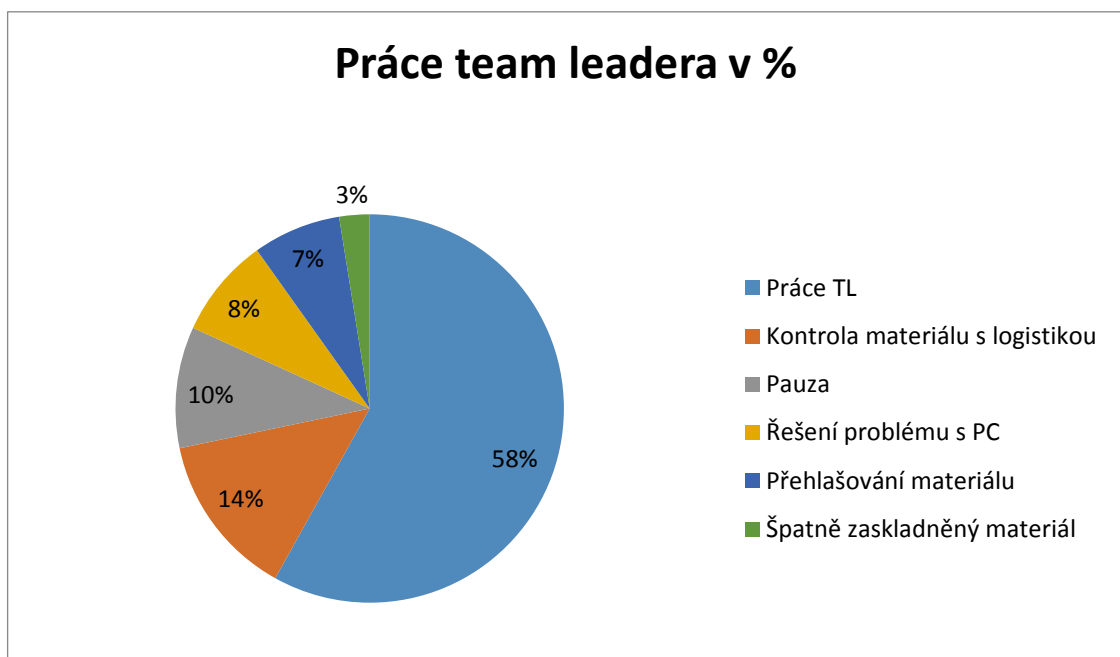
9.5 Nová náplň práce team leadera

Team leader už nebude tolik zaměstnáván sháněním chybějícího materiálu pro náběh montáže nové varianty světloometu. Bude zatížen pouze 2 hodinovým rozhovorem s externí logistikou. Na každé lince bude k dispozici pracovník externí logistiky, který bude přicházet

každou hodinu na linku a ptát se, který materiál chybí. V případě jakéhokoliv problému s dodáním dílů je s tímto pracovníkem také v telefonickém kontaktu.

Nově bude mít na starosti lepší koordinaci manipulantů, aby byli lépe informováni, že se bude nabíhat nová varianta. Je přímo zodpovědný za to, aby byl materiál objednan pouze s 3 hodinovým předstihem. K tomuto kroku ho nutí kontrolní formulář, který bude týdně vyhodnocován vždy na montážní lince. Ten formulář je lépe rozpracovaný v řídicí fázi projektu.

Graf budoucího snímku pracovního dne TL naleznete na následujícím obrázku. Předpokládáme, že kontrole materiálu se úplně nevyhne. To stejné taky přehlašování materiálu na kvůli tisku průvodek. Pramení to z toho, že firma není ochotna více investovat do modernější technologie zobrazení elektronického toku materiálu jako je např. RFID technologie. Každý TL denně řeší problém s PC většinou z důvodu špatně tisknutí průvodek materiálu. V závislosti na vyšší tlak na dodržování standardů se zvýší % podíl efektivní práce.



Obrázek 48 *Práce team leadera v % (vlastní zpracování)*

V rámci zlepšení je TL nebo manipulant nucen přepisovat počet kusů na průvodce u rollu. Dříve se tento přepočít zapisoval pouze do IS SAP, ale i kvůli tomu docházelo k velmi častých chybám v počtu objednávky z důvodu nespolehlivosti dat. Stávala se situace, kdy pro náběh výroby kvůli nízkému počtu na průvodce se objednal menší počet kusů materiálu

potřebný pro následující variantu. Tento požadavek vznikl po tlaku vedení společnosti na základě toho, že jsem i já na problém několikrát upozornil.



Obrázek 49 Evidence průvodek
(vlastní zpracování)

Pro zpřesnění dat podle skutečnosti a IS SAP byla vytvořena tabulka s kritickými kusy. Vždy se vyplňují skutečné kusy a také v SAP, jak můžete vidět na následujícím obrázku. Tyto vybrané kusy byly vybrány po rozhovoru s pracovníci linky a plánovačkou. Materiál je buď kontrolován ve spolupráci s logistikou nebo za asistence plánovačů přímo na lince.

Skupiny LED - stavy

Levá	Datum	10.3.		11.3.		13.3.		14.3.		Datum
		Linka	SAP	Linka	SAP	Linka	SAP	Linka	SAP	
Reflektor tluměný sk. ES	201.743-01	4	21	47	35	157	118	131	96	
Reflektor tluměný sk. LES	201.743-03	293	32	70	52	40	8	70	8	
Reflektor tluměný sk. ES GTI	201.743-06	165	165	165	166	165	166	29	27	
Reflektor tluměný sk. LES GTI	201.743-07	448	429	448	430	250	315	297	343	
Reflektor dálk. sk.	201.744-01	38	4	3	26	0	12	4	73	
Reflektor dálk. sk. GTI	201.744-03	49	83	147	23	5	4	5	7	
Rámek křídlo denní sk.	201.747-01	271	214	271	1328	205	109	62	43	

Pravá	Datum	11.3.		14.3.		Datum		Datum	
		Linka	SAP	Linka	SAP	Linka	SAP	Linka	SAP
Reflektor tluměný sk. ES	201.743-02	6	1	45	3231	81	33		
Reflektor tluměný sk. LES	201.743-04	463	65	64	65	66	66		
Reflektor tluměný sk. ES GTI	201.743-08	43	54	43	54	43	54		
Reflektor tluměný sk. LES GTI	201.743-09	410	24	40	24	40	24		
Reflektor dálk. sk.	201.744-02	100	2	42	8	0	81	0	
Reflektor dálk. sk. GTI	201.744-04	180	11	110	22	292	81		
Rámek křídlo denní sk.	201.747-02	45	9	235	208	796	101		

Poznámka: Po dokončení výroby LED verze provést vždy inventuru těchto dílů - zodpovírá manipulát.

Adresa © POLYMON, s.r.o.

Obrázek 50 Zapisování kritických kusů
(vlastní zpracování)

9.6 Harmonogram implementace

V průběhu června – července proběhne přípravná část školení, kdy ve spolupráci s mistry a plánovači připravíme veškeré seznámení s důležitostmi 3 hodinových objednávek. Školit poté budou pracovníci oddělení průmyslového inženýrství, kteří mají o výrobě nejlepší přehled. Tato přípravná fáze bude dokončena zhruba v půlce července, což je podmínka, protože od 17. – 30. 7. 2017 je nařízená celozávodní dovolená.

Od 1. – 31. 8. pak nastane celková etapa zaškolování všech TL a manipulantů, kteří po skončení budou muset podepsat formulář v předchozí podkapitole, že jsou seznámeni s jeho plněním. Ti, co se z nějakého důvodu školení nezúčastní, tak budou mít možnost se proškolit vždy ve vymezeném termínu v 1. týdnu nového měsíce. Automaticky proškolíme nové manipulanty vždy při nástupu do zaměstnání.

Od 1.9. 2017 nastane pilotní verze projektu, která bude probíhat do 1. 11. 2017. Od 1.11. 2017 pak dojde k zahájení plného provozu projektu a využijeme formulář, který je rozpracovaný v následující kapitole. Důraz bude kladen na 10 – 15% objednávkový interval.

- červen – červenec – příprava školení s plánovači, mistry a logistikou,
- červenec – změna kontraktu externí logistika,
- srpen – školení všech manipulantů a TL v rámci TWI + nová VSD mapa toku,
- 1.9. – 1.10. – pilotní fáze projektu – vychytávání všech chyb,
- od 1.11 – plný provoz projektu (zahájení kontroly – týdenní vyhodnocení).

9.7 Nový výpočet OEE

Ve dnech 13. – 27.3. jsme povedli nové sledování vývoje OEE, které dopadlo takovým způsobem, který je zobrazen na následujícím obrázku. Převážně se nám podařilo OEE zvýšit nad 50 %, což je pozitivní, ale pro trvalé zlepšení je to pouze začátek, protože jestli se Hella i nadále chce prezentovat jako podnik světové třídy, tak je nutné dosahovat OEE hranici blížící se 85 %.



Obrázek 51 Nový vývoj OEE (vlastní zpracování)

Ve výsledku měření se nám podařilo veškeré hodnoty zlepšit.

	Dostupnost	Průměr OEE	Průměr kvalita	Průměr výkon
Nově	77,91%	51,37%	98,39%	67,27%
Původně	65,50%	34,72%	98,36%	53,90%
Rozdíl	12,41%	16,65%	0,03%	13,37%

Obrázek 52 Srovnání hodnot (vlastní zpracování)

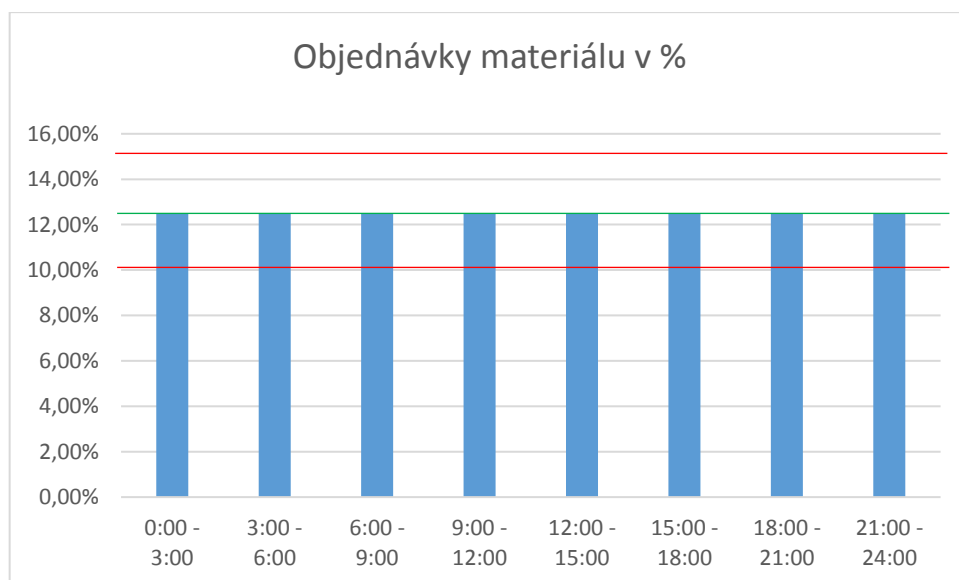
Celková dostupnost stroje se nám zvýšila o 12,41 %, což bylo způsobeno snížením jednotlivých prostojů. Tyto data bohužel ještě nejsou natolik relevantní a nemůžeme k nim brát až takový zřetel, protože původně jsme sbírali data více než 15 týdnů a teď pouze 15 dní. Nemůžeme tedy konstatovat, zda se jednalo o menší výkyv nebo trvalé zlepšení situace za asistence nově vytvořených formulářů.

Zvýšení výkonu o 13,37 % byl dán s největší pravděpodobností obslužností pracovníků. Za těchto 15 dní vypomáhali na lince pracovníci z Německa a Slovenska, z důvodu snahy o výrobu více kusů. O 0,03 % se nám také zvýšila kvalita produkce, což je pouze nepatrné zlepšení. Snížila se také zastupitelnost na jiných projektech např. VW Polo, která již Helle nezpůsobuje tolik problémů a podařilo se ji vlivem proškolení lidí lépe stabilizovat.

10 FÁZE ŘÍDIT

10.1 Kontrolní mechanismus pro objednávání materiálu

Pro kontrolu plnění požadované doby dodávky bude vytvořen graf přítomný přímo na lince. U každé linky se bude kontrolovat % podíl materiálu, který byl v danou dobu objednán. V rámci řízení akceptujeme pouze podíl v intervalu od 10 – 15 %. Objednání bude sledováno na všech pracovištích ve výrobě, kde nějakým způsobem objednávají díly nebo materiál. Díky dodržování následující objednávky, pak můžou být realizovány veškeré již navrhnuté zlepšení na lince. Je však nutné, aby se na tom podílely všechny projekty nejenom Audi A6. Graf bude vypadat zhruba takovým způsobem:



Obrázek 53 Kontrolní graf dodávek (vlastní zpracování)

10.2 Kontrola externí logistiky

Mezi již zrealizované řídicí mechanismy patří kontrolní formulář pro externí logistiku. Lince je k dispozici pracovník logistiky, který přichází každou hodinu na linku a dotazuje se TL, který materiál chybí. Pro tyto účely je již vytvořený formulář a TL společně se zaměstnancem logistiky musí tuto schůzku a čas stvrdit podpisem. V případě, že podpis bude chybět, tak automaticky přechází odpovědnost na TL. To je nutí dohledávat materiál opravdu zodpovědně.

Ukázku z linky Audi A6 můžeme vidět na následujícím obrázku. V tabulce je nutné vyplnit jméno TL z Helly a také podpis z externí firmy. Tento tlak způsobil 14.3., že nechyběl žádný kus materiálu. Formulář jsme vytvořili díky snímku pracovního dne, kdy jsme deklarovali

externí logistice, že je zodpovědnost za chybějící materiál způsobený z velké míry chybějícím materiálem na lince:

Montážní linka: AG DATUM: 14.03.

Čas	MELLA - jméno	Iseda - pozice	FENK - jméno	FENK - pozice	STAV	Chybějící materiál	Komentář
6:30	ZACÍK	Práche	MELLA	##	OK		
7:00	ZACÍK	Práche		##	OK		
8:30	ZACÍK	Práche		##	OK		
9:30	ZACÍK	Práche		##	OK		
10:30	ZACÍK	Práche		##	OK		
11:30							
12:30							
13:30							
14:30							
15:30							
16:30							
17:30							
18:30							
19:30							
20:30							
21:30							
22:30							
23:30							
0:00							
1:00							
2:00							

Obrázek 54 Kontrola logistiky (Vlastní zpracování)

11 REALIZACE PROJEKTU

11.1 Kontrola plnění cílů

Na počátku projektu jsme si v logickém formátu a projektovém listu stanovili několik cílů v rámci této kapitoly je ještě rozebereme.

11.1.1 Zvýšení OEE

Stav: splněno s podmínkou

OEE se nám podařilo splnit pouze částečně. Původně jsme si stanovili cíl zvýšení OEE o 15 %. Na základě měření v průběhu 15 dní se nám cíl podařilo splnit na 16,67 %. Problém je ale v tom, že máme v současné době neporovnatelné hodnoty, a tak nemůžeme konstatovat, zda se jednalo o ojedinělý jev nebo trvalé zlepšení situace. Cíl budeme nadále monitorovat a předpokládáme, že se podaří navýšit po zavedení nového objednávacího systému ještě výrazněji.

11.1.2 Zvýšení VA indexu

Stav: splněno

Díky studii proveditelnosti u VSD jsme celkový VA index zvýšili o 0,02 %, místo plánovaných 0,01. Dosáhneme toho zejména díky zrušení skladové zásoby na skladu č. 602 a zvýšení meziskladové zásoby u procesu „pokovení materiálu“ a předmontáže. Díky tomu se NVA část projektu sníží celkem o 147300 sekund (40,9 hod). Snížení NVA indexu proběhne relativně o 23,35 %. Tuto operaci plánujeme pečlivě monitorovat v pilotní části projektu a snažit se případně o nápravu.

11.1.3 Zvýšení dostupnosti linky

Stav: splněno s podmínkou

Původně jsme plánovali zvýšit dostupnost linky o 10 %, nám se podle údajů ze systému podařilo zvýšit dostupnost o 12,41 %. Bohužel však nemáme tolik prokazatelných hodnot, které by nám mohly přesně tento cíl společně jako u OEE potvrdit. V rámci zlepšování prostupnosti linky metriku budeme nadále sledovat, jestli se jedná pouze krátkodobý výkyv nebo o trvalé zlepšení.

11.1.4 Standardizace práce manipulanta

Stav: splněno

Na základě rozhovoru s 10 konkrétními manipulanty jsem vypracoval nový standard a zásady pro školení všech manipulantů na montážní lince. Pevně věříme, že díky tomu se nám podaří dosáhnout celkového a nekonečného cíle.

11.1.5 Poznání procesu a největších problémů ve výrobě

Stav: splněno

Díky neustálé přítomnosti, rozhovory se zaměstnanci, hledání příčin a výsledků v datech se mi tento cíl podařilo splnit. Uvědomil jsem si, že je to neustálý běh na dlouhou trať a vždy se na ni najde nějaká překážka.

11.1.6 Jiné splněné cíle

Kromě toho všeho jsem konečně vypracoval také chronometraż konkrétního pokoveného dílu, z čeho v současné době čerpá plánování předvýroby.

Tabulka 17 *Plnění cílů (vlastní zpracování)*

Název cíle	Původní stav	Cíl	Skutečnost	Splněno
Zvýšení Va indexu	0,06 %	0,07 %	0,08 %	Ano
Zvýšení dostupnosti	65,50%	75,5 %	77,9 %	Částečně
Zvýšení OEE	34,72 %	49,72 %	51,37 %	Částečně
Standard manipulanta	Ne	Ano	Ano	Ano

11.2 Finanční zhodnocení projektu

Díky zvýšení OEE se podařilo také zvýšit počet vyrobených kusů výrobků. Dříve se na lince podařilo vyrobit průměrně 1118 ks světlometů denně. Po námi navržených krocích se podařilo tento průměr zvýšit na 1151 ks světlometů denně. Vlivem toho, že nemáme

dostatečný počet dat, tak nejsme schopni znovu určit, zda došlo k trvalému zlepšení nebo se jedná pouze o krátkodobý trend. Předpokládáme také, že změně objednávání se tento trend ještě zlepší. Velmi těžce se stanovují celkové investiční náklady, protože kromě své mzdy jsou započítané také mzdy participujících zaměstnanců, kteří o změně diskutovali a budou se kontrolou zabývat (TL, mistr, plánovačka, oddělení OPEX, logistika apod.). Tyto náklady si firma cení celkem na 200 000 Kč/ročně. Dále externí firma musí zaplatit nového zaměstnance, na kterého činí náklady 420 000 Kč/ročně, který se doptává na skutečný stav zásob. Přibližný zisk na 1 ks výrobku činí 750 Kč. Můžeme počítat pouze s 350 dny, kdy přibližně v podniku běží výroba.

Pro ekonomické vyhodnocení výhodnosti projektu použijeme dobu splácení, čistou současnou hodnotu a index výnosnosti.

Celkem náklady: $200\,000 + 420\,000 = 620\,000$ Kč /ročně

Celkem výnosy: $(1151 - 1118) * 750 * 350 = 8662\,500$ Kč /ročně

11.2.1 Doba splácení

$$\text{Doba splácení} = \frac{\text{Celkové náklady}}{\text{CF za 1 rok}} \text{ Kč} = \frac{620\,000}{8662\,500} * 365 \text{ dní} = 26,12 \text{ dní}$$

Doba návratnosti činí celkem 26,12 dní.

11.2.2 Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota se používá jako kritérium pro hodnocení výnosnosti investičních projektů.

$$\text{Čistá současná hodnota} = \frac{\text{Hodnota cash flow v období } t}{(1 + \text{podniková diskontní sazba})^t} - \text{celkové náklady}$$

Předpokládáme, že tato investice se bude realizovat celkem 1 rok, další období budeme počítat s jinou hodnotou, protože se její výsledná hodnota ještě obmění. Průměrné náklady na kapitál činí přibližně 8 %.

$$\text{Čistá současná hodnota} = \frac{8662500}{(1+0,08)^1} - 620\,000 \text{ Kč} = 7\,400\,833 \text{ Kč}$$

Čistá současná hodnota by měla být vyšší než 1, nám vyšla ve výši 7 400 833 Kč i díky tomu, že u ní nejsou žádné vyšší výdaje, tak můžeme projekt přijmout.

11.2.3 Index výnosnosti

Projekt je přijatelný, pokud výsledná hodnota je větší než 1. Číslo udává tzv. „obohacení společnosti“.

$$\text{Index výnosnosti} = \frac{\text{Roční výnosy}}{\text{Náklady}} = \frac{8662\,500}{620\,000} = 13,97$$

$1 < 13,97$ – projekt můžeme přijmout.

Hodnoty, které se zaměřují na výnosnost kapitálu nebo na celkovou marži za jeden výrobek jsou na žádost firmy zkreslené!

12 PODNIK SVĚTOVÉHO FORMÁTU

Jak jsem již zmiňoval, tak cílů dosáhneme pouze tehdy, pokud se kompletně podaří změnit myšlení zaměstnanců. Je nutné, aby si každý zaměstnanec začal uvědomovat důležitost své vlastní práce, a aby k celkové změně pozitivně přistoupila celá firma. Zlepšování však tímto rozhodně nekončí. Ve firmě musí nastat hned několik změn, aby se z něho stal tzv. podnik světové třídy. Nově se začalo diskutovat o nové generaci průmyslu tzv. Industry 4.0., ke kterému má firma ještě hodně daleko. Nejbližším krokem v rámci zlepšování je změna objednávek, kterou jsem navrhoval v rámci studie proveditelnosti v celé praktické části diplomové práce. Pokud k tomu přistoupí zodpovědně, tak se v rámci OEE může dostat přibližně na 70 % a výrazně se jí podaří zlepšit dostupnost výrobního zařízení na všech montážních linkách. V návaznosti na toto další zvýšení produktivní části změny musí nastat i v následujících oblastech:

- větší důraz na SMED,
- snížení celkového plýtvání v administrativě,
- zlepšení vztahů s externí logistikou,
- zavedení kontinuálního zlepšování pro všechny zaměstnance,
- větší důraz na snížení prostojů.

Na základě těchto dalších zásahů snížíme další druhy plýtvání a připravíme podnik postupně na přechod do WCM. Tady jeho úloha stále ještě nekončí, protože cesta k tzv. dokonalé firmě je nekonečná a vždy se objeví další cesta lepšího zlepšování.

ZÁVĚR

Diplomová práce pojednávala o společnosti Hella. K tomuto poznání jsem použil metodologii DMAIC. Nejprve jsem veškeré poznatky rozebral teoreticky, kde kromě popisu částí projektu jsem se rozepsal také o historii a teorii oboru průmyslové inženýrství. Nejprve však bylo nutné definovat, kterou montážní linkou se budu ve svém poznání zabývat. Na základě předem stanovených metrik ve spolupráci s projektovým týmem jsem vypracoval a popsal v kapitole **6.1.1.** matici priorit. Vybral jsem si nakonec montážní linku Audi A6. V definující části jsem se zaměřil zejména na definici cílů. V **6.3** jsem základní cílem stanovil celkové zvýšení OEE, která přímo souvisí s počtem vyrobených výrobků. Stěženi pro tuto část bylo také stanovení harmonogramu projektu, který se mi úplně nepodařilo dodržet. Důkladné seznámení s výrobou mi zabralo více času, než jsem očekával a zlepšující část projektu kromě dočasného zvýšení OEE bude viditelná až na konci roku 2017.

Stěžejní pro měřicí část byla mapa hodnotového toku, kde jsem dokázal, že je nutné se zaměřit na velmi nízké využití strojního zařízení. Pomocí této mapy jsem popsal v části 7.1.1 – 7.1.6. celkový proces. V kapitole 7.2. jsem pak stanovil novou normu dílu, podle které jsem snížil procesní čas o **2,68 s/ks.** Následující kapitola pak pojednává o rozboru OEE na dostupnost, kvalitu a výkon. Na základě měřicí fázi jsem stanovil nejkritičtější prostoje, do kterých patří hledání materiálu, prostoje kategorie autostop, přehoz linky a také náběh výroby.

V analytické části jsem se pak zejména zaměřil na nedostupnost materiálu. Tu jsem nejprve pečlivě analyzoval pomocí snímku pracovního dne team leadera. Následně jsem rozebral činnost manipulantů a představil problémy s externí logistikou. O výsledku analýzy se dočtete v kapitole 8.2. Prostoje kategorie autostop je způsobený zejména nedostatečným počtem lidí na lince a balancování pomocí MTM. Celá problematika je detailněji rozepsána v kapitole 8.3. V analytické části jsem použil průběhové, liniové a výsečové grafy. Dále pak ke stanovení vazeb také korelační diagramy.

Zlepšovací fáze započala v 9. kapitole. Vypracoval jsem novou mapu hodnotového toku VSD, která je celá v P V. Pomocí této analýzy jsem úplně odstranil sklad ve vedlejší budově, který je zobrazen v P VI Spagetti diagram. V této fázi jsem předpověděl zvýšení VA indexu na 0,08 %, což činí odstranění celkem 147 300 sekund a relativní zlepšení o 23,35 %. OEE se podařilo zlepšit o 16,67 % a dostupnost celkově o 12,41 %. Východiskem pro toto zlepšení bylo rozšíření bezpečnostní zásoby pro dva mezisklady na 3 hodiny místo

původních 24. Dále jsem vypracoval nový standard školení manipulanta a stanovil kontrolu pro externí logistiku, která je již uvedena v reálném provozu. Veškeré zlepšení je podmíněno dodržováním této bezpečnostní zásoby. Cíle se podařilo zlepšit většinou s podmínkou, protože jsme porovnávali 15 dní oproti 15 týdnů. Jasně prokazatelné výsledky budou stanoveny až v následujících měsících.

Na základě zlepšování jsem v kapitole 10 stanovil kontrolní diagramy pro manipulanty a logistiku. V 11. kapitole se můžete dočíst celkové shrnutí projektu a důležitá je také kapitola 11.2., ve které se jsem rozhodl, že je výhodné nadále pokračovat v projektu. Postup v diplomové práci nám ukáže, že firma stojí zatím na startu běžeckého maratonu. Při dodržení postupných krůčků se v cíli maratonu stane podnikem světového formátu. Jestli se to firmě podaří, se dozvíme až v pozdějších letech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Analyza a měření práce [online]. Praha, 2015 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

Audi Matrix LED & Laser – Ještě účinnější: MXB Audi A6 [online]. Praha, 2015 [cit. 2017-04-10].

BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

FEKETE, Milan. *Efektivny produkčný systém*. Bratislava: Kartprint, 2012, 131 s. ISBN 978-80-89553-09-9.

FIALA, Petr. *Modelování a analýza produkčních systémů*. Praha: Professional Publishing, 2002, 259 s. ISBN 80-86419-19-3.

GEORGE, Michael L. *Lean Six Sigma: combining Six Sigma quality with lean speed*. New York: McGraw-Hill, c2002, xiv, 322 s. ISBN 0071385215.

Hella v Mohelnici [online]. Mohelnice, 2017 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.hella.com/hella-cz/cs/HELLA-v-Mohelnici-903.html>

Hella yellow belt training – intern document, Mohelnice, 2016.

HOBBS, Dennis P. *Applied lean business transformation: a complete project management approach*. Fort Lauderdale, FL: J. Ross Publishing, c2011, xxv, 483 s. ISBN 978-1-932159-79-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. Business books. ISBN 978-80-251-2349-2.

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

LIKER, Jeffrey K. a David MEIER. *Toyota talent: řízení rozvoje zaměstnanců podle Toyoty*. Praha: Grada Publishing, 2016, 330 s. ISBN 978-80-247-5800-8.

MANN, David. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, 2015, xxxi, 367. ISBN 978-1-4822-4323-9.

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

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

MILLER, Ivan. *Kapesní příručka Six Sigma*. 3. vydání. Praha: Interquality, 2016, 147 s. ISBN 978-80-905414-1-2.

PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: Computer Press, 2001, xii, 244 s. Praxe manažera. ISBN 80-7226-543-1.

PYZDEK, Thomas a Paul A. KELLER. *The handbook for quality management: a complete guide to operational excellence*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, c2013, xii, 484 s. ISBN 978-0-07-179924-9.

SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management: Systémový přístup k řízení projektů*. 3., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada, 2016, 421 s. Expert. ISBN 978-80-271-0075-0.

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert. ISBN 978-80-247-3938-0.

ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. V Praze: C.H. Beck, 2007, xi, 227 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-534-6.

TRAINING WITHIN INDUSTRY [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.dmc-cz.com/twi-training-within-industry>

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

VIŠŇANSKÝ, Matúš, Jozef KRIŠŤÁK a Marek KYSEL'. *Analýza, meranie a normovanie práce*. Žilina: IPA Slovakia, 2010, 46 s.

WILSON, Lonnie. *How to implement lean manufacturing*. New York: McGraw-Hill, c2010, xv, 316 s. ISBN 978-0-07-162507-4.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketzu, Shitsuke
CLR	Customer Return
DLR	Direct Label Efficiency
DMAIC	Define, Measure Analyse, Improve, Control.
DOE	Design Of Experiment
EOL	End Of Line
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MTM	Methods Time Measurement
NVA	No Value Index
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PPM	Parts Per Milion
Ripran	Risk Project Analysis
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Customer
SPC	Statistical Process Control
TL	Team Leader
TPM	Total Productivity Maitanance
TPS	Toyota Productive System
TWI	Training Within Industry
VA	Value Index
VSD	Value Stream Design
VSM	Value Stream Mapping.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 <i>Studium práce (Mašín a Vytlačil, 2003, s. 90)</i>	15
Obrázek 2 <i>Vyšší produktivita (Mašín a Vytlačil, 2003, s. 98)</i>	17
Obrázek 3 <i>DMAIC řetězec (Svozilová a kol., 2011, s. 89)</i>	20
Obrázek 4 <i>7 kroků využití prioritizační matice (Steven Bonacorsi, © 2011)</i>	22
Obrázek 5 <i>SIPOC diagram (IPA Slovakia, © 2013)</i>	23
Obrázek 6 <i>Ganttův diagram (Wikipedia, © 2013)</i>	23
Obrázek 7 <i>Výstup z MTM BMW F30 (interní materiál Hella)</i>	25
Obrázek 8 <i>Výpočet OEE (OEE, © 2014)</i>	27
Obrázek 9 <i>Korelační Graf (Minitab - vlastní zpracování)</i>	29
Obrázek 10 <i>Paretova analýza (Lorenc, © 2013)</i>	30
Obrázek 11 <i>Ishikawa diagram (Managementmania, © 2015)</i>	31
Obrázek 12 <i>SPC graf (Wikipedia, © 2014)</i>	32
Obrázek 13 <i>Gaussova křivka (Wikiskripta, © 2008)</i>	32
Obrázek 14 <i>Ikony pro tvorbu VSM (Chromjaková, s. 57, 2011)</i>	36
Obrázek 15 <i>VSM mapa (IPA, © 2015)</i>	37
Obrázek 16 <i>Spaghetti diagram (ZCU skripta, © 2014)</i>	38
Obrázek 17 <i>Normálové rozdělení (Tuček a Bobák, s. 198, 2006)</i>	40
Obrázek 18 <i>Letecký snímek Hella Mohelnice (Hella ©)</i>	42
Obrázek 19 <i>Prioritizační matice (vlastní zpracování)</i>	47
Obrázek 20 <i>Světlomet Audi A6 (vlastní zpracování)</i>	49
Obrázek 21 <i>Layout Audi A6</i>	51
Obrázek 22 <i>Harmonogram projektu (vlastní zpracování)</i>	53
Obrázek 23 <i>Ukládání materiálu (vlastní zpracování)</i>	56
Obrázek 24 <i>Ukládání materiálu proložkou</i>	56
Obrázek 25 <i>Systém pokovování (vlastní zpracování)</i>	57
Obrázek 26 <i>Ukládání pomocí Gitter boxu</i>	58
Obrázek 27 <i>Ukládání pomocí rollu</i>	58
Obrázek 28 <i>VSM (vlastní zpracování)</i>	59
Obrázek 29 <i>VSM mapa (vlastní zpracování)</i>	60
Obrázek 30 <i>Stanovení normy dílu 196.897-11 (vlastní zpracování)</i>	61
Obrázek 31 <i>balancování jednotlivých operací</i>	64
Obrázek 32 <i>Vývoj prostojů (vlastní zpracování)</i>	66

Obrázek 33 <i>Paretův diagram neshod (vlastní zpracování)</i>	67
Obrázek 34 <i>Průběhový diagram neshod (vlastní zpracování)</i>	67
Obrázek 35 <i>Vyhodnocení práce TL (vlastní zpracování)</i>	69
Obrázek 36 <i>Objednávky materiálu (vlastní zpracování)</i>	70
Obrázek 37 <i>% dodávky materiálu (vlastní zpracování)</i>	71
Obrázek 38 <i>Průběhový graf neshod (vlastní zpracování)</i>	73
Obrázek 39 <i>Rozdělení operací (interní materiál Hella)</i>	74
Obrázek 40 <i>Ishikawa diagram (vlastní zpracování)</i>	75
Obrázek 41 <i>OEE linky (vlastní zpracování)</i>	76
Obrázek 42 <i>Korelační graf (vlastní zpracování)</i>	77
Obrázek 43 <i>Korelační graf OEE vs. prostoje (vlastní zpracování)</i>	77
Obrázek 44 <i>Korelační graf OEE vs. průměrná obsluha (vlastní zpracování)</i>	78
Obrázek 45 <i>Využívání gitter boxu (vlastní zpracování)</i>	80
Obrázek 46 <i>Využití rollu (vlastní zpracování)</i>	80
Obrázek 47 <i>Kontrolní diagram logistika (vlastní zpracování)</i>	81
Obrázek 48 <i>Práce team leadera v % (vlastní zpracování)</i>	84
Obrázek 49 <i>Evidence průvodek</i>	85
Obrázek 50 <i>Zapisování kritických kusů</i>	85
Obrázek 51 <i>Nový vývoj OEE (vlastní zpracování)</i>	87
Obrázek 52 <i>Srovnání hodnot (vlastní zpracování)</i>	87
Obrázek 53 <i>Kontrolní graf dodávek (vlastní zpracování)</i>	88
Obrázek 54 <i>Kontrola logistiky (Vlastní zpracování)</i>	89

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 <i>Hella CZ historie (Hella CZ, © 2017)</i>	42
Tabulka 2 <i>Ripran analýza (vlastní zpracování)</i>	43
Tabulka 3 <i>Logický rámec (vlastní zpracování)</i>	44
Tabulka 4 <i>SWOT analýza (vlastní zpracování)</i>	45
Tabulka 5 <i>Ukončení projektu (vlastní zpracování)</i>	48
Tabulka 6 <i>Projektový list (Vlastní zpracování)</i>	53
Tabulka 7 <i>Dostupnost linky (vlastní zpracování)</i>	62
Tabulka 8 <i>Výkon linky (vlastní zpracování)</i>	63
Tabulka 9 <i>Kvalitní kusy montážní linky</i>	64
Tabulka 10 <i>Pracovní den TL</i>	68
Tabulka 11 <i>Dodávky materiálu (vlastní zpracování)</i>	71
Tabulka 12 <i>5 x proč (vlastní zpracování)</i>	71
Tabulka 13 <i>Ovlivňující veličiny OEE</i>	77
Tabulka 14 <i>Výsledné VSD</i>	79
Tabulka 15 <i>Práce logistiky (vlastní zpracování)</i>	81
Tabulka 16 <i>Standard školení (vlastní zpracování)</i>	82
Tabulka 17 <i>Plnění cílů (vlastní zpracování)</i>	91

SEZNAM PŘÍLOH

P I: VSM

P II: Norma dílu 196.897-11

P III: Vývoj vybraných prostojů

P IV: Vývoj jednotlivých hodnot

P V: VSD

P VI: Spaghetti diagram

P III – VÝVOJ VYBRANÝCH PROSTOJŮ



PIV – VÝVOJ JEDNOTLIVÝCH HODNOT

Týdny L	Obsluha	Celkem vyr. Ks	Prostoje	OEE	Týdny P	Obsluha	Vyr. Ks	Prostoje P	OEE
2016/44	11,36	3405	73:06:00	34,05	2016/44	11,21	4625	55:44:00	45,46
2016/45	10,75	4061	59:36:00	40,68	2016/45	10,43	3950	62:47:00	39,51
2016/46	10,85	3984	60:28:00	39,4	2016/46	10,98	3887	64:13:00	38,17
2016/47	11,1	4126	59:47:00	40,68	2016/47	10,8	4587	47:25:00	45,48
2016/48	10,84	4171	54:18:00	40,98	2016/48	10,73	4295	50:21:00	41,97
2016/49	11,16	4180	49:44:00	40,35	2016/49	10,57	3609	62:08:00	33,5
2016/50	10,88	3714	59:17:00	34,48	2016/50	10,35	3725	58:58:00	35,67
2017/01	9,87	3452	65:52:00	34,75	2017/01	9,02	3164	88:31:00	31,2
2017/02	9,95	3654	55:01:00	34,91	2017/02	10,29	4219	71:15:00	41,02
2017/03	10,42	3562	62:46:00	34,07	2017/03	9,72	3346	43:05:00	32,66
2017/04	10,37	3812	60:32:00	37,78	2017/04	9,67	3563	68:36:00	34,28
2017/05	10,56	4272	46:08:00	41,73	2017/05	9,84	3618	59:15:00	35,36
2017/06	10,22	4064	48:44:00	39,96	2017/06	9,3	3740	59:54:00	36,51
2017/07	10,85	4555	43:10:00	44,69	2017/07	10,69	4608	50:19:00	45,24
2017/08	10,77	4837	39:37:00	48,57	2017/08	10,25	4479	38:42:00	44,92
AUDI A6 L	10,65	62252	838:06:00	x	AUDI A6 P	10,27	62065	881:13:00	x
Sm. Odchylka	0,41	387,27	0,36	4,08		0,61	463,42	0,50	4,86
Průměr	10,66	3989,93	2,33	39,14		10,26	3961,00	2,45	38,73
Korelace obsluha	0,28		0,04			0,74		-0,42	
Korelace výroby/prostoje		-0,88							

PV – VSD

