

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýza způsobilosti výrobního procesu při výrobě lopatek turbíny

Autor: **Bc. Radka HRDLIČKOVÁ**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Pavel KOPEČEK, CSc.**

Akademický rok 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Radka HRDLIČKOVÁ**
Osobní číslo: **S12N0041K**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**
Název tématu: **Analýza způsobilosti výrobního procesu při výrobě lopatek turbíny.**
Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Charakteristika firmy
2. Teoretické metody zvyšování způsobilosti
3. Analýza současného stavu a vyměření cílů práce
4. Možné způsoby řešení
5. Řešení vybrané varianty
6. Přínosy navržené varianty

Rozsah grafických prací: 0 výkresů
Rozsah pracovní zprávy: 50 - 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

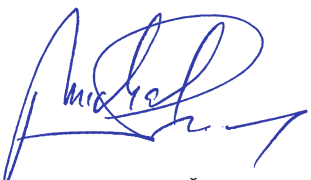
1. GEORGE, Michael L. *Co je Lean Six Sigma?* 1. vyd. Brno: SC, 2005. 94 s. ISBN 80-239-5172-6.
2. KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. a kolektiv. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, s. r. o., 2006. ISBN: 80-86851-38-9.
3. GREGOR M., KOŠTURIÁK J. *Just-in-Time, Výrobná filozofia pre dobrý management*. Bratislava: Elita, 1994. ISBN: 80-85323-64-8.
4. KOŠTURIÁK J., FROLÍK Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.
5. IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2007. 272 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0.
6. KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Vyd. 1. Překlad Kateřina Janošková. Brno: Computer Press, 2010. 234 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Pavel Kopeček, CSc.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant diplomové práce: **Ing. Pavel Justin**
ŠKODA POWER s. r. o.

Datum zadání diplomové práce: **23. září 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **23. května 2014**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 23. září 2013

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Jako autor této diplomové práce bych ráda poděkovala všem, kdo se podílel na jejím zpracování a uspořádání.

Poděkování patří zejména vedoucímu mé diplomové práce panu Doc. Ing. Kopečkovi, CSc. za jeho spolupráci, potřebné rady a cenné konzultace.

Dále bych chtěla poděkovat kolegům z podniku Doosan Škoda Power, zejména panu Ing. Justinovi a panu Duchoňovi za poskytnutí veškerých podkladů a za spolupráci během měření hodnot procesu.

V neposlední řadě děkuji mé rodině a přátelům za psychickou a finanční podporu během celého studia.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Hrdličková	Jméno Radka		
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 Průmyslové inženýrství a management			
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kopeček, CSc.	Jméno Pavel		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Analýza způsobilosti výrobního procesu při výrobě lopatek turbíny			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	116	TEXTOVÁ ČÁST	85	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	-----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce obsahuje analýzu způsobilosti výrobního procesu výroby malých lopatek turbíny. Pro analýzu procesu bylo využito metodiky Lean Six Sigma, nástroje DMAIC a softwaru Minitab 17. Po analýze procesu jsou navržena opatření pro zlepšení, jejich aplikace a opětovná analýza nového procesu výroby.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Lean, Six Sigma, DMAIC, Lead Time, VSM, MES, způsobilý proces, lopatky turbíny, pracoviště výroby malých lopatek, opatření pro zlepšení.

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Hrdličková	Name Radka	
FIELD OF STUDY	2301T007 Industrial Engineering and Management		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Kopeček, CSc.	Name Pavel	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Analysis of the the eligibility of the production process in the manufacture of turbine blades.		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2014
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	116	TEXT PART	85	GRAPHICAL PART	0
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The thesis contains an analysis of process capability of manufacturing small turbine blades. For process analysis methodology was used Lean Six Sigma, DMAIC tools and software Minitab 17th After analyzing process measures are proposed to improve their application and re-analysis of the new process.
KEY WORDS	Lean, Six Sigma, DMAIC, Lead Time, VSM, MES, caused the process, turbine blades, the workplace of small blades, measures to improve

Obsah

Obsah.....	8
Seznam použitých zkratk, obrázků, grafů a rovnic	11
Seznam použitých zkratk	11
Seznam obrázků.....	11
Seznam grafů	13
Seznam rovnic	14
1. Úvod.....	15
2. Charakteristika firmy	16
2.1. Výpis z obchodního rejstříku [1]	16
2.2. Historie společnosti [2].....	17
2.3. Výrobky a služby	19
2.3.1. Produkty [1].....	21
2.3.2. Servisní činnosti [35]	21
2.4. Skupina Doosan [35]	21
2.4.1. Logo Doosan	22
2.5. Doosan Heavy Industries & Construction	23
3. Teoretické metody zvyšování způsobilosti	25
3.1. Základní definice	25
3.2. Štíhlý podnik [6].....	30
3.2.1. První generace	31
3.2.2. Druhá generace.....	31
3.2.3. Nová generace	31
3.3. Lean management.....	32
3.3.1. Analytické nástroje Lean managementu	33
3.3.1.1. Diagram příčin a následků.....	33
3.3.1.2. Value stream mapping (VSM).....	34
3.3.1.3. Paretova analýza	36
3.3.1.4. ABC Analýza.....	37
3.3.1.5. Myšlenkové mapy.....	38
3.3.1.6. Vývojové diagramy	38
3.3.1.7. Korelační analýza	38
3.3.1.8. Regulační diagramy	39

3.3.2.	Statistické nástroje Lean managementu	40
3.3.2.1.	5S	40
3.3.2.2.	PDCA.....	41
3.3.2.3.	Just in time (JIT).....	42
3.3.2.4.	KAIZEN	43
3.3.2.5.	KANBAN	43
3.3.2.6.	Poka-Yoke	44
3.4.	Metodika Six Sigma	44
3.4.1.	Metodologie DMADV [19].....	45
3.4.2.	Metodologie DMAIC [19]	46
3.4.2.1.	D – Define – Definice:.....	47
3.4.2.2.	M – Measure – Měření:	48
3.4.2.3.	A – Analyze – Analýza:.....	49
3.4.2.4.	I – Improve – Vylepšování:	49
3.4.2.5.	C – Control – Kontrola:	49
4.	Praktická část	50
4.1.	D – DEFINE	50
4.1.1.	D1 – Výběr vhodného projektu	50
4.1.2.	D2 – Sestavení projektového týmu	51
4.1.3.	D3 – Naplánování projektu	52
4.1.4.	D4 – Analýza Stakeholderů.....	53
4.1.5.	D5 – Určení rozsahu projektu	53
4.1.6.	D6 – Sběr hlasu zákazníka	59
4.1.7.	D7 – Nastavení CTQ a cíle projektu	59
4.1.8.	D8 – Identifikace rizika projektu	60
4.1.9.	D9 – Sepsání Project Charter	60
4.2.	M – MEASURE.....	61
4.2.1.	M1 – Mapování procesu a vytvoření VSM.....	62
4.2.2.	M2 – Generování kořenových příčin	64
4.2.3.	M3 – Redukce kořenových příčin	64
4.2.4.	M4 – Plán sběru dat.....	65
4.2.5.	M5 – Ověření měřicího systému	66
4.2.6.	M6 – Sběr dat o procesu.....	66

4.2.7.	M7 – Výpočet způsobilosti	66
4.2.8.	M8 – Identifikace rychlé výhry	70
4.3.	A – ANALYZE	70
4.3.1.	A1 – Grafická analýza.....	70
4.3.2.	A2 – Procesní analýza	72
4.3.3.	A2a – Časová analýza	73
4.3.4.	A2b – Hodnotová analýza	73
4.3.5.	A2c – Analýza procesního toku	76
4.3.6.	A3 – Analýza pracoviště	77
4.3.7.	A4 – Analýza produktivity	77
4.3.8.	A5 – Analýza zařízení	78
4.4.	I – IMPROVE.....	80
4.4.1.	I1 – Hledání řešení	80
4.4.2.	I2 – Priorizace řešení.....	82
4.4.3.	I3 – Zeštíhlení procesu	82
4.4.4.	I4 – Provedení pilotu a zlepšení	84
4.4.5.	I5 – Implementace změny do procesu.....	86
4.4.6.	I6 – Zajištění přijetí změny	87
4.5.	C – CONTROL.....	88
4.5.1.	C1 – Nastavení procesní KPI	88
4.5.2.	C2 – Plán kontroly procesu	89
4.5.3.	C3 – Potvrzení zlepšení.....	94
4.5.4.	C4 – Předání procesu vlastníkovi.....	99
4.5.5.	C5 – Oslava úspěchu	99
5.	Závěr	100
	Seznam použité literatury a ostatních zdrojů	101
	Seznam příloh.....	104

Seznam použitých zkratk, obrázků, grafů a rovnic

Seznam použitých zkratk

DHIC	Doosan Heavy Industries & Construction
DŠPWR	Doosan Škoda Power
DPS	Doosan Power System
MES	Manufacturing Execution System (Aplikace pro řízení výroby)
JIT	Just In Time
VSM	Value Stream Mapping (Mapování procesu)
KPI	Key Performance Indicators (Klíčové ukazatele)
VOC	Voice Of Customer (Hlas zákazníka)
CTQ	Critical To Quality (Důležité pro jakost)
LT	Lead Time (Celkový čas procesu)
PT	Proces Time (Procesní čas)
CT	Cycle Time (Cyklový čas)
VAT	Value Added Time (Čas na opracování jednoho kusu)
VA	Value Added (Časy přidávající hodnotu výrobku)
NVA	No Value Added (Časy nepřidávající hodnotu výrobku)
WIP	Work In Proces (Rozpracovaná výroba)
TT	Takt Time (Doba taktu)
TTE	Total Time Effectiveness (Celkový efektivní čas)
OEE	Overall Equipment Effectiveness (Celková efektivita zařízení)
CL	Central Line (Střední hodnota)
UCL	Upper Control Line (Horní regulační mez)
LCL	Lower Control Line (Dolní regulační mez)

Seznam obrázků

<i>Obrázek 2-1: Obchodní známka Doosan Škoda Power</i>	16
<i>Obrázek 2-2: Historická linka vývoje Škoda Power 1. Část</i>	19
<i>Obrázek 2-3: Historická linka vývoje Škoda Power 2. Část</i>	19
<i>Obrázek 2-4: Instalované zařízení od Škoda Power</i>	20
<i>Obrázek 2-5: První parní turbína Škoda</i>	20
<i>Obrázek 2-6: Organizační členění skupiny Doosan</i>	22
<i>Obrázek 2-7: Pobočky a dceřiné společnosti DHIC</i>	22

<i>Obrázek 2-8: Logo skupiny Doosan</i>	23
<i>Obrázek 2-9: Organizační struktura DPS</i>	23
<i>Obrázek 3-1: Zobracení SIPOC [28]</i>	26
<i>Obrázek 3-2: Štíhlý podnik</i>	27
<i>Obrázek 3-3: Osm základních druhů plýtvání</i>	28
<i>Obrázek 3-4: Cyklus změn</i>	30
<i>Obrázek 3-5: Pilíře štíhlého podniku [6]</i>	31
<i>Obrázek 3-6: Plýtvání zobrazené pomocí ledovce</i>	33
<i>Obrázek 3-7: Diagram příčin a následků [31]</i>	34
<i>Obrázek 3-8: Příklad praktického znázornění VSM</i>	36
<i>Obrázek 3-9: Příklad znázornění Paretova diagramu</i>	37
<i>Obrázek 3-10: Příklad korelačního diagramu [32]</i>	39
<i>Obrázek 3-11: Příklad regulačního diagramu [33]</i>	40
<i>Obrázek 3-12: Grafické znázornění kroků cyklu PDCA [34]</i>	41
<i>Obrázek 3-13: Úroveň Sigma- Gaussova křivka</i>	45
<i>Obrázek 3-14: Metodologie DMAIC</i>	46
<i>Obrázek 3-15: Grafické znázornění procesu SIPOC</i>	48
<i>Obrázek 4-1: Navigátor projektu pro fázi Define</i>	50
<i>Obrázek 4-2: Team member list</i>	52
<i>Obrázek 4-3: Agenda workshopu</i>	52
<i>Obrázek 4-4: Plán realizace projektu</i>	53
<i>Obrázek 4-5: Mapa Stakeholderů</i>	53
<i>Obrázek 4-6: SIPOC pro Velké lopatky</i>	54
<i>Obrázek 4-7: Is / Is Not Analýza procesu velkých lopatek</i>	54
<i>Obrázek 4-8: SIPOC pro Střední lopatky</i>	55
<i>Obrázek 4-9: Is / Is Not Analýza procesu středních lopatek</i>	56
<i>Obrázek 4-10: SIPOC pro Malé lopatky</i>	56
<i>Obrázek 4-11: Is / Is Not Analýza procesu malých lopatek</i>	57
<i>Obrázek 4-12: Procesní mapa SIPOC doplněná o konkrétní stanoviště</i>	58
<i>Obrázek 4-13: Sestavení transformace CTQ</i>	59
<i>Obrázek 4-14: Sílové pole zaznamenávající působení Stakeholderů</i>	60
<i>Obrázek 4-15: Project Charter</i>	61
<i>Obrázek 4-16: Navigátor projektu pro fázi Measure</i>	62
<i>Obrázek 4-17: Plavecké dráhy v procesní mapě</i>	62
<i>Obrázek 4-18: Špagetový diagram procesu výroby malých lopatek</i>	63

<i>Obrázek 4-19: VSM</i>	63
<i>Obrázek 4-20: Diagram příčin a následků</i>	64
<i>Obrázek 4-21: Matice X2Y</i>	65
<i>Obrázek 4-22: Plán sběru dat</i>	66
<i>Obrázek 4-23: Vyhodnocení způsobilosti procesu</i>	69
<i>Obrázek 4-24: Navigátor projektu pro fázi Analyze</i>	70
<i>Obrázek 4-25: Stav procesu z pohledu produktu</i>	76
<i>Obrázek 4-26: Rozpad pracovní doby zaměstnance</i>	78
<i>Obrázek 4-27: Teoretický výpočet ukazatele OEE</i>	79
<i>Obrázek 4-28: Konkrétní výpočet ukazatele OEE</i>	80
<i>Obrázek 4-29: Navigátor projektu pro fázi Improve</i>	80
<i>Obrázek 4-30: Nápady získané pomocí brainstormingu</i>	81
<i>Obrázek 4-31: Afnitní diagram</i>	81
<i>Obrázek 4-32: Matice přínosů a úsilí</i>	82
<i>Obrázek 4-33: VSM nové cesty procesu</i>	83
<i>Obrázek 4-34: Sklíčidlo G-MILLu před a po změně</i>	85
<i>Obrázek 4-35: Parametry sklíčidla před a po změně</i>	85
<i>Obrázek 4-36. Implementační plán</i>	86
<i>Obrázek 4-37: Špagetový diagram pro novou cestu procesu</i>	87
<i>Obrázek 4-38: Postoje stakeholderů ke změně</i>	87
<i>Obrázek 4-39: Navigátor projektu pro fázi Control</i>	88
<i>Obrázek 4-40: Dashboard pro zobrazení výkonnosti</i>	89
<i>Obrázek 4-41: Špagetový diagram pro porovnání obou cest</i>	99

Seznam grafů

<i>Graf 4-1: Způsobilost procesu</i>	67
<i>Graf 4-2: Normální rozložení dat procesu formou histogramu</i>	67
<i>Graf 4-3: Normální rozložení dat procesu</i>	68
<i>Graf 4-4: Způsobilost procesu u normálních dat</i>	69
<i>Graf 4-5: Spojnicový graf</i>	71
<i>Graf 4-6: Histogram měřeného procesu</i>	71
<i>Graf 4-7: Box Plot pro měřené hodnoty</i>	72
<i>Graf 4-8: Pareto diagram pro vyjádření ztrát strojů</i>	75
<i>Graf 4-9: Pareto diagram pro rozepsané ztráty I.</i>	75
<i>Graf 4-10: Balancování procesu</i>	77

<i>Graf 4-11: Balancování procesu nové cesty</i>	84
<i>Graf 4-12: Normální rozložení dat procesu nové cesty formou histogramu</i>	90
<i>Graf 4-13: Normální rozložení dat procesu nové cesty</i>	90
<i>Graf 4-14: Způsobnost procesu nové cesty výroby malých lopatek turbíny</i>	91
<i>Graf 4-15: Způsobnost nového procesu u normálních dat</i>	92
<i>Graf 4-16: Spojnicový graf pro naměřené hodnoty nové cesty</i>	92
<i>Graf 4-17: Histogram měřeného procesu nové cesty</i>	93
<i>Graf 4-18: Box Plot pro naměřené hodnoty nové cesty</i>	94
<i>Graf 4-19: Srovnání variability pro obě zvolené cesty</i>	95
<i>Graf 4-20: Box Plot pro porovnání staré a nové cesty</i>	95
<i>Graf 4-21: Spojnicový diagram porovnání obou cest</i>	96
<i>Graf 4-22: Histogramy pro srovnání histogramů jednotlivých cest</i>	96
<i>Graf 4-23: Histogram porovnávající obě cesty</i>	97
<i>Graf 4-24: Pareto diagram pro vyjádření ztrát strojů pro novou cestu</i>	98
<i>Graf 4-25: Pareto diagram pro rozepsané ztráty I. pro novou cestu</i>	98

Seznam rovnic

<i>Rovnice 3-1: Efektivnost v jednoduché podobě</i>	27
<i>Rovnice 3-2: Výpočet produktivity</i>	27
<i>Rovnice 3-3: Vzorce pro výpočet indexu VA a obratu zásob</i>	35
<i>Rovnice 4-1: Minimální velikost vzorku</i>	65
<i>Rovnice 4-2: Výpočet "Z-Hodnoty" pro jednostranný limit</i>	68
<i>Rovnice 4-3: Konkrétní výpočet "Z-Hodnoty"</i>	68
<i>Rovnice 4-4: Littleův zákon</i>	73
<i>Rovnice 4-5: Výpočet Lead Time</i>	73
<i>Rovnice 4-6: Výpočet času cyklu</i>	73
<i>Rovnice 4-7: Výpočet doby taktu (Takt Time)</i>	76
<i>Rovnice 4-8: Výpočet celkové časové efektivity</i>	78
<i>Rovnice 4-9: Využitelnost v OEE</i>	79
<i>Rovnice 4-10: Výkonnost v OEE</i>	79
<i>Rovnice 4-11: Kvalita v OEE</i>	79
<i>Rovnice 4-12: OEE ukazatel celkového využití času</i>	79
<i>Rovnice 4-13: Konkrétní výpočet "Z-Hodnoty" pro novou cestu</i>	91
<i>Rovnice 4-14: Výpočet Lead Time pro novou cestu</i>	97
<i>Rovnice 4-15: Úspora času porovnáním obou cest</i>	97

1. Úvod

V současné době je kladen velký důraz na kvalitu výrobku, ale také na rychlost vlastní výroby a rychlost doručení k zákazníkovi a zejména pak na snížení vlastních nákladů podniku. Velkou snahou všech podniků je minimalizovat ztrátové časy. Dále podniky čelí velkému tlaku při včasné plnění dodávek.

Má diplomová práce je zaměřena na problematiku a princip štíhlého podniku. Tento princip má základ v metodě Lean Six Sigma. Tato metoda se dělí na dva pohledy na danou problematiku. Prvním pohledem je Six Sigma, která se zabývá hlavně problematikou frekventovaných procesů a zajímá se zejména o variabilitu těchto procesů. Druhým pohledem je Lean, který se zaměřuje výhradně na problematiku ztrát a zabývá se i jejich předcházením, eliminací a druhy plýtvání vyskytující se v procesu.

Diplomovou práci jsem zvolila realizovat ve firmě Doosan Škoda Power v Plzni. Na základě požadavků a hlasu zákazníka budu realizovat podrobná měření, která zhodnotím a dále provedu analýzu celého výrobního procesu výroby malých lopatek parních turbín. Hlavním úkolem diplomové práce bude vyhovět požadavkům zákazníka a zkrátit lead time na plnění dodávek a snížit nejakost těchto dodávek. Výsledkem mé práce bude analýza celého procesu z hlediska jeho variability, včasného dodání s důrazem na eliminaci nejakosti.

2. Charakteristika firmy

Pro vypracování mé diplomové práce jsem si zvolila firmu Doosan Škoda Power. Má volba byla nejvíce ovlivněna skutečností, že jsem v tomto podniku zaměstnaná.

Společnost Doosan Škoda Power je člen skupiny Doosan Heavy Industries & Construction. Již od roku 1904 je výrobcem a dodavatelem technologických zařízení zabývajících se dodávkami parních turbín určených k výrobě energie. Doosan Heavy Industries & Construction je jeden z pěti nejsilnějších světových výrobců turbín.

Společnost Doosan Škoda Power užívá podnikové kultury, například svým firemním logem nebo používáním obchodní známky. Jedná se o nejcennější českou ochrannou známku, tj. okřídlený šíp, jehož první verze grafické podoby byla zapsána do obchodního rejstříku již v roce 1923. Jeho slovní označení Škoda bylo doplněno až v roce 1937, tedy o 14let později. Logo i nápis byly už od prvopočátků stylizovány do dnes již typické modré barvy. [35]



Obrázek 2-1: Obchodní známka Doosan Škoda Power [35]

Obchodní známka společnosti se užívá k označení veškerých výrobků. Známkou sama charakterizuje společnost a přednosti výrobků Škoda. Kruh je znamením globálního rozšíření pro zákazníky z celého světa, křídlo značí pokrokové technologie užívané ve výrobě, oko představuje přesnost daných technologií a šíp značí aplikace moderních technologických postupů. [35]

Ochranné známky Škoda jsou registrovány pro výrobu a servis parních turbín dnes již v 90 zemích po celém světě. Ochranné známky registrované pro značku Škoda jsou celkem tři. Konkrétně se jedná o obrazovou ochrannou známku Škoda v podobě okřídleného šípů v kruhu, dále se jedná o slovní označení „ŠKODA“ a poslední známkou je kombinace loga se slovním označením. Společnost Škoda má tedy celkem 184 národních registrací a 12 mezinárodních registrací ochranných známek. [35]

2.1. Výpis z obchodního rejstříku [1]

Datum zápisu:	1. července 1993
Obchodní firma:	Doosan Škoda Power s.r.o.
Vlastník:	Doosan Škoda Power S.A.
Sídlo:	Plzeň, Tylova 1/57, PSČ 301 28
Identifikační číslo:	491 93 864
Právní forma:	Společnost s ručením omezeným
Základní kapitál:	3 298 345 000,- Kč
Předmět podnikání:	<ul style="list-style-type: none">▪ provádění staveb, jejich změn a odstraňování▪ projektová činnost ve výstavbě▪ obráběčství, zámečnictví, nástrojářství

- výroba, instalace, opravy elektrických strojů a přístrojů, elektronických a telekomunikačních zařízení
- výroba, obchod a služby
- montáž, opravy, revize a zkoušky plynových zařízení a nádob na plyny

Statutární orgán - jednatelé

Kwang Seob Jung, dat. nar. 25. října 1967

Ing. Michal Košacký, dat. nar. 8. května 1964

Jiří Šmondrk, dat. nar. 5. února 1963

Jaehyuk CHoi, dat. nar. 28. srpna 1972

Heung-Gweon Park, dat. nar. 20. února 1971

Jae-Hwan Lim, dat. nar. 24. července 1965

Způsob jednání:

Jménem společnosti jednají navenek vždy alespoň dva jednatelé společně, z nichž alespoň jeden musí být Ing. Jiří Šmondrk nebo pan Heung-Gweon Park nebo pan Jae-Hyuk Choi nebo pan Kwang Seob Jung.

Ostatní skutečnosti:

Společnost ŠKODA POWER a.s., se sídlem Plzeň, Tylova 1/57, PSČ 301 28, IČ 491 93 864, zapsaná v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v Plzni, oddíl B, vložka 1210, změnila svoji právní formu z akciové společnosti na společnost s ručením omezeným.

2.2. Historie společnosti [2]

V roce 1859 Hrabě Waldštejn založil pobočku strojírný a slévárny v Plzni. Závod tehdy zaměstnával více než sto pracovníků a soustředil se na výrobu strojů a zařízení pro pivovary a cukrovary. Dále podnik vyráběl parní kotle a stroje a konstrukce a mosty pro železnice.

Již zapracovaný podnik odkoupil Emil Škoda v roce 1869, jehož jméno nese tato společnost do dnes. Emil Škoda rozšířil podnikání společnosti a v 80. letech 19. století byla založena moderní ocelárna. Tato ocelárna byla na svou dobu velice pokroková a byla schopna dodávat odlitky o hmotnosti několik desítek tun. Ocelové odlitky byly doplněny o výrobu výkovek, které se dodávaly pro výrobu osobních a válečných lodí.

V roce 1899 se z úspěšného podniku stala akciová společnost a před první světovou válkou byla společností s největší výrobou zbraní a munice pro armádu Rakouska-Uherska. Společnost Škoda však exportovala i na zahraniční trh, jednalo se zejména o odlitky. Příkladem exportu do zahraničního trhu je například dodávka části potrubí pro elektrárnu Niagara Falls, zdymadla pro Suezský kanál nebo zařízení dodávané pro cukrovary v Turecku.

První parní turbína systému Rateau o výkonu 412kW byla vyrobena v roce 1904. Později byly tyto turbíny Rateau nahrazeny turbínami s vlastním designem Škoda a to již v roce 1911.

Během první světové války byla obrovská část financí investována do rozšíření výrobních kapacit. Již v té době měly Škodovi závody většinový podíl na českém i zahraničním trhu. V roce 1917 společnost zaměstnávala jen v Plzni kolem 35 000 zaměstnanců.

Společnost se výhradně zaměřovala na výrobu zbraní a po vzniku Československé republiky v roce 1918 se transformovala i do dalších odvětví průmyslu. Vedle již tradičních odvětví obsahoval výrobní program i některé nové, jako například výroba parních a elektrických lokomotiv, nákladních i osobních automobilů, letadel a lodí, ale také obráběcí stroje a

energetická zařízení. A v roce 1932 došlo k výrobě prvních dvou parních turbín s přihříváním páry a jednotkovým výkonem 23MW.

Ve 30. letech 20. století došlo k nárůstu produkce zbraní díky zhoršené politické situaci v Evropě. Druhá světová válka vedla ke ztrátě několika zahraničních trhů ale i k samotnému poškození Škodových závodů. Během bombardování v dubnu 1945 přišel škodoväcký areál o téměř 70% své rozlohy.

Koncem roku 1945 došlo k zestátnění Škodových závodů a oddělili se některé jeho části jako například letecká továrna v Praze a automobilová továrna v Mladé Boleslavi. Od této chvíle se společnost více soustředila na těžké strojírenství a energetiku. V letech 1951-1953 nesla společnost název „Závody V.I.Lenina“ a vývoz podniku se soustřeďoval na trh východních zemí. Bohužel změna názvu zapříčinila ztrátu některých zákazníků a tak se společnost vrátila k původnímu názvu Škoda.

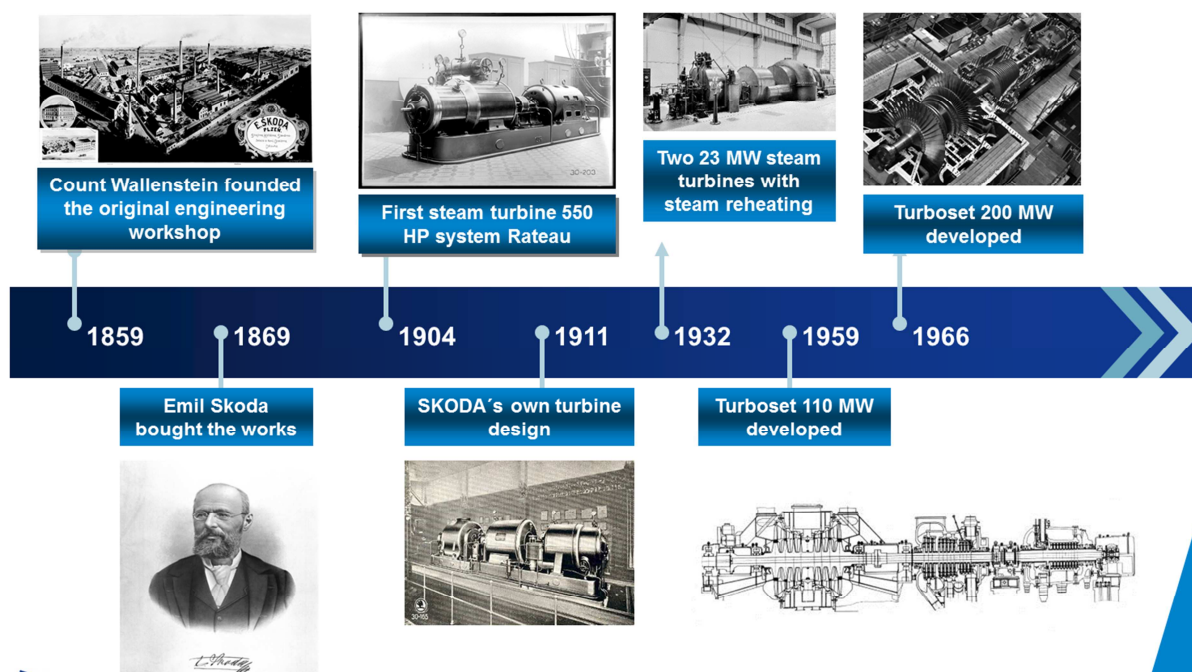
V letech 1959-1992 došlo k rozšíření výroby parních turbín. Začaly se vyrábět turbíny s výkony 110MW, 200MW, 220MW, 500MW a 1000MW. Dále se v roce 1992 rozhodlo o využití tzv. české cesty privatizace a minoritním vlastníkem Škody se stal podnikatel Lubomír Soudek. Při privatizaci společnosti Škoda a.s. došlo také k vytvoření dceřiných společností. Nový vlastník začal rozšiřovat výrobní aktivity podniku do oblastí výroby nápojových plechovek z hliníkových slitin, ale také rozšířil závod odkoupením automobilek TATRA a LIAZ. Bohužel vlivem této expanze došlo k ohrožení finanční stability a společnosti hrozil bankrot. Ke stabilizaci společnosti došlo až v roce 1999, kdy byla uzavřena dohoda s věřitelskými bankami a zahájena restrukturalizace celé skupiny Škoda.

V dubnu roku 2000 byla založena Škoda Holding a.s., která zastřešila dosud jednotlivé dceřiné společnosti. V roce 2003 prodal stát skoro poloviční podíl ve společnosti Škoda skupině Appian Group, která později odkoupila od dalších vlastníků zbylou část podílu a zahájila další restrukturalizaci společnosti. Cílem restrukturalizace bylo zaměření se na hlavní výrobní obory, tedy na energetiku a dopravní strojírenství. V roce 2004 byla společnost Škoda JS a Škoda Kovárny a Hutě prodána ruské společnosti OMZ.

Společnost Škoda Holding a.s. byla zcela prodána v prosinci roku 2009 jihokorejské skupině Doosan Heavy Industries and Construction Co., Ltd. Tím se společnost Škoda stává dceřinou společností Doosan. V roce 2011 došlo k rekonstrukci budovy experimentální laboratoře Škoda Power a postupně vznikalo globální R&D centrum pro Turbogenerátory.

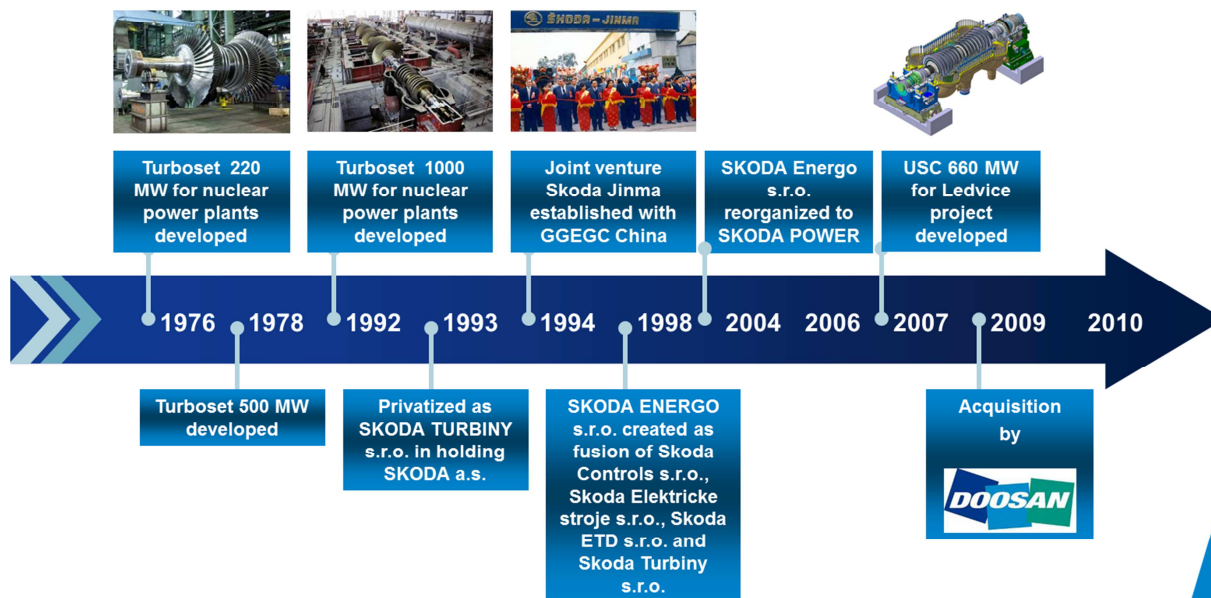
Nejdůležitější milníky a základní linie vývoje podniku Škoda Power je znázorněna na obrázcích *Obrázek 2-2* a *Obrázek 2-3*.

History timeline and key milestones 1/2



Obrázek 2-2: Historická linka vývoje Škoda Power 1. Část [35]

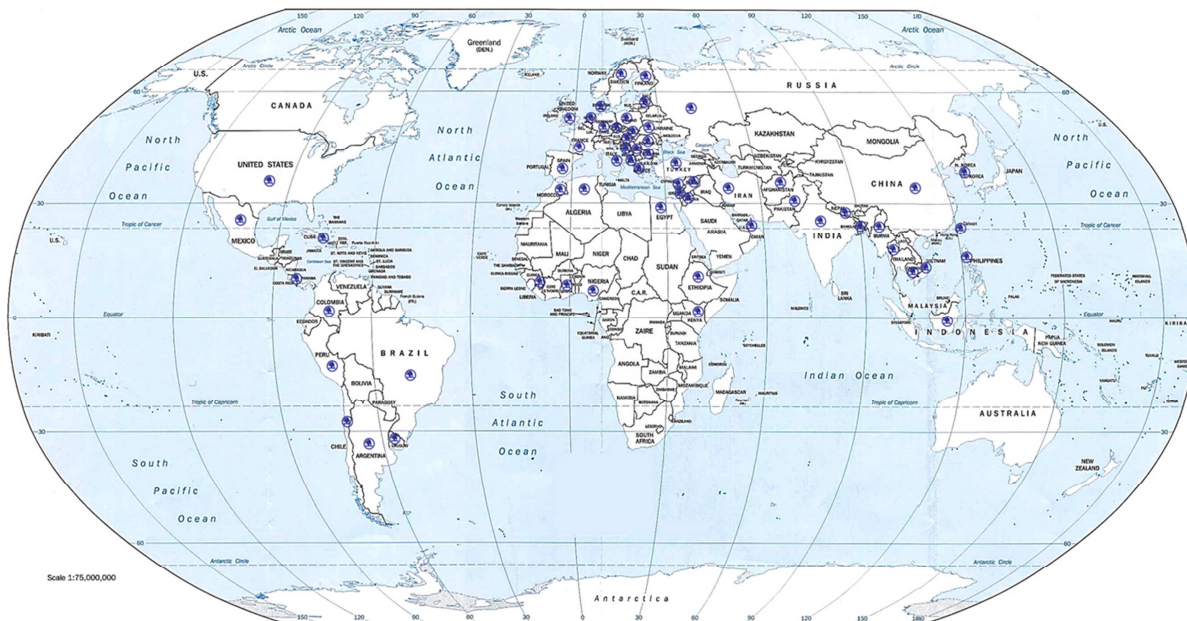
History timeline and key milestones 2/2



Obrázek 2-3: Historická linka vývoje Škoda Power 2. Část [35]

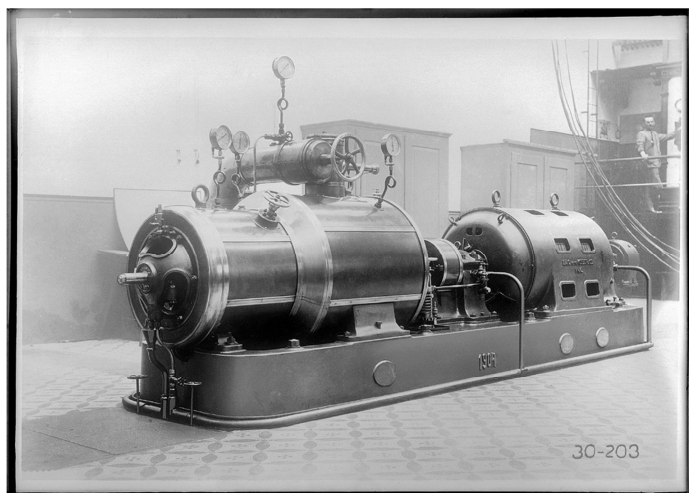
2.3. Výrobky a služby

Škoda Power je předním evropským dodavatelem moderních technologií a komponentů v oblasti výroby a projekce energetických zařízení. Společnost se zaměřuje zejména na dodávku turbosoustrojí, turbínových ostrovů a strojoven energetických celků. Dodávky jsou zaměřeny na klasickou i jadernou energetiku. Elektrárenské zařízení se známkou Škoda bylo již dodáno do více než 60 zemí v rámci zhruba 900 projektů. [35]



Obrázek 2-4: Instalované zařízení od Škoda Power [35]

V průběhu více než stoleté historie byly parní turbíny Škoda instalovány ve více než šedesáti zemích Asie, Afriky, Ameriky a Evropy. Dlouhodobost globálního působení na světových trzích svědčí o technické úrovni a konkurenceschopnosti turbín Škoda. Doosan Škoda Power si trvale udržuje dominantní pozici na domácím trhu. [35]



Obrázek 2-5: První parní turbína Škoda [35]

Společnost Doosan Škoda Power se profiluje jako dodavatel turbosoustrojí, turbínového ostrova nebo celé strojovny. V uvedeném rozsahu dodávky poskytuje veškeré služby od projektu po montáž, uvedení do provozu, zaškolení personálu zákazníka a následně servisní služby včetně dlouhodobých servisních smluv. Specifickou oblastí jsou i rekonstrukce a modernizace dříve dodaných zařízení Škoda i zařízení jiných výrobců. [35]

Parní turbíny Škoda o výkonovém rozsahu od 5 MW do 1250 MW jsou aplikovány ve všech typech elektráren pracujících na bázi parního cyklu. Špičková technická úroveň turbín Škoda je trvale zlepšována díky vlastnímu výzkumu a vývoji, který spolupracuje s tuzemskými i se zahraničními partnery. Výzkum a vývoj je zaměřen na účinnost turbín, provozní pružnost a spolehlivost, na vývoj turbín pro ultrasuperkritické parametry páry s teplotami 600°C – 620°C a v neposlední řadě na modernizace současných a výstavbu nových jaderných elektráren. [35]

2.3.1. Produkty [1]

Společnost Škoda Power se specializuje na výrobu turbín, turbosoustrojí a strojovny založené na vlastním vývoji a výzkumu a designu.

Parní turbíny pro paroplynové cykly do 400 MW

Průmyslové turbíny do 250 MW

Parní turbíny pro fosilní elektrárny do 1,000 MW

Parní turbíny pro obnovitelné zdroje do 400 MW

Parní turbíny pro jaderné elektrárny do 1,250 MW

Výměníky tepla – kondenzátory a ohříváky

2.3.2. Servisní činnosti [35]

V oblasti servisu se společnost zaměřuje na řízení vlastních konstrukcí, ale je připravena i na servis zařízení od jiných vybraných výrobců. Poskytované služby lze rozdělit do skupin základních služeb, podepisování dlouhodobé smlouvy o údržbě anebo i retrofity a modernizace již stávajících zařízení.

Oblast základních služeb zahrnuje zejména dodávky náhradních dílů, odborné služby s využitím pokrokových diagnostických metod, generální opravy turbín a běžná údržba, servis „HOTLINE“, což je tzv. linka pro nouzové případy.

Dlouhodobá údržba v sobě skrývá hlavně predikci dlouhodobých nákladů na údržbu a optimalizaci programu údržby a nákladů. Dále tento tzv. servisní balíček obsahuje záruku provozní dostupnosti a spolehlivosti na dané technické zařízení a generální opravy těchto dodávek. Samozřejmostí je také dodávky náhradních dílů pro poškozené či zastaralé zařízení.

V rámci retrofitů a modernizace se společnost Škoda Power specializuje zejména na modernizaci řídicího systému ovšem při zachování původního designu a rozměrů turbíny a při zachování původního generátoru. Modernizace také probíhá při zachování původního kondenzátoru a ohříváků.

Zvyšování konkurenceschopnosti vyráběných produktů vyžaduje nejen investice do výzkumu a vývoje, do vybavení experimentální laboratoře pro účely ověřování jeho výsledků, ale též do IT vybavení konstrukce, projektů, technologie atd. a samozřejmě do výrobní základny a nových technologií (např. svařovaných rotorů velkých turbín).

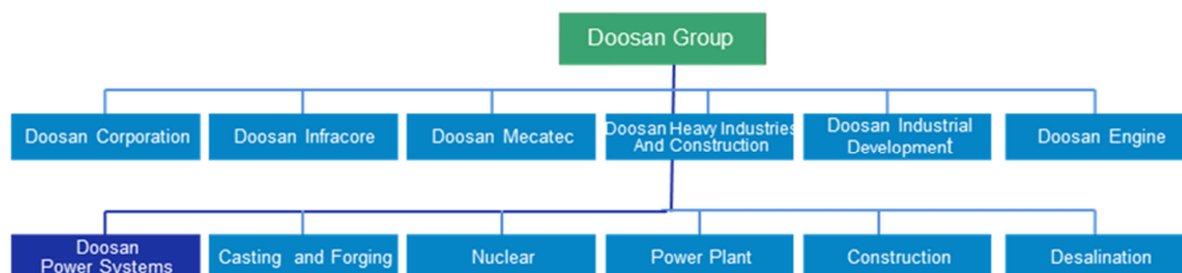
V současnosti směřuje více než 65% projektů Doosan Škoda Power na export. Z hlediska vývozu je pro nás atraktivní Turecko, oblast Latinské Ameriky, Indie, západní Evropa a samozřejmě český a slovenský trh, kde si Doosan Škoda Power trvale udržuje dominantní pozici. Turbíny Škoda představují téměř 95% instalovaného výkonu v České republice, respektive v bývalém Československu.

2.4. Skupina Doosan [35]

Společnost Doosan byla založena v roce 1896 v Soulu v Jižní Koreji. Podnik se prezentoval jako první moderní obchod a začal podnikat v oblasti pivovarnictví. V dalších letech se portfolio společnosti rozšiřovalo do dalších oborů, jako jsou nápoje a potraviny a dalších odvětví inženýrských činností a veřejných služeb. V 70. letech 20. století již Doosan patřil mezi přední prodejce na korejském trhu se spotřebním zbožím a kulturou.

V 90. letech 20. století byla společnost rozdělena do tří základních oblastí a to na zaměření materiálové technologie, na spotřební zboží a na informace a distribuce. V roce 2001 získala

skupina Doosan akvizici Doosan Heavy Industries & Construction, kterou bylo možné znát pod názvem Hankook Heavy Industries & Construction. V roce 2005 proběhl přírůstek v podobě firmy Daewoo Heavy Industries & Machinery, ze které se stala Doosan Infracore. V dnešní době zastřešuje skupina Doosan celkem 6 společností po celém světě.



Obrázek 2-6: Organizační členění skupiny Doosan [35]

Doosan Heavy Industries & Construction má v současnosti 24 poboček a celkem 11 dceřiných společností. Společnost Doosan se snaží prosadit na trzích celého světa. Dle mapy z obrázku Obrázek 2-7 je patrné, že Doosan Heavy Industries & Construction již disponuje na evropském i americkém trhu.



Obrázek 2-7: Pobočky a dceřiné společnosti DHIC [35]

2.4.1. Logo Doosan

Logo skupiny Doosan je tvořeno třemi barevnými čtverci, které představují symboliku stavebních panelů pro budoucnost. Tyto bloky mají za účel přiblížit vlastnosti a sílu, díky kterým dosáhla všech svých dosavadních úspěchů. Natočení čtverců v logu také není náhoda. Toto natočení symbolizuje pohyb vpřed, tedy směr, kterým se chce skupina Doosan ubírat v budoucích letech. Ani použitá barva zelená a modrá není náhoda. Právě tyto světlé barvy mají své opodstatnění. Modrá barva symbolizuje důvěryhodnost pro zákazníky, světle modrá barva symbolizuje spolehlivost pro obchodní partnery a barva zelená je známkou respektu vůči svým zaměstnancům.



Doosan Škoda Power

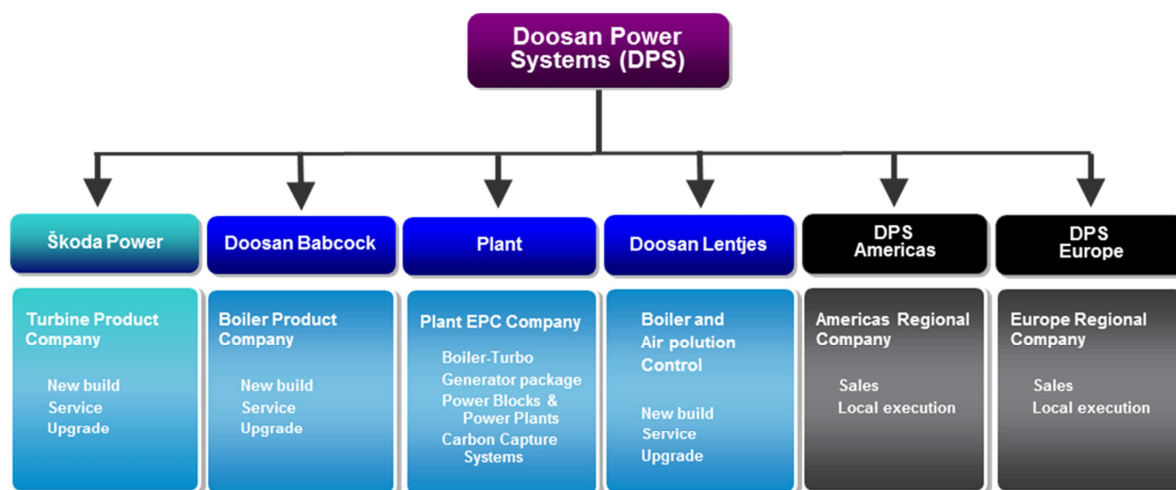
Obrázek 2-8: Logo skupiny Doosan [35]

2.5. Doosan Heavy Industries & Construction

Společnost Doosan Heavy Industries & Construction (DHIC), sídlící v Soulu je jednou z největších firem podnikajících v oblasti těžkého strojírenství v Jižní Koreji. Společnost buduje projekty po celém světě, zejména jde o zabudování jaderných, tepelných, paroplynových a vodních elektráren. Důležitý je také vysoký stupeň výzkumu a vývoje, do kterého společnost průběžně investuje finance. Dále se společnost snaží vyvíjet systémy pro využití větrné energie, palivové články a ekologická energetická energie jako řešení nové generace.

Společnost má v současné době několik dceřiných společností po celém světě. Organizační struktura složení skupiny Doosan Heavy Industries & Construction lze vidět na obrázku *Obrázek 2-6* jejích dceřiných společností.

Součástí skupiny Doosan Heavy Industries & Construction je dle obrázku *Obrázek 2-6* i společnost Doosan Power Systems (DPS). Tato společnost má hlavní sídlo v Crawley ve Velké Británii a jedná se o vedoucí společnost skupiny šesti podniků. Detailní rozpis všech šesti podniků lze vidět na obrázku *Obrázek 2-9*. Jedná se o podniky Škoda Power, Doosan Babcock, Plant, Doosan Lentjes, Doosan Power Systems Americas a Doosan Power Systems Europe.



Obrázek 2-9: Organizační struktura DPS [35]

Doosan Babcock je přední energetická společnost podnikající v oblasti tepelné a jaderné energetiky, ropy a zemního plynu a petrochemického průmyslu. Tato obchodní jednotka projektuje, vyrábí a dodává vyspělé parogenerátorové technologie pro energetiku a v současné době vyvíjí jedny z nejčistších a nejúčinnějších uhelných elektráren na světě. Doosan Babcock je také posledním výrobcem parogenerátorů ve Velké Británii.

Doosan Lentjes dodává energetické inženýrství na bázi environmentálních technologií patentovaných kotlů pro tepelné elektrické energie. Doosan Lentjes čerpá z téměř celého

století inženýrských znalostí pro dodávky tepelné energie a environmentálních technologií společností skupiny Doosan.

Cílem skupiny Plant je stát se plnohodnotným energetickým dodavatelem a nabízet v globálním měřítku elektrárenským společnostem kompletní investiční celky v oblasti energetiky za použití turbogenerátorů a kotlů vyrobených ve společnostech Škoda Power a Doosan Babcock.

Doosan Power Systems Americas poskytuje komplexní služby v oblasti kotlů a turbín pro americký kontinent a posiluje tak pozici společnosti Doosan jako předního světového dodavatele vyspělých a čistých energetických technologií, produktů a služeb.

Doosan Power Systems Europe dodává na evropské trhy elektrárenská řešení, která v sobě spojují zkušenosti výrobce kotlů Doosan Babcock a parních turbín Škoda Power.

3. Teoretické metody zvyšování způsobilosti

Tato teoretická část je zaměřena na vysvětlení použitých pojmů a metodiky pro zpracování praktické části diplomové práce. Zahrnutou a používanou metodou je zejména Lean Six Sigma, a hlavně důležitý nástroj DMAIC. Je zde vysvětlen a popsán postup metody Lean Six Sigma, metody pro sběr dat a testování a dále vysvětlen pojem plýtvání a zeštíhlení procesu. Dále je vysvětleno rozdělení metodiky na Lean a přístup Six Sigma. Oba přístupy spolu úzce souvisí a liší se pouze v pohledu na danou problematiku, kdy přístup Lean se zaměřuje výhradně na ztráty a plýtvání v procesech a oproti tomu přístup Six Sigma se zaměřuje na způsobilost daného procesu.

3.1. Základní definice

Definování použitých pojmů, vyskytujících se v celé práci. Jedná se o vysvětlení základních veličin a použitých termínů a jejich jednoduché vysvětlení.

Metoda

Metoda je definována jako soustavný postup, který v dané oblasti vede k cíli, v ideálním případě nezávisle na schopnostech toho, kdo ho provádí. Souhrn pojmů, nástrojů a pravidel, jež patří k základům každé vědy, popř. i jiných činností. [24]

Dále lze metodu chápat jako sledování, bádání či poznání. Obecně každý plánovitě užitý postup, který slouží k dosažení nějakého cíle; vývoj a aplikace specifické, svému předmětu přiměřené metody jsou základním předpokladem a součástí každé vědy. [25]

Metoda a systém

Metoda vychází z řeckého slova „met-hodos“ – doslova přeloženého jako "za cestou", cesta za něčím. Znamená to tedy postup nebo návod, jak získávat správné poznatky, či prostředek poznání. Metoda a systém tvoří podstatu vědy, přičemž systém představuje její obsahovou stránku, zatímco metoda její stránku formální. Systémem míníme uspořádaný celek poznatků či obsahů vědy. Naproti tomu za metodu označujeme v souhlasu se smyslem slova cestu, kterou je tento celek vybudován a získán. Metodicky se zabýváme nějakou oblastí vědy, když ji plánovitě prozkoumáváme, vypracujeme její jednotlivé členění, přiměřeně uspořádáme její dílčí poznatky, logicky je spojíme a učiníme nahlédnutelnými. [27]

Metodika

Metodika je obecně teoreticko-praktické schéma určující postup provádění odborné činnosti. Vychází z vědeckého poznání a empirie, přesně vymezuje jednotlivé postupy pro výkon dané činnosti. [24]

Metodologie

Jedná se o souhrn metod určité vědy, tedy je to vlastně vědní disciplína zabývající se metodami. Společné prvky vědeckých metod jsou mj. pozorování, tvoření hypotéz, experiment, analýza, indukce, dedukce a analogie. Jde výhradně o postup zkoumání. Kritické zkoumání vědeckých metod, obecně, tak i pro určitou vědu; součást teorie vědy. [25]

Metodologie pochází z řeckého slova „methodos“, které znamená sledování, stopování, a od „hodos“, které znamená cesta. Je to vědní disciplína, která se zabývá metodami, jejich tvorbou a aplikací. Pod vlivem angličtiny se slovo někdy používá i pro metodiku, což je použitý postup či metoda. Podle mnohých autorů se tím však ztrácí důležitý rozdíl mezi

metodami jako nástroji vědeckého bádání a metodologií jako reflexí o vhodnosti či použitelnosti těchto nástrojů. [26]

Technika

Pod pojem technika je myšlen souhrn lidských činností, pracovních postupů, pracovních prostředků, výrobních nástrojů a znalostí, které umožňují využívat přírodní bohatství k průmyslové produkci, k výrobě hmotných statků pro uspokojení lidských potřeb. Technika umožňuje člověku využitím znalostí přírodních zákonů odkrývat a lépe využívat zdroje energie a surovin. Je specifický lidský fenomén; bývá interpretována jako zprostředkující činitel, pomocí něhož člověk působí na přírodu. [24]

Proces

Je to neustále se opakující činnost s různou frekvencí opakování, která přeměňuje dané vstupy, neboli aktiva za použití dostupných zdrojů a informací na potřebné výstupy pro daného zákazníka. Proces je série aktiv, která generuje finanční výsledky společnosti a uspokojuje požadavky zákazníka. Proces lze také definovat jako soubor činností, který vyžaduje jeden nebo více druhů vstupů a společně tvoří výstup, který má pro zákazníka hodnotu, za kterou je ochoten zaplatit. [24]

SIPOC

SIPOC pomáhá pochopit proces a potvrdit rozsah projektu. Je to most mezi problémem a rozsahem projektu v zadání projektu a detailní mapou procesu. Slouží jako komunikační prostředek, který pomáhá objasnit proces i ostatním lidem uvnitř i mimo podnik. [8]

Je to velmi obecný náhled na náš konkrétní proces. Proces je popsán ve 4 až 6 krocích, kde jasně určíme začátek a konec procesu, jaký je vstup a kdo je jeho konzumentem, tedy kdo se procesu účastní. Tato metoda rozšiřuje náš pohled na proces pomocí pěti obecných kroků. **S** – supplier – dodavatel, **I** – input – vstup, **P** – process – proces, **O** – output – výstup, **C** – customer – zákazník. [28]



Obrázek 3-1: Zobrazení SIPOC [28]

Způsobnost

Způsobnost procesu je definována jako schopnost procesu dodávat výstup v rámci tolerovaného rozmezí hodnot a specifikovaného technického standardu. [3]

Způsobnost procesu lze hodnotit pouze v případě, že je statisticky zvládnutý. Za statisticky zvládnutý proces lze považovat proces, na který působí pouze náhodné vlivy. Systematické vlivy způsobují nestabilitu procesu a musejí se eliminovat. [4]

Spolehlivost

Spolehlivost procesu lze definovat jako schopnost procesu či zařízení nebo vhodnost plnit určitou danou funkci. Na spolehlivost procesu lze nahlížet jako na synonymum k způsobnosti procesu. Spolehlivost procesu lze rozdělit z hlediska několika nejdůležitějších složek. Těmito složkami jsou zejména bezporuchovost, tedy dlouhodobě a trvale plnit svou funkci. Další složkou je například pohotovost, tedy zda je proces v daném okamžiku schopný reagovat na případné změny. Posledními znaky jsou životnost a bezpečnost. Proces musí být schopen užíván po celou dobu jeho životnosti a měl by být odolný proti vzniku poruch. [5]

Efektivnost

Pod pojmem efektivnost lze rozumět kvantifikované parametry, určující tzv. produktivitu, tedy počet vyrobených kusů na jednotku času, pracovníka či jednotku nákladu. Ve všech vývojových pojetí efektivnosti je hlavním problémem určení striktních kvantifikovatelných hranic mezi efektivním a neefektivním podnikáním. Efektivnost lze vyjádřit vztahem kvantifikovaných užiteků k nákladům práce vynaložených k jejich realizaci. [23]

$$\text{efektivnost} = \frac{\text{výkon}}{\text{náklady}}$$

Rovnice 3-1: Efektivnost v jednoduché podobě

Produktivita

Produktivita představuje míru plodnosti daného procesu v množství. Jedná se o velmi významnou ekonomickou kategorii, která je definovaná jako hodnota výstupů procesu dělená hodnotou zdrojů, které byly spotřebovány. Produktivita lze dále měřit jako dílčí část, tedy produktivita práce, hodinová produktivita, apod. Pomalý růst produktivity práce způsobuje například růst inflace, vysoké náklady, vysoké ceny, pokles tržeb nebo také snižování výroby. Produktivita práce je vlastně účinnost práce měřená množstvím užitych hodnot připadající na jednotku vynaložené celkové práce. [23]

$$\text{produktivita} = \frac{\text{získané množství}}{\text{množství použitých zdrojů}}$$

Rovnice 3-2: Výpočet produktivity

Štíhlý podnik

Štíhlost podniku prakticky znamená, dělat jen takové činnosti, které jsou potřeba a přidávají hodnotu výrobku. Dále to také znamená dělat činnosti rychleji a efektivněji než ostatní a při těchto činnostech vykazovat co nejnižší náklady. Štíhlost lze také definovat, jako snahu o zvyšování výkonnosti firmy tím, že na dostupných kapacitách dokážeme vyprodukovat více výrobků a služeb než konkurence a že s daným počtem lidí a zařízení vyrobíme vyšší přidanou hodnotu. Také to znamená, že v daném čase vyrobíme více objednávek a uspokojíme více zákazníků a že na jednotlivé podnikové procesy a činnosti spotřebujeme méně času. [6]



Obrázek 3-2: Štíhlý podnik [6]

Štíhlá výroba

Tento pojem znamená, že se snažíme vyrábět jednoduše v samořízené výrobě. Koncentruje se na snižování nákladů přes nekompromisní úsilí po dosažení perfekcionismu. Toto úsilí vtahuje do změn všechny pracovníky podniku, od vrcholového managementu až po pracovníky ve výrobě. Jedná se vlastně o způsob myšlení o výrobě a řízení podniku. Je to filozofie, která zkracuje průběžný čas eliminací plýtvání, tak aby byly včas, efektivně a na správné místo dodány výrobky s vysokou kvalitou a při užití co nejnižších nákladů. [6]

Plýtvání

Jedná se o procesy nepřidávající hodnotu. Hlavní zdroje plýtvání popisuje metoda MUDA, která rozděluje plýtvání do několika kategorií. Jedná se o nejčastější typy plýtvání v daných procesech: Nadprodukce, Duplikace, Opravy a vady, Nadbytečný pohyb, Nevyužitý potenciál pracovníků, Doprava, Čekání, Zásoby rozpracovanosti. [6]

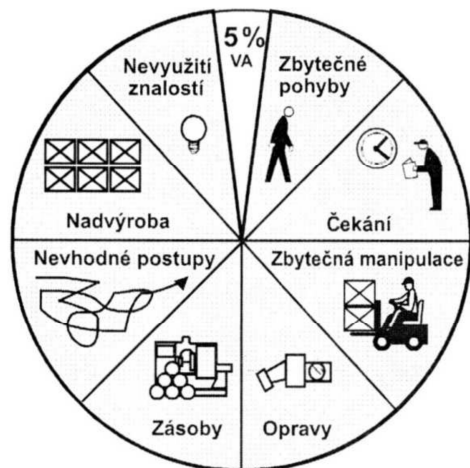
Jsou i další druhy plýtvání, jako například plýtvání časem zákazníka, materiálem, energiemi, lidskými zdroji či využívání nevhodného systému řízení. Důsledkem takového plýtvání potom bývá vysoký počet zmetků, vysoké zásoby a v nich vázané finanční prostředky, vysoké náklady, přetížení pracovníci či naopak nevyužité stroje a dostupné zdroje. [6].

3MU

Jedná se o Japonský přístup k plýtvání. Plýtvání je vše, co zvyšuje náklady na produkci výrobků či služeb, bez toho aby se navyšovala přidaná hodnota výrobku či služby. Přidaná hodnota výrobku či služby je vždy definována zákazníkem. Zákazník si sám stanoví kdy je výrobek v požadované kvalitě, množství, termínu a ceně a kdy je tedy ochoten za výrobek nebo službu zaplatit. Tento přístup tedy znamená, že je nutno krátit průběžnou dobu výroby, ale nikoli na úkor kvality nebo efektivity procesů. [6]

Základně se rozlišují osm druhů plýtvání. Tyto plýtvání jsou znázorněny na *Obrázek 3-3*. Vysvětlení jednotlivých druhů plýtvání:

1. Nadprodukce = Nadnormativní hotové díly skladem, výroba mimo plán
2. Duplikace = Zbytečné postupy, složité a nejednotné pracovní a kontrolní návody
3. Opravy a vady = Způsobeno nejakostí výroby
4. Nadbytečný pohyb = Nevhodně upravené pracoviště
5. Nevyužitý potenciál pracovníků = Nedostatečné využití jejich dovedností a zkušeností
6. Doprava = Nevhodně zvolené cesty, doprava s překládáním
7. Čekání = nevhodné plánování
8. Zásoby rozpracovanosti = Výroba neřeší dané priority



Obrázek 3-3: Osm základních druhů plýtvání [6]

Dle japonského přístupu však dále rozlišujeme další tři druhy metody chápání plýtvání. Těmito základními metodami jsou: [18]

MUDA

Tato metoda se zabývá výhradně plýtváním, které se vyskytuje přímo v procesech. Zejména se jedná o plýtvání, které nepřidává hodnotu výrobku a nepřibližuje hotový výrobek konečnému zákazníkovi. Jedná se o veškeré plýtvání v procesech, které navyšuje náklady. [6]

MURI

Jedná se o plýtvání z hlediska přetěžování pracovníků či strojů. Maximální využití dostupných zdrojů je omezeno určitými limity a standardy, které se nesmějí překračovat. [6]

MURA

Metoda zabývající se o plýtvání způsobené nepravidelnostmi a nestejným využitím lidí a strojních zařízení. Toto plýtvání může být způsobené například kolísáním plánu nebo objemu výroby, které bývá výsledkem některých interních problémů. Tyto problémy lze definovat například jako prostoje, zmetkovitosti nebo jiné vady v procesu výroby. [6]

Standardizovaná práce

Standardizace práce je vizuálně zaznamenaný popis nejlepšího známého postupu, jak danou práci správně vykonat. Tato metoda slouží jako nástroj užívaný pro eliminaci plýtvání v procesech. Je to také základ pro neustálé zlepšování kvality výrobků. Standardizace práce má také za úkol zajistit, aby operace postupovaly za sebou vždy opakovaně, bez chyb a právě v čas. Při zavádění standardizace práce je důležité mít na mysli, že vlivem pokroku se nejlepší postupy neustále zdokonalují a tedy je nutné mít vždy nejaktuálnější nejefektivnější postup. Z tohoto důvodu je nutné vést pracovníky k neustálému zlepšování standardů a inovací. [6]

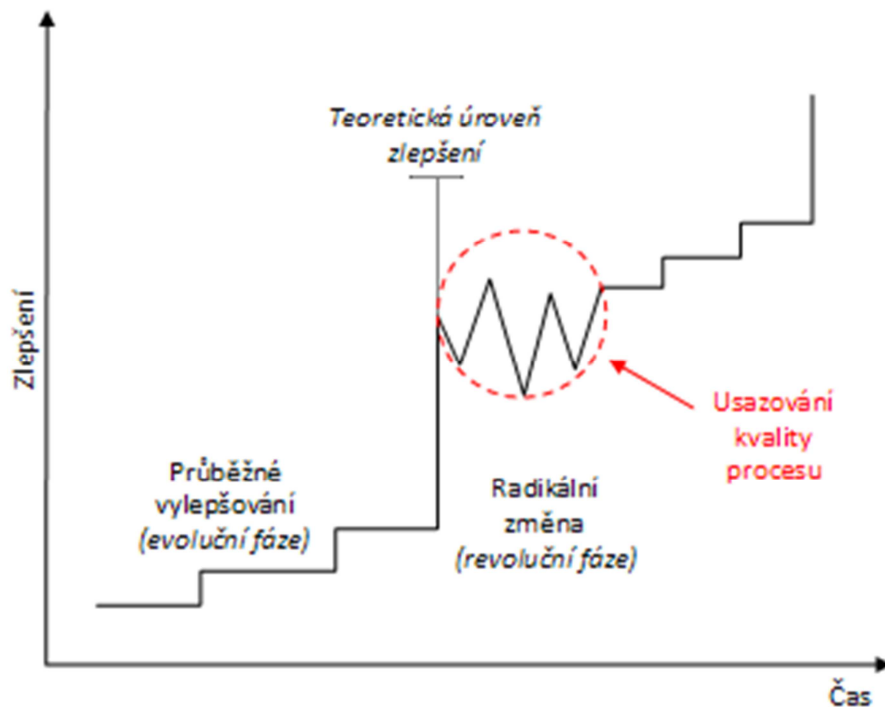
Řízení výroby

Výroba v podniku patří mezi jednu z primárních podnikových funkcí. Výrobní funkcí se rozumí soubor činností a procesů spojených s přeměnou materiálových, energetických a dalších vstupů do podoby výrobků nebo služeb. Výrobou také rozumíme proces vytváření výrobků či služeb prostřednictvím nasazení pracovní síly, technických prostředků, materiálu, služeb i informací s ohledem na technologické podmínky a pravidla jednání, jakož i sociálně etické normy. [7]

Předmět řízení výroby v podniku možné chápat jako systém pojmů a nástrojů výrobního managementu. Řízení výroby zahrnuje zvládnutí množství dalších činností, které s procesem transformace souvisí, ať už se jedná o otázky personálního charakteru, o oblast informatiky, financí a účetnictví nebo jiné oblasti. Cíl řízení výroby bývá v podnicích odvozen z celopodnikové strategie, v níž vedení podniku stanovuje základní vize, na jejichž základě formuluje hlavní cíle. Od cílů vzniknuvších na úrovni vedení podniku se odvíjejí cíle dílčí. [8]

Řízení změn

Změna je získání vlastností jiného rázu nebo přetvoření dané věci nebo činnosti. Může se jednat o změny kladné ale i o změny záporné. Změna je spojena s požadavkem, který vyvolá přechod z definovaného základního stavu do stavu nového. Při realizování změn se nejčastěji jedná o změny kladné, tedy o zlepšování věcí, činností a procesů. Základní otázkou při realizaci tedy je, co je zapotřebí změnit, co je cílem plánované změny a jak danou změnu realizovat. [6]



Obrázek 3-4: Cyklus změn [23]

Hodnota a hodnotový tok

Výrobní procesy vytvářející produkt lze rozdělit na procesy vytvářející hodnotu, procesy nevytvářející hodnotu a podpůrné procesy. Procesy přidávající hodnotu, jsou takové, které přímo vytvářejí daný produkt. Jedná se o procesy, které spotřebovávají dané zdroje a přetvářejí je na konečný výrobek. Procesy nepřidávající hodnotu jsou takové, které nemění produkt a nespotebovávají dané zdroje. Jedná se především o nutnou manipulaci, upínání výrobků či nezbytnou kontrolu. Mezi podpůrné procesy lze řadit zejména řídicí procesy či toky informací. Procesy vytvářející hodnotu se zabývá aplikace pro Six sigma a procesy nevytvářející hodnotu se zabývá aplikace pro Lean přístup. [23]

Hodnotový tok je souhrn všech aktiv v procesech, které umožňují vlastní transformaci materiálu na produkt, který má hodnotu pro zákazníka.

3.2. Štíhlý podnik [6]

Při pohledu na podnik jako na štíhlý, nelze mluvit jen o podniku jako takovém. Vzhledem k tomu, že k plynutí dochází i v jednotlivých odděleních, procesech a tocích, musíme na štíhlost pohlížet i z hlediska štíhlé výroby, štíhlé administrativy, štíhlé logistiky i štíhlého vývoje. Štíhlý podnik je organizace, kde si všichni zaměstnanci uvědomují toto nahlížení na štíhlost a dle této vize se snaží pracovat. Pracovníci musejí dělat vše pro uspokojení požadavků jak externích, tak i interních zákazníků. Vize je postavena na neustálém zlepšování, tedy každý den je třeba něco vylepšit, ať se jedná o proces, výrobu či nějaké schopnosti.

Na pojem štíhlý podnik se v průběhu let pohlíželo vždy jinak. V následujícím textu je toto pohlížení rozděleno dle vnímání určitých generací na pojem štíhlý podnik, štíhlá výroba a štíhlý proces.

3.2.1. První generace

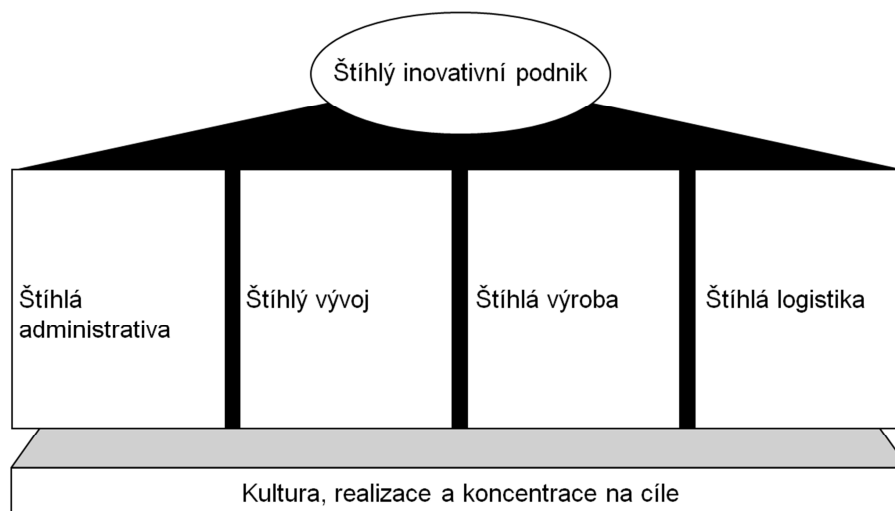
První generace pohlížení na štíhlý podnik má vlastně počátek v průmyslové revoluci. Právě revoluce přinesla nový pohled a to využívání strojů a nástrojů, které mají za úkol nahradit lidskou práci. Tímto nahrazením dochází ke snižování nákladů. Hlavním reprezentantem tohoto nového stylu se stala hromadná výroba, kde byla hlavní orientace věnována toku a celému procesu. Používaly se převážně jednocelové stroje s nižšími náklady a cenou, důraz se kladl na standardizaci výrobků a zefektivnění operací. Začaly se vyskytovat a více využívat výrobní linky, kde každá operace na sebe navazovala. Tímto byla započata 1. generace výrobních systémů na bázi štíhlé výroby, tedy výroba velkého objemu, ale malého sortimentu a dlouhým životním cyklem výrobku.

3.2.2. Druhá generace

Druhá generace pohledu na štíhlou výrobu začíná koncem druhé světové války, kdy zákazníci vyžadují větší sortiment a nabídku výrobků. Zde se přičí myšlenky první a druhé generace, kdy zejména náklady na pracovní sílu neklesaly, což byla podmínka pro růst. V této době nabídka převýšila poptávku po výrobcích rozmanitějšího sortimentu. Hlavní změna přišla z Japonska, kde si výrobci uvědomili poptávku zákazníků po větším sortimentu zboží a začali hledat neefektivnější řešení, kdy neutrpí kvalita výrobků. Při tomto hledání zavedli v Japonsku výrobní systém Just in time (JIT) a zavedly eliminaci plýtvání, kdy vytřídily osm druhů tohoto plýtvání. Dále se v této generaci zjistilo, že zvyšování sortimentu vždy nevede k zvyšování zisku a tak se začaly více zohledňovat konkrétní požadavky zákazníků. Zohlednění těchto kritérií vedlo k zhodnocení výrobků a přineslo velkou konkurenční výhodu na trhu.

3.2.3. Nová generace

Pohled nové generace se více zaměřuje na samotného zákazníka. Někdy se této generaci říká „kustomizace“, tedy ze slova customer, v překladu znamenající zákazník. Pohled nové generace se teprve tvoří a vyvíjí. V této nové generaci se výrobci soustřeďují výhradně na zákazníka a jeho potřeby. Zákazník je stále náročnější a klade důraz na širokou škálu kvalitních výrobků. Nejvíce se užívá kusová či sériová výroba zaměřená na flexibilitu s ohledem na přání a požadavky zákazníků. Velkým hitem se také stává navrhování štíhlých layoutů, mapování hodnotových toků a balancování operací.



Obrázek 3-5: Pilíře štíhlého podniku [6]

Tato filozofie říká, že plýtvání je všechno, co zvyšuje náklady produktu nebo služby bez toho, aby zvyšovalo jejich přidanou hodnotu. Proto nelze mluvit jen o štíhlosti výroby, protože plýtvání nastává i v jiných odděleních podniku. Štíhlá výroba, štíhlá administrativa, štíhlá logistika a štíhlý vývoj jsou hlavní stavebními pilíři štíhlého podniku. Štíhlý podnik je organizace, kde si jednotliví pracovníci tyto elementy osvojili, přirozeně je ve své práci používají, myslí a konají podle nich. Dělají všechno pro spokojenost externího a interního zákazníka, každý den něco na svých schopnostech, ve svém okolí a ve svém životě zlepšují. Štíhlá výroba je filozofie, která usiluje o zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem eliminací plýtvání v řetězci mezi nimi. Štíhlá administrativa je metodologie komplexního zlepšování administrativních procesů, která zefektivňuje veškeré administrativní činnosti a eliminuje plýtvání v těchto procesech. Cílem štíhlé logistiky je zabezpečit co nejkratší průchozí dobu výroby a to bez zbytečných zásob a plýtvání v procesech. Štíhlý vývoj má za cíl zkrátit průchozí dobu vývoje, navrhnout jen to, co vyžaduje zákazník, a přizpůsobit výrobek pro výrobu. [6]

3.3. Lean management

Lean v překladu znamená štíhlý, tedy se jedná o koncepci „štíhlé výroby“. Tato koncepce pochází z firmy Toyota, kde vznikla v 50. letech 20. století. Prvotním účelem byla alternativa k hromadné výrobě v podniku, kde nebyl dostatek financí pro nákladné investice, ale byla vyžadována vysoká flexibilita výroby. Základem této metody je provedení komplexní organizace výroby a vývoje produktů a služeb, organizuje toky dodavatelské, odběratelské a zákaznické a to tak, aby docházelo k co nejlepšímu plnění zákaznických požadavků při co nejmenší spotřebě dostupných zdrojů materiálu, kapitálu, prostoru a lidského faktoru a při co nejvyšší kvalitě. Lean je tedy filozofie, kterou musí organizace přijmout, aby dosáhla svých cílů co nejefektivněji. Tato metoda lze shrnout do dvou doporučení a tedy, trvale se zlepšovat ve všech oblastech organizace a zamezit zbytečnému plýtvání a druhým doporučením je co nejefektivněji uspokojovat potřeby zákazníka, bez ohledu na uplatněný způsob. [8]

Tato filozofie štíhlé výroby, nevytváří nový organizační model ani nové metody řízení. Metoda nás pouze navrácí k základům obchodních a výrobních činností a toků a nutí nás zamyslet se nad otázkou, co vlastně zákazník akceptuje a požaduje. Dalším krokem této filozofie je seřazení činností, které přidávají hodnotu, takzvané vytvoření toku hodnot, neboli value stream. Z tohoto toku činností odstraníme ty, které konečnému výrobku nepřidávají hodnotu. Tímto vznikne tok, ve kterém vývoj produktu a samotná výroba postupuje hladce a rychle kupředu, jedná se o tzv. tah zákazníka. Celá metoda je tedy postavena na snaze maximalizovat přidanou hodnotu pro zákazníka. Filozofie stojí na metodě zeštíhlení, je to vlastně cesta k tomu, aby měl podnik nižší režijní náklady, vyráběl více produktů, a co nejefektivněji využíval své prostory, výrobní a další zdroje. Je to filozofie, která usiluje o zkracování časů mezi dodavatelem a konečným zákazníkem pomocí eliminace plýtvání v celém procesu. [6]

Štíhlé myšlení lze vztáhnout jak na celý podnik i s jeho procesy od dodavatele a zákazníka, tak i na jednotlivé podnikové složky. Nejefektivnějšího zeštíhlení podniku lze dosáhnout nejen úpravou pracovišť a úseků výroby, ale úpravou již samotného vývoje produktu. Musí se jednat o propojený systém úpravy myšlení vedení, managementu a myšlení každých jednotlivých zaměstnanců s cílem dosažení nižších nákladů a zkrácení průběžné doby výroby. [6]



Obrázek 3-6: Plýtvání zobrazené pomocí ledovce [35]

3.3.1. Analytické nástroje Lean managementu

Tyto nástroje jsou závislé zejména na získaných datech z jednotlivých procesů. Je nutné nasbírat dostatečné množství dat a údajů o všech parametrech procesů či údajů. Tyto data je nutné sbírat v požadované kvalitě a kvantitě pro další vyhodnocení. Je tedy nezbytné sbírat data z komplexních datových analýz. Dále je velice důležité u nasbíraných dat zajistit jejich formální přesnost a jednotnost.

Sbíraná data mohou být dvojího charakteru. Jedná se o data typu spojitého a data diskrétní. Tyto data se liší kvantitativními proměnnými. Data spojitá mohou nabývat jakýkoliv hodnot v určitém omezení. Jedná se tedy o data, které zaznamenávají přímo nějaký počítatelný údaj jako například časovou hodnotu, vzdálenost, teplotu, váhu či další převážně číselně vyjádřená data. Oproti tomu data diskrétní mohou nabývat jen spočetně mnoho hodnot a mají pouze celočíselné obměny. Jedná se o počty výskytů v dané množině dat.

Data lze shromažďovat více způsoby. Základním dělením sběru dat je na sběr ruční a sběr pomocí techniky. Ruční sběr dat je myšleno zapisování dat pomocí tužky a papíru. Tento způsob je však zastaralý a málo využitelný. Další nevýhodou tohoto způsobu sběru dat je jejich složité archivování. Sběr dat pomocí techniky, například pomocí počítačů je dnes již běžné. Data se sbírají pomocí různých softwarů, které dokáží i následně případně zpracování těchto dat. Těmito využívanými softwary jsou například Matlab DAQ Tools, Microsoft Excel, WinQSB a mnoho dalších běžně využívaných aplikací pro sběr a zpracování dat.

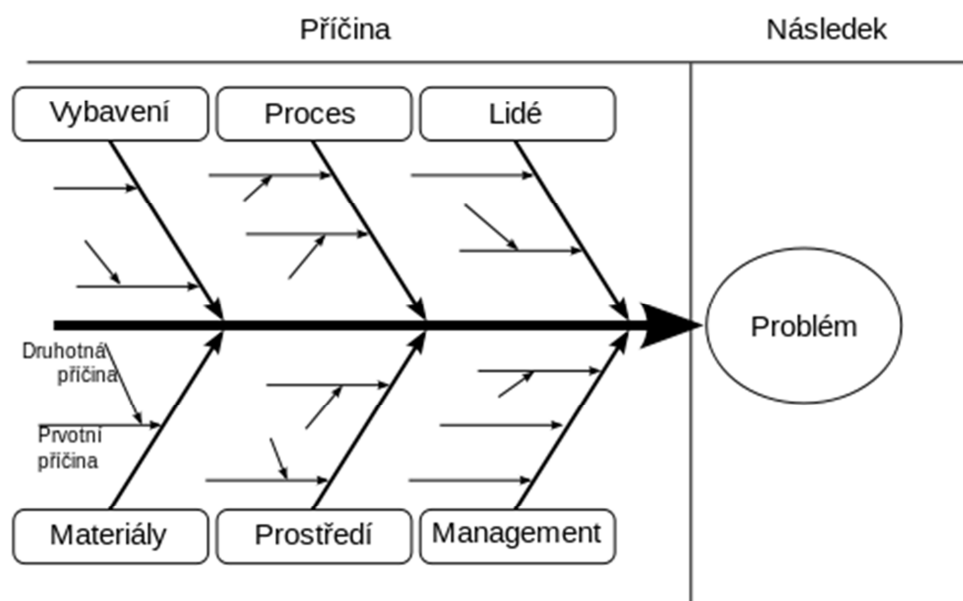
3.3.1.1. Diagram příčin a následků

Tato metoda vznikla ve 40. letech 20. století v Japonsku. Jedná se o oblíbenou metodu nebo nástroj řízení kvality, která nese také název Ishikawův diagram. Této metodě se někdy také říká diagram rybí kosti. Metoda je zaměřena na analýzu libovolného procesu v jakémkoliv prostředí. Smyslem diagramu je uvedení vztahu mezi daným účinkem, následkem a jeho možnými příčinami. Tímto způsobem lze řešit nastalé problémy, nebo lze těmto problémům

předejít. Diagram tímto způsobem pomáhá určit podstatu zkoumaného problému a vytváří podklad pro následnou analýzu příčin a následků. [4]

Diagram se také používá k analyzování způsobnosti procesu. Tímto způsobem lze řešit libovolný i potenciální problém, kterému je třeba věnovat pozornost. Jedná se o jednoduchý nástroj a tedy je pochopitelný i pro pracovníky na nižších organizačních pozicích. Diagram pomáhá vytvořit celkový pohled na všechny vlivy vyskytnutého problému.

Metoda přímo neříká způsob jak nastalý problém řešit, ale pomáhá při diskuzi o jeho hlavních a vedlejších příčinách a při hledání následných řešení. Při hledání optimálního řešení se postupuje formou brainstormingu, kdy se zapisují všechny možné zjištěné příčiny a seskupují se do kategorií, tedy do hlavních a vedlejších větví. Dobře sestavený diagram by neměl mít větve s více než dvěma úrovněmi. [9]



Obrázek 3-7: Diagram příčin a následků [31]

Celý princip spočívá v určení hlavního problému, ten se zapíše do tzv. hlavy diagramu. Hlava diagramu, neboli také rybí hlava je zpravidla umístěna na pravé straně diagramu. Nalevo od této hlavy se zapisují dané sub příčiny, které jsou řazeny dle závažnosti vlivu dle závislosti na daný problém. Diagram lze sestavit pro každý problém individuálně. Nejčastější využití tohoto diagramu je zejména při brainstormingu. [4]

3.3.1.2. Value stream mapping (VSM)

Metoda, jejímž cílem je podrobně zakreslit současný stav toku hodnot podnikem pomocí zmapování materiálových a informačních toků. Dalším cílem je identifikovat možné příčiny zbytečného plýtvání, tyto příčiny odstranit a navrhnout budoucí stav procesu. Je to rychlý a snadný nástroj, jehož prostřednictvím se popisují materiálové a informační toky v podniku. Hlavním cílem této metody je identifikace možných příčin zbytečného plýtvání a jejich odstranění či eliminace. Principem této metody je kladení otázek, zda lze zajistit soubor funkcí a procesů v podniku jiným způsobem nebo lépe či efektivněji. Metoda VSM je počáteční analýzou pro simulaci, změnu organizace výroby a práce, optimalizace materiálových toků, redukci zásob a rozpracované výroby a také je vstupním auditem pro realizaci tahového systému řízení výroby. Mapování toku hodnot je také nutné při zavádění nového výrobku či nové technologie či návrhu nových procesů. Pro mapování se užívá standardizovaných značek. [20]

Dále má tato metoda zavedené různé metriky, pro snadnější orientaci a přehlednost.

CT – Cycle Time – Cyklový čas

VAT – Value Added Time – Čas potřebný pro opracování jednoho kusu výrobku

OEE – Overall Equipment Effectiveness – Celková efektivnost zařízení [%]

Oper. – Number of operators – Počet potřebných operátorů

VA – Value Added – Čas přidávající hodnotu, čas úseku práce, který reálně mění výrobek na produkt, za který je zákazník ochoten zaplatit

LT – Lead Time – Čas, který trvá jednomu kusu, aby prošel všemi procesy od vstupu po výstup

WT – Waiting Time – Čas čekání [sec]

Postupem při mapování toku hodnot začíná výběrem výrokové řady daných produktů. Následuje zakreslení a znázornění současného stavu, z čehož vychází další krok a tedy zakreslení a znázornění budoucího stavu. Posledním krokem při mapování toku hodnot je samotná realizace.

Pro první krok, tedy výběr výrokové řady užijeme metodu pro výběr nejdůležitějšího produktu, metodu ABC analýzy. Je to vhodný nástroj pro diferenciaci sortimentních druhů všech výrokových řad. A (0%-70%), B (70%-95%), C(95%-100%). Skupina A značí největší ziskové procentuální zastoupení výrokové řady.

Dalším krokem je znázornění současného stavu, kde je nejdůležitější paradigma, aby se jednalo o mapování hodnot z pohledu zákazníka. Mapování vlastně znamená zaznamenání základních výrobních procesů. Každý tento proces je zaznamenán jedním symbolem, který ho prezentuje a každý proces musí být popsán celou řadou informací. Nejdůležitějšími informacemi jsou cyklový čas, čas potřebný pro přetypování stroje z jednoho typu výrobku na další, počet pracovníků potřebných pro provoz procesu, pracovní čas bez přestávek, počet směn a například i typy balení délka životnosti daných strojů. Po získání všech důležitých informací pokračuje výpočet základních údajů o externím zákazníkovi, pokračuje zakreslení základních výrobních procesů přímo ve výrobě a zmapování stavu rozpracované výroby v procesech. Dalším krokem postupu znázornění současného stavu je přepočítání velikosti zásob dle denní spotřeby. Dále je nutné zakreslit informační toky vedoucí od dodavatele, přes výrobu až k zákazníkovi. Dané údaje se nejčastěji zjišťují pomocí stopek a příslušné hodnoty se porovnávají s předepsanými normami. Materiálový tok se zpravidla zaznamenává v dolní části mapy a to zleva doprava v pořadí jak jdou procesy za sebou. Veškeré získané časové údaje se uvádějí v základních jednotkách, tedy sekundách. Provázané informační toky udávají například objednání materiálu, způsoby komunikace jednotlivých úseků nebo dané vazby mezi jednotlivými úseky. Pro znázornění současného stavu také užíváme různé ukazatele, jako například VA linka, kde je uvedena velikost zásob dle denní potřeby, obrátka zásoby a cyklový čas. Tyto údaje jsou zaznamenány ve spodní části mapy. [20]

$$VA \text{ index} = \frac{\text{čas operací přidávající hodnotu}}{\text{celkový čas operací}} * 100 [\%]$$

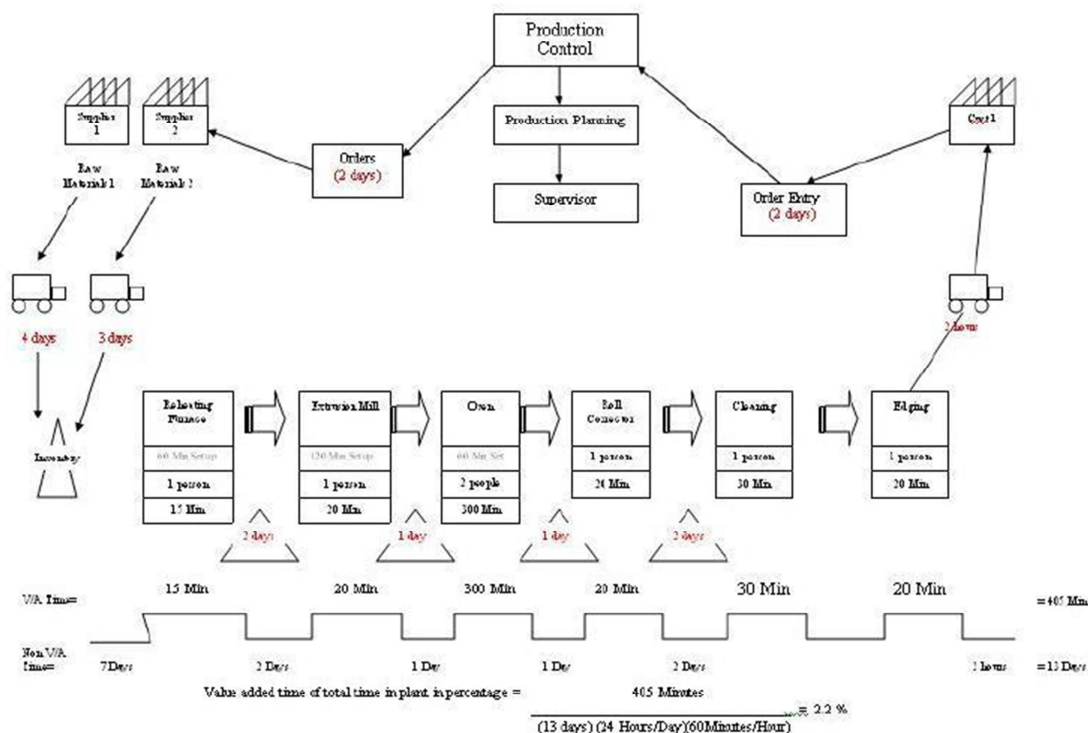
$$\text{obrátka zásob} = \frac{\text{roční požadavek zákazníka [ks/rok]}}{\text{průběžná doba výroby [den] * požadavek zákazníka za den [ks/den]}}$$

Rovnice 3-3: Vzorce pro výpočet indexu VA a obrátu zásob [20]

Krok znázornění budoucího stavu začíná tvorbou mapy budoucího stavu. Cílem je navrhnout opatření zlepšující procesy zmapované v předchozím kroku. Pro podporu tvorby mapy vzniklo několik základních otázek, na které je potřeba odpovědět. Jsou to například otázky, jaký je čas taktu pro zvolenou výrokovou skupinu, kde lze využít plynulý materiálový tok, mají se finální výrobky přímo expedovat nebo uložit do zásobníku, v jakém bodě výrobního procesu je nutné plánovat výrobu, anebo jaká zlepšení procesů budou nutná, abychom dosáhly všech předcházejících návrhů? Analýza hledá některé nedostatky a navrhuje opatření, které povedou k optimalizaci provozu a příslušných procesů a k požadovanému zvýšení kvality a efektivity vedoucí k zvýšení produktivity daného podniku.

Posledním krokem je realizace. Zde dochází k implementaci výsledků z mapování do reálného procesu výroby a řízení. Můžeme se zde setkat s řadou problémů, například s neochotou pracovníků spolupracovat na daných změnách či špatným rozložením materiálových toků, které by mělo za důsledek nevyužití kapacity strojů či vysoké zásoby materiálu.

Hlavními přínosy VSM jsou především dokonalá znalost celého výrobního procesu, vizualizace dat, zlepšení kvality produktů a využití kapacit které máme k dispozici. Pomocí VMS můžeme také redukovat ztrátové časy plýtvání či zbytečnou práci a zmetkovitost ve výrobním procesu. VSM vede ke snížení nákladů a zkrácení doby výroby a vyřízení objednávky.



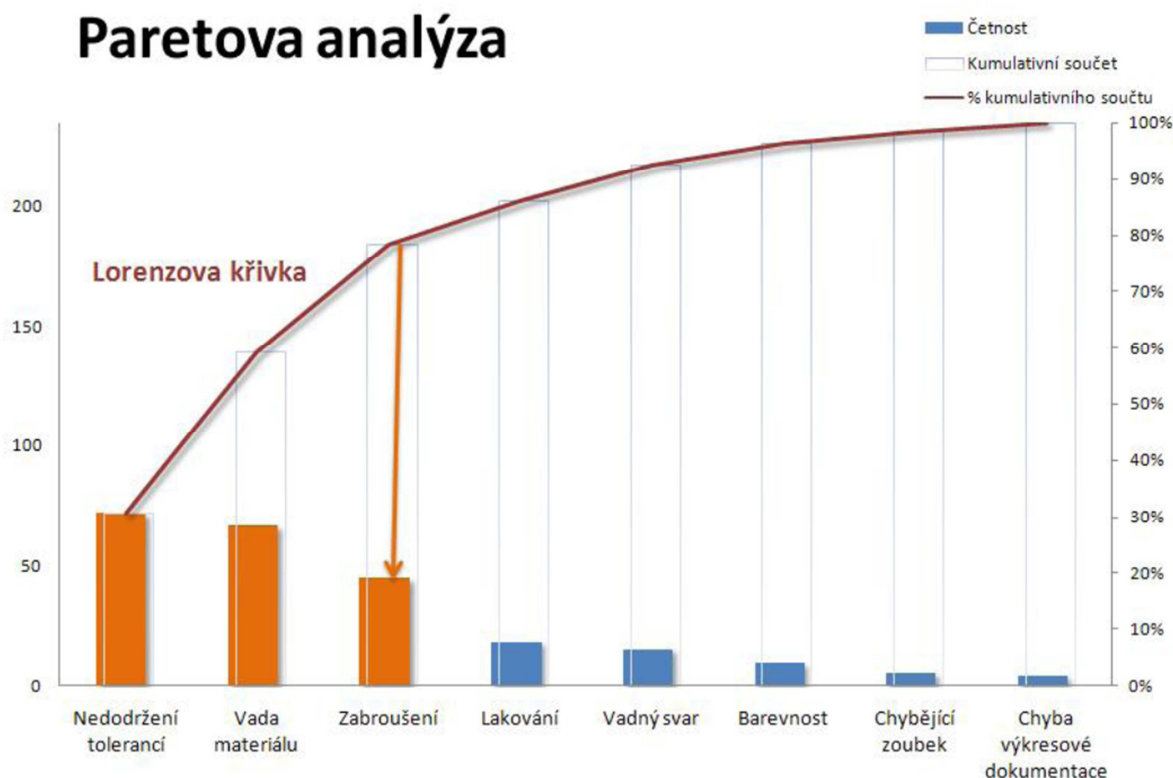
Obrázek 3-8: Příklad praktického znázornění VSM [31]

3.3.1.3. Paretova analýza

Tato metoda má původ již v 19. století, kdy se italský sociolog a ekonom Vilfred Pareto zabýval rozložením bohatství a půdy v italské společnosti. Pareto zjistil, že 20% bohatší italská vrstva vlastní téměř 80% veškeré půdy v Itálii. Tohle je základ Paretovi metody, která je známá také jako Paretův princip, nebo jako metoda 80 na 20. Na základě tohoto pravidla byl zformulován závěr, že 80-95% problémů je způsobeno jen malým počtem příčin a to

zhruba jen 5-20%. Tento malý počet příčin lze nazvat jako životně důležitou menšinu. Metoda v aplikaci na jakost výroby ukazuje, že většina následků má původ v relativně málo chybách. Výsledkem metody by mělo být oddělení rozhodující menšiny chyb od bezvýznamné většiny. [29]

Tyto vztahy, tedy 80% na 20% graficky znázornil na počátku 20. století americký statistik M. O. Lorenzo křivkou, která je dodnes známa jako Lorenzova křivka.



Obrázek 3-9: Příklad znázornění Paretova diagramu [29]

Paretova analýza se využívá téměř ve všech odvětvích moderní výroby. Metoda se užívá zejména pro zvýšení odbytu, redukci zásob nebo zlepšení organizace práce. Nejdůležitější v této metodě je volba vhodných parametrů zkoumaných veličin. Předpokladem pro aplikaci Paretova diagramu je kvantifikace identifikovaných a nashromážděných dat, která jsou vodítkem k určení příčin a následků. [10]

3.3.1.4. ABC Analýza

Tato analýza vychází z Paretovy analýzy. Opět je základem myšlenka, že pouze několik málo faktorů podstatně ovlivňuje celkový proces či problém. Dle Paretova pravidla, které říká, že 80% všech důsledků způsobuje jen 20% příčin. ABC analýza má základ v rozboru výrobního programu do reprezentativních výrobních skupin. Vilfred Pareto zjistil, že ve všech procesech se prakticky vždy vyskytuje minoritní skupina prvků, která je obvykle menší než 20%, a která má ale nejvýraznější vliv na daný jev, okolo 80% a je tedy označována jako kategorie A. Dále existuje o něco početnější skupina prvků se subdominantním významem, tedy kategorie B a konečně velmi početná množina prvků s velmi malým významem, kterou lze pojmenovat jako kategorie C.[29]

Největším přínosem ABC analýzy je přehled o tom, které položky nejvíce ovlivňují daný proces. Tímto rozdělením na skupiny A, B a C snadno zjistíme, které položky jsou pro podnik nejdůležitější a kterým by měla být věnována největší pozornost.[29]

3.3.1.5. Myšlenkové mapy

Myšlenkové mapy je metoda, která vznikla v 60. letech 20. Století v Británii. Za jejího zakladatele je považován Tony Buzan, který se celý život zabýval fungováním mozku, na jejichž principech stojí tato metoda. Myšlenkové mapy jsou důležitým pilířem vývoje vědy a techniky. Metoda se používá v různých odvětvích jako například v průmyslu, zemědělství, ale také v informatice. Jedná se o velice efektivní nástroj využívaný k rozřídění myšlenek a zjednání celistvosti projektu. [11]

Hlavní výhodou této metody je její úplná individuálnost. Každý jedinec může mapu pojmout jinak, originálně. Nejsou zde daná pevná pravidla, a tedy jde o kreativní metody přenesení myšlenek jednotlivých pracovníků. Základem metody je vytváření asociací a rozkládání informací na různá místa. Klíčovým mapy je zpravidla střed prostoru, kolem něhož jsou zaznamenávány různé informace, tedy myšlenky. Střed značí problém, jímž se zabýváme, jednotlivé myšlenky znázorňují řešení či cesty ve vyřešení problému. Jednotlivé myšlenky neboli cesty lze dále dělit na menší spolu závislé větve. [11]

Vzhled myšlenkové mapy závisí na kreativitě jednotlivce. Každý pracovník má své myšlení a tedy i každá myšlenková mapa vypadá odlišně. Některé mapy mohou mít vmalované symboly či barevné větve, jiné mohou obsahovat obrázky a více spleťte cesty. V dnešní době lze myšlenkové mapy tvořit jak analyticky tak již i digitálně. [11]

3.3.1.6. Vývojové diagramy

Vývojový diagram je základním nástrojem pro zdokonalování procesů. Diagram člení proces do jednotlivých dílčích kroků i se zahrnutím rozhodování, tím pomáhá lépe porozumět celému procesu.

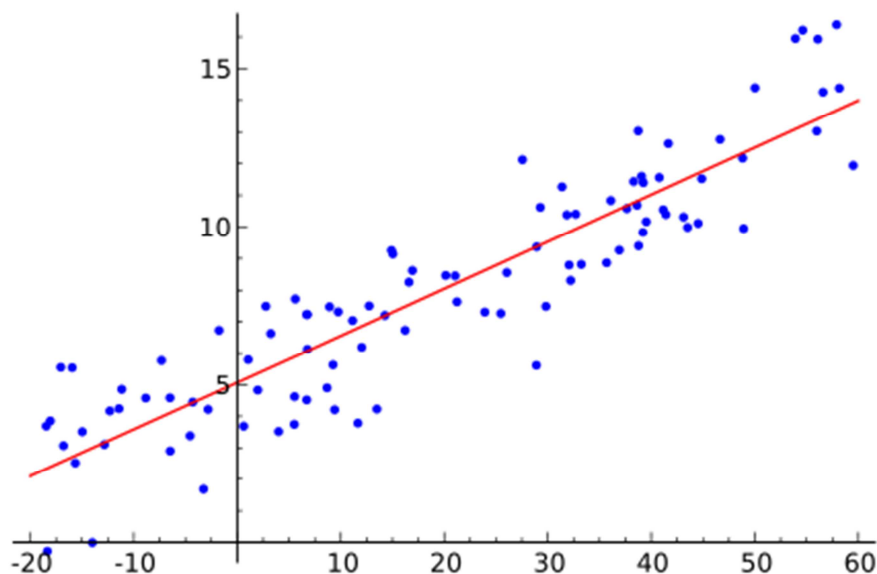
Znalost a využití vývojových diagramů se řadí mezi nejdůležitější činnosti při řešení nastalých problémů v procesu. Pomocí diagramu lze snáze definovat příčinu problému a tím i snadněji identifikovat zlepšení. Jedná se vlastně o univerzální nástroj sloužící k popisu jakéhokoliv procesu.

Sestavení vývojového diagramu a jeho konstrukce je dána používanými symboly. V diagramu musí být zřejmě patrný začátek a konec procesu a musí být přesně definovány vstupy a výstupy. Dále je velice důležitá definice samotných kroků procesu a jejich vzájemná propojení s jednotlivými úkony procesu, které jsou v diagramu znázorněny ikonami. Pro dobrou názornost je nezbytné sestavit vývojový diagram pro současný stav a dále diagram pro stav budoucí a oba je vzájemně porovnat. [12]

3.3.1.7. Korelační analýza

Používá se pro zjištění závislostí mezi dvěma proměnnými. Tyto proměnné se zpravidla zaznamenávají v kartézském systému souřadnic. Modelem této analýzy je korelační diagram, který zaznamenává závislost nebo nezávislost konkrétních proměnných na sobě. Lze zjistit i povaha proměnných či síla zjištěné závislosti. Tuto metodu je nejvhodnější použít převážně při nemožnosti, složitosti nebo neefektivnosti zjištění jedné proměnné. [21]

Pomocí korelačních diagramů lze také zjistit, zda existuje souvislost mezi proměnnými. Lze také zjistit hodnotu destruktivní proměnné, která se složitými výpočty dopočítává ze zjištěného vztahu z nedestruktivní proměnné. Nedestruktivní proměnná lze zjistit rychlejším a jednodušším způsobem. Doporučený počet dvojic údajů je přibližně 30 dvojic proměnných. Korelační diagram je také znám pod pojmem bodový diagram. [21]



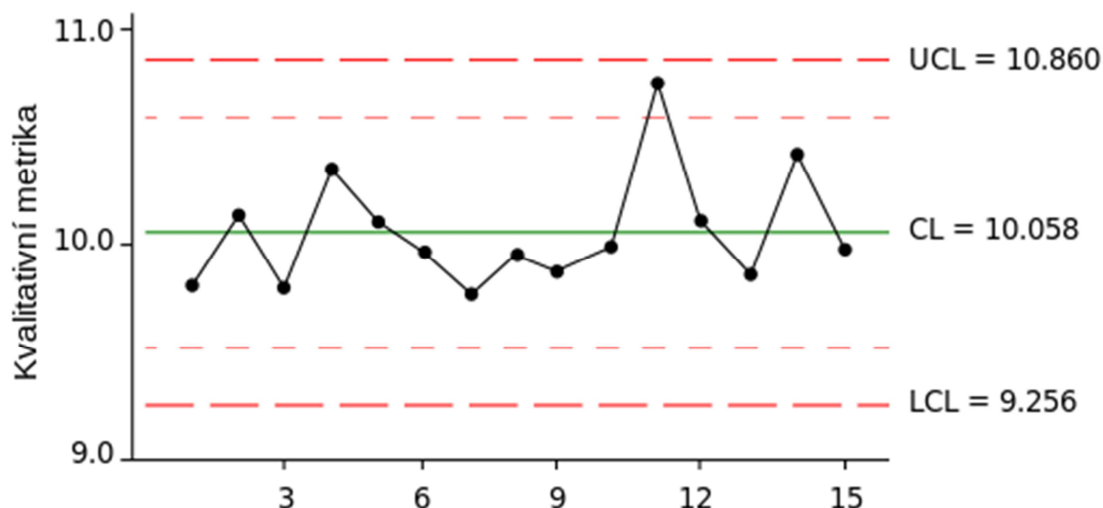
Obrázek 3-10: Příklad korelačního diagramu [32]

3.3.1.8. Regulační diagramy

Tyto diagramy se používají jako hlavní nástroj statistické regulace procesu. Regulační diagram graficky zobrazuje vývoj variability procesu v čase. V diagramu jsou určeny tři meze, které určují statickou zvládnutelnost procesu. Tyto meze dále udávají, zda je nutné nějakým způsobem zakročit do procesu, či je nutná radikálnější změna. [22]

Diagram má vždy určenou střední hodnotu, tzv. CL – Central Line, což je základní přímka v celém diagramu. Tato přímka je rovnoběžná s osou x a horní a dolní regulační mez (UCL – Upper Control Line a LCL – Lower Control Line), tzv. akční meze, které jsou určeny buď z historických dat, nebo jsou cílovou hodnotou určenou předpisem. Je též možnost vyznačit tzv. výstražné meze, tedy horní výstražnou mez (UWL – Upper Warning Limit) a dolní výstražnou mez (LWL – Lower Warning Limit). Z časového průběhu diagramu je možné udělat závěr, zda je chování procesu či metriky regulované, nebo zda je nepředvídatelné (mimo kontrolu). [22]

Lze využít dvou metod regulace. Regulace měřením anebo regulace srovnáváním. Při použití regulace měřením se druh diagramu zvolí dle rozsahu výběru v podskupině. U regulace srovnáváním je bráno v úvahu konstantní počet hodnot v podskupině, a zda se jedná o neshody či vady. Regulační diagramy také mohou být použity například ke kontrole stability procesu, tedy mohou zjistit, zda proces funguje jako stabilní systém s náhodnými vlivy působícími v malém rozsahu (systém s inherentní variabilitou) označovaný též jako proces ve „statisticky zvládnutém stavu“, případně zda dochází ke zlepšení či zhoršení tohoto stavu. Dále pak mohou být použity ke sledování trendů, iterací a cyklů chování systému a tak určovat predikovatelnost systému a předpovídat, zda systém vyhoví stanoveným požadavkům. Také se používají k identifikaci a případné eliminaci nepříznivých vlivů, k poskytnutí zpětné vazby pro nastavení procesu a při posuzování výkonnosti systému měření. Regulační diagram poskytuje uživatelům on-line pohled na chování procesu a jeho výhodou je jednoduchost konstrukce a snadnost užití. [22]



Obrázek 3-11: Příklad regulačního diagramu [33]

3.3.2. Statistické nástroje Lean managementu

Z definice Lean managementu vyplývá, že se jedná o filozofii více metod, že jde spíše o souhrn nauky myšlení o podniku a jeho výrobě. Pro uskutečnění této filozofie je zapotřebí užití různých nástrojů štlhlé výroby. Těchto nástrojů je velká spousta, a proto je zde vybráno a vysvětleno pouze několik ukázkových metod. [6]

3.3.2.1. 5S

Jedná se o metodu používanou k řízení kvality výroby a výrobků. Tato metoda pochází z Japonska a jejím hlavním přínosem je zpřehlednění a zjednodušení pracoviště. Cílem je redukce počtu a výskytu předmětů pouze na ty nezbytně nutné pro danou práci. Cílu dosáhneme zejména standardizací uspořádání a organizací pracoviště pomocí odstranění nepotřebných předmětů z pracovního prostoru a neustálým udržováním pořádku v tomto prostoru. Metoda byla původně zaměřena na pracoviště výrobních linek, ale pozdější modernizace zajistila její použití i kdekoli na pracovištích, například i v kancelářských prostorách. Základem metody je myšlenka, že uspořádání pracoviště má velký vliv na výkonnost pracovníka a pomocí uspořádání předmětů lze eliminovat potenciální zranění či nehody. Název metody je odvozen z pěti japonských slov: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. Tyto slova prakticky popisují jednotlivé kroky postupu implementace. [13]

Seiry

Japonské slovo s překladem Sorting, neboli sortovat, tedy třídít. Na pracovišti se vytvoří pořádek pomocí odstranění nepotřebných věcí a předmětů, na pracovišti se tímto způsobem nastolí pořádek. Prvním krokem je kontrola pracovního procesu, dle kterého je nutno pracovat a postupovat. Dle tohoto výrobního postupu se připraví pouze předměty nutné k vykonání dané práce. Znamená to tedy, že na pracovišti například zůstane jen materiál, průvodka a potřebné pomůcky, vše ostatní je nutné odstranit z pracovního místa. [14]

Seiton

Překladem je Set in order, tedy česky setřídít. Smyslem je setřídít pracoviště a předměty na správné místo. Potřebné věci se uspořádají na pracovišti tak, aby byly snadno a rychle dostupné pro své použití. Opět je nutné přesně si vyjasnit posloupnost jednotlivých kroků výrobního postupu a posloupnost daných kroků. Dle výrobního postupu se určí krok za krokem a k nim se přiřadí příslušné předměty. Nástroje se na pracovním místě rozloží přesně dle sledu jednotlivých operací v pracovním postupu. [14]

Seiso

Překládáno jako Shining, tedy stále čistit. Pracovní místo je nutno kompletně očistit, a to i stroje a podlahu. Každý pracovník vždy musí vrátit nástroje v čistém stavu na přesně dané místo. Všechno na pracovišti má své vyhrazené místo, které je nutno dodržovat. Nesmí se zapomínat ani na odpad, který má samozřejmě také své místo určení.[14]

Seiketsu

V překladu znamenající Standardizing neboli standardizovat. Tento krok znamená, že pracoviště jsou nutno udržovat ve vysokém standardu čistoty a s vysokou organizací pracoviště. Vedení společnosti musí zajistit, aby všichni pracovníci, podílející se na procesu práce byly proškoleni na výše zmíněné kroky této metody. Každý pracovník tedy musí znát svou roli v pracovním postupu. [14]

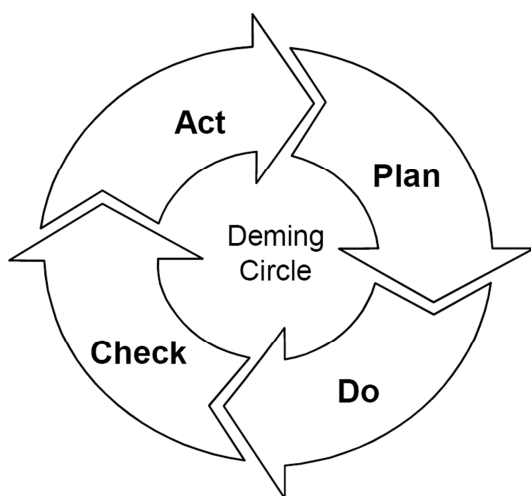
Shitsuke

Překládáno jako Sustaining, tedy standardizovat. Jedná se o výcvik pracovníků, kteří budou sami udržovat předepsané standardy na pracovištích a veškerý pořádek. K dodržení standardů se používají různé kontroly či náhodné návštěvy managementu na pracovištích apod. Jednotlivá pracoviště musejí být připravena v požadovaném stavu i v případě, kdy dojde k náhlé změně výrobního procesu. Pracoviště musí být připravené podle nových požadavků co nejrychleji. [14]

3.3.2.2. PDCA

Jedná se o další metodu užívanou k neustálému zlepšování pracovních procesů. PDCA je také znám pod názvem Demingův cyklus. Tento název nese jméno zakladatele této metody, tedy amerického profesora W. Edwarda Deminga. Název PDCA je vlastně zkratkou čtyř anglických slov: Plan – Do – Check – Act. Tyto slova přeložená do češtiny znamenají: Plánuj – Udělej – Zkontroluj – Uskutečni. Právě tyto čtyři kroky jsou základem celé metody a jsou cestou ke zlepšení podnikových procesů. Jednotlivé kroky představují jednoduchou metodu pro postupné zlepšování kvality výrobků a služeb ale i jednotlivých procesů. [15]

PDCA je vlastně jednoduchou metodou, jak vyzkoušet určité řešení a získat informace o výsledku tohoto řešení ještě předtím než je aplikováno přímo do procesu. Důležitý aspekt této metody je poskytnutí zpětné vazby o daném procesu a o získaných informacích. Tato metoda je vlastně základním pilířem pro metodu DMAIC, která bude vysvětlena v následujícím textu.



Obrázek 3-12: Grafické znázornění kroků cyklu PDCA [34]

Plan

Prvním krokem metody PDCA je krok plánování. Plán má na starost posoudit současný stav procesu a jeho výkonnost. Dalším úkolem je posouzení případných problémů či omezení procesů. Nejprve je nutné shromáždit veškerá data o hlavních problémech a zaměřit se na jejich kořenové příčiny. Dalším krokem je potom navrhnout možná řešení a naplánovat provedení toho nejvhodnějšího.

Do

Druhým krokem je činnost udělej, někdy překládáno také jako realizace. Tímto krokem je myšlena realizace plánu, který byl stanoven v předešlém kroku. Jedná se vlastně o testování zvoleného řešení a určení jeho účinnosti. Tímto způsobem se předejde problémům v případě, že by plánované řešení nefungovalo, nebo nebylo efektivní.

Check

Další z činností je kontrola, která zahrnuje ověření výsledků realizace. Tímto krokem je zejména zhodnocení výsledků testu a posoudit, zda bylo dosaženo všech plánovaných cílů a výsledků. Pokud by v tomto kroku nastaly některé problémy či překážky, je nutné se na ně zaměřit a neustále kontrolovat. Také je velice nutné neustálá kontrola hlavních činností procesu tak, aby bylo vždy zřejmé jaká kvalita výstupu je obsažena v jednotlivých krocích. Důvodem této kontroly je zachycení nových problémů ihned co se objeví.

Akt

Poslední činností je provedení daného plánovaného záměru. Cílem tohoto kroku je rozpracovat konečné řešení na základě otestovaného a vyhodnoceného plánovaného řešení. Výsledkem by mělo být řešení, které se stává použitelné kdekoli v procesu a bude mít integrovaný přístup. Znamená to vlastně udělat ze změn rutinní součást činností. Toto si jistě žádá zapojení dalších osob, které budou danými změnami ovlivňovány, ale jejich účast je nutná pro zavedení změn v co nejširším měřítku. V případě, že byl experiment neúspěšný musí se tato poslední fáze přeskočit a přejít opět k prvnímu kroku, kde je nutné naleznout jiné řešení problému. Po nalezení nového řešení se opět celý cyklus opakuje až do aplikace nejvhodnější a nejefektivnější varianty řešení problému.

3.3.2.3. Just in time (JIT)

Just in time znamená v překladu právě v čas. Metoda JIT vychází stejně jako spousta obdobných metod z japonské společnosti Toyota Production System. Tato metoda byla vyvinuta jako prostředek pro splnění požadavků zákazníka v co nejkratší možné době. Základem metody JIT je myšlenka, kdy vše přichází právě v čas a tedy není zapotřebí skladování. Z pohledu JIT jsou zásoby pouze zbytečným plýtváním a přinášejí nežádoucí náklady. Ideálním stavem je, kdy materiál a suroviny putují přímo z dodavatelského přepravního prostředku přímo do procesu po co nejkratší možné trase a naopak hotové výrobky putují opačným směrem a tedy nevznikají žádné zásoby. [8]

Tato metoda vyžaduje přesnou koordinaci dodavatelů s výrobním procesem a vyrovnané výrobní a procesní toky. Tato metoda JIT se zabývá zejména vnitřním uspořádáním podniku a výroba a její toky musejí být orientovány dle požadavků zákazníka. Podstatou tedy je vyhovět zákazníkovi v co nejkratším možném čase, při vynaložení co nejmenších nákladů a poskytnutí co nejefektivnějších produktů. [8]

Hlavními výhodami konceptu JIT je především zvýšení produktivity, snížení nákupních cen, snížení výrobních i rozpracovaných zásob a snížení množství odpadu. Další výhodou je zkrácení manipulační a přepravní doby, a tedy i úspora výrobních a skladovacích ploch.

Mimo jiné při metodě JIT dochází k zlepšení kvality produktů a služeb a zvyšuje se počet včasné dodaných objednávek. Také dochází k snížení celkových nákladů na materiál a snížení potřebných nákladů fixovaných v zásobách. Metoda JIT samozřejmě přináší i celou řadu nevýhod. Příkladem těchto nevýhod jsou zejména nepředpokládané situace na silnicích, například kolony, autonehody či nepříznivé počasí. Dalšími nevýhodami JIT jsou například náklady na pohonné hmoty, které se poslední dobou neustále zvyšují či nutnosti pojištění produktů a dopravních prostředků. [6]

Metoda JIT je nejvíce a nejčastěji použitelná při výrobě velkého množství výrobků stejného druhu. Hlavním předpokladem pro zavedení JIT do výroby je především změna vztahu mezi dodavatelem a odběratelem. Odběratel je nejdůležitějším článkem celého procesu a dodavatel a výrobce se musejí tomuto dominantnímu článku zcela podřídit. Důraz je kladem zejména na logistiku podniku, kterou je nutno přizpůsobit této koncepci myšlení právě v čas.

3.3.2.4. KAIZEN

Kaizen je další z hlavních filozofií manažerských technik japonských společností. Překladem tohoto složeného japonského slova Kai – Zen znamená nepřetržitě – zlepšit. Jedná se tedy o filosofii neustálého zlepšování výrobních procesů, do kterého se musí zapojit všichni zaměstnanci daného podniku. Prvotní myšlenkou tohoto principu je, že nesmí uplynout jediný den, kdy v podniku nedojde k nějakému vylepšení či zdokonalení. Nelze chápat Kaizen jen jako metodu či prostředek zlepšení, ale přímo jako myšlení a ducha celé společnosti. Je nutné v podniku vytvořit takovou kulturu, kde se naučí všichni zaměstnanci přemýšlet a jednat dle principu Kaizen. [30]

Zavedení metody Kaizen do společnosti nevyžaduje vysoké finanční náklady. Strategie Kaizen využívá zejména prostředků a zdrojů, kterými daný podnik již disponuje. Metoda se hlavně soustřeďuje na kontinuální odstraňování velkého počtu malých problémů. Důležité je odstraňovat i tak malé problémy, které se na první pohled zdají zbytečné a bezvýznamné. Konečný důsledek odstranění těchto malých problémů může být vyřešení některého z problémů zásadnějších. [30]

Tato metoda předpokládá zapojení do procesu všechny zaměstnance společnosti. Procesu zlepšení se musí účastnit jak řadový zaměstnanec, tak i manažeři na vyšších pozicích v podniku. Všichni pracovníci by měli přicházet s novými nápady na zlepšení a všechny tyto nápady by měly být kolektivně prodiskutovány. Účast pracovníků z nižší úrovně je velice důležitá, protože k nejvíce nedostatkům a problémům dochází právě přímo ve výrobním procesu. [16]

3.3.2.5. KANBAN

V překladu z japonštiny znamená Kanban informační tabule, nebo kartička, štítek. Kanban je založen na principech JIT. Základní myšlenkou této metody je rozdělení pracoviště na prodávající a kupující, kde každý prodávající je zároveň kupující. Mezi kupujícími a prodávajícími jsou přesně definované dodavatelsko-odběratelské vztahy. Základním způsobem přenosu informací je zde tzv. kartička kanban, která plní funkci průvodek. Kupující pošle prodávajícímu objednávku, tedy kanban. Prodávající, který je zároveň i výrobcem dodá požadovanou objednávku kupujícímu v požadovaném množství a termínu na požadované místo s dodacím listem, tedy kartičkou kanban. Kupující, ani prodávající si v tomto procesu nevytvářejí zásoby. Metoda kanban se zaměřuje na eliminaci zásob a na jejich tvorbu jen v nezbytně nutných případech. Výroba objednávek musí probíhat beze zmetků, v přesném množství a v čas a kupující s prodávajícím se navzájem kontrolují. [18]

Aplikace této metody do podniku vyžaduje rovnoměrný a jednosměrný materiálový tok se synchronizací jednotlivých operací. Jsou kladeny vysoké nároky na organizaci celého systému podniku. Hlavní výhodou této metody je snížení zásob a celkové zpřehlednění celého výrobního procesu. [17]

Systém Kanban je nejefektivnější implementovat pro opakovanou výrobu stejných součástek s velkou setrvačností odbytu. Celý proces výroby je provázen tzv. kanbanovým okruhem. Jedná se vlastně o výměnu materiálu či polotovarů mezi jednotlivými pracovišti. Ve výrobě může být více kanbanových okruhů než jeden. V těchto kanbanových okruzích je přesně definováno, jaké množství materiálu či polotovarů je potřeba a s tím je spojen i počet kanbanových karet. [21]

Mezi základní výhody systému kanban patří redukce chybovosti, nepotřeba zpětné kontroly kvality produktů a rychlá odezva na požadavky. Další výhodou je snížení nákladů na dopravu, a redukované náklady na administrativu. [17]

3.3.2.6. Poka-Yoke

Tato metoda má opět kořeny v Japonsku. Doslovný překlad termínu Poka-Yoke je chybu-vzdorný. Jedná se tedy o metodu, která se zabývá preventivními opatřeními proti chybám nebo jak předcházet vyrobení vadného výrobku se zaviněním lidského faktoru. Tento princip není návodem pro pracovníky, jak mají dělat svou práci, ale je to snaha ukázat pracovníkům co dělat aby předcházely chybám ve výrobním procesu. Hlavním cílem je tedy dosáhnout nulové chybovosti a výrobků bez vad. Smysl Poka-Yoke spočívá v eliminaci defektivních výrobků pomocí prevence, nápravy a upozornění na lidské chyby, které jsou nejčastější příčinou zmetkovitosti ve výrobě. [21]

V praxi je vlastně Poka-Yoke určitý výrobní přípravek, který může být mechanický nebo elektrický. Jedná se tedy o mechanismus nebo zařízení, díky kterému nelze vyrobit špatný výrobek. Toto zařízení zabraňuje například záměně součástek či záměně pořadí operací ve výrobním postupu.

3.4. Metodika Six Sigma

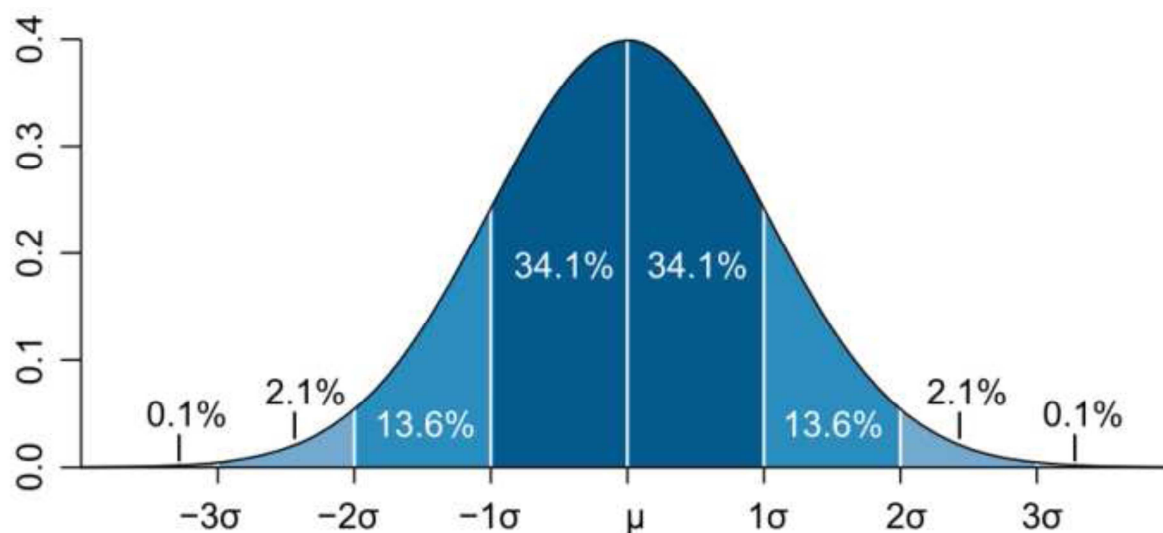
Metoda vznikla v 80. letech 20. století ve společnosti Motorola, kde ji zavedl Bill Smith na základě posuzování jakosti a variability procesů. Tato jeho myšlenka byla reakcí na japonské metody neustálého zlepšování. Důvodem zavedení byla potřeba zefektivnění výrobního procesu a zvýšení jeho kvality. Základem ideologie Six Sigma tkví v posuzování kvality nikoli výrobku, ale již celého výrobního procesu. Je to flexibilní nástroj řízení kvality za účelem dosahování, udržování a maximalizace podnikatelského úspěchu [19]

Six Sigma je metodika na minimalizaci chyb a zlepšení výrobních procesů. Pomocí Six Sigmy lze dosáhnout lepší kvality, zvýšení produkce, menšího počtu zmetků a snížení nákladů. Jedná se o strategii řízení používanou v mnoha odvětvích průmyslu. Cílem metody Six Sigma je identifikace a eliminace plýtvání v procesech, odstranění defektů a chyb vznikajících ve výrobních a obchodních procesech. Tato metoda využívá pokročilých matematických analýz a statistických metod pro řízení kvality v podnikových procesech. Six Sigma je založena na systematickém korigování jednotlivých procesů, neustálém měření a analýze získaných dat, které se dále sledují a zpracovávají. Jedná se o schopnost myšlení, které směřuje k neustálému zlepšování. [19]

Metoda Six Sigma pohlíží na podnik jako na celek, tvořen z jednotlivých dílčích procesů a sub procesů. Veškeré operace, probíhající v podniku jsou chápány jako samostatné procesy, ve kterých dochází k chybám a plýtvání. Tyto chyby jsou strůjci neefektivního chodu podniku

jako celku. Metoda se zaměřuje na identifikaci kořenových příčin problémů a snaží se je eliminovat či zcela odstranit. Six sigma je zejména založena na porozumění potřeb a očekávání zákazníků, disciplinovaném používání faktů, dat a statistické analýze a na základě pečlivého přístupu k řízení, zlepšování a vytváření nových obchodních, výrobních a obslužných procesů. [21]

Termín Six sigma je odvozen od procesu, který nevykazuje více než 3,4 defektů a chyb na 1 milion příležitostí. Symbol sigma – σ znamená v matematice a statistice standardní odchylku. Jednoduše řečeno, pokud daný proces vykazuje méně než 3,4 selhání na 1 milion spuštění, dosahuje 6σ . [19]



Obrázek 3-13: Úroveň Sigma- Gaussova křivka [19]

3.4.1. Metodologie DMADV [19]

Jedná se o další nástroj metody Six Sigma, který je strukturován také do pěti kroků. Jde o kroky: Define – Measure – Analyze – Design – Verify, neboli tedy: Definování – Měření – analýza – Návrh – Ověření. Jedná se o nástroj pro tvorbu nových a nahrazení zastaralých procesů. Metoda je jiným výrazem také nazývána Design

Metodika DMADV se v podniku zavádí pouze v případě, kdy je nutné formulovat nový proces nebo výrobek či službu. Lze metodu aplikovat i na stávající procesy, ale pouze v případě, že se jedná o velice rozsáhlé změny, na kterých by se proces zlepšování jevil jako neefektivní. [23]

D – Define – Definice:

V tomto prvním kroku se definují cíle, kterých se chce dosáhnout a sestavuje se tým, který bude řešit dané vytváření procesu. Dále je v této fázi důležité navrhnout a vypracovat jednoznačně vymezený projekt. Pro projekt je dále důležité vypracovat plán organizačních změn a jednotlivé plány projektu. Jednotlivé dílčí aktivity procesu musí být DMAIC velmi podrobně teoreticky popsány, jelikož se u této metodiky nemůžeme opřít o žádná data z praxe, ze kterých by šlo zlepšení odvodit.

M – Measure – Měření:

Krok měření se v první fázi nejdříve zabývá vymezením cílové skupiny zákazníků, a následně stanovení přání a potřeb zákazníka. Dle toho se poté vytvoří měřitelné parametry, které poslouží jako sledovací prvky a budou také sloužit k další korekci. V tomto kroku je dále důležitý sběr a shromáždění dat. Dále je důležité převést požadavky zákazníků do sestaveného

návrhu řešení a v něm identifikovat prioritní znaky a požadavky. V tomto kroku také dochází k vypracování metody řešení v jednotlivých etapách.

A – Analyze – Analýza:

Krokem analýza je myšleno analýza vybraných požadavků a řešení. Jednotlivá řešení se vzájemně mezi sebou porovnávají a volí se neoptimálnější řešení. Neoptimálnější řešení může vzniknout například i kombinací dvou různých prvotních řešení. Důležitá je volba výběru nejvhodnější koncepce, která nejlépe splňuje požadavky zákazníka a stále je v rozmezí daného rozpočtu či omezení.

D – Design – Návrh:

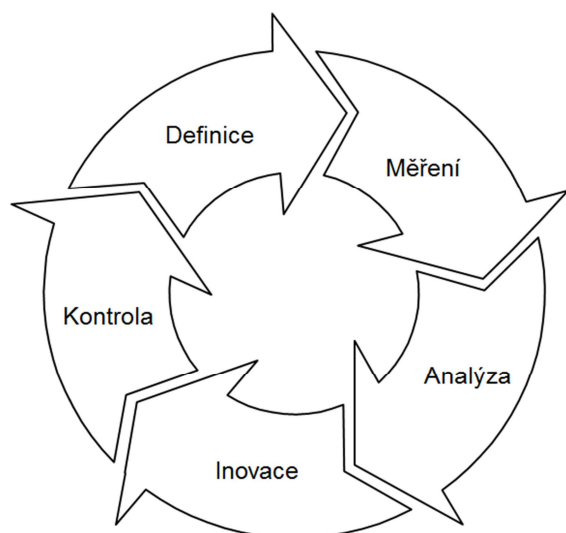
V tomto kroku dochází k vypracování rámcového a podrobného návrhu. Tento návrh se dále musí testovat a je nutné, aby testem prošli i jednotlivé položky návrhu. V tomto kroku také nastává příprava pilotního návrhu aplikace a později i příprava úplné aplikace. Na konci této fáze je hotový výsledný návrh procesu, který co nejpřesněji splňuje požadavky zákazníka při úměrné přiměřené ceně.

V – Verity – Ověření:

Jedná se o ověřování výkonnosti daného návrhu. Je nutné testovat prototyp a průběžně ho optimalizovat. Odpovědnost za ověření navržených variant se musí převést přímo na konkrétní pracovníky v organizaci. Po zkušebních testech následuje rozpuštění sestaveného týmu. Navržené řešení se poté převede do denního provozu a předá se kompletní dokumentace k navrhnutému procesu.

3.4.2. Metodologie DMAIC [19]

Nástrojem metody Six sigma je metodika DMAIC, neboli Six Sigma Improvement. Struktura této metodologie je zahrnuta v pěti krocích: Define – Measure – Analyze – Improve – Control, neboli Definování – Měření – Analýza – Inovace a zlepšení – Kontrola. Tento princip je založen na původním modelu zlepšování procesů PDCA, tedy: Plan – Do – Check – Act, neboli Plánuj – Udělej – Zkontroluj – Jednej. Tento původní model byl vyvinut v 30.letech 20.století a sloužil k řešení problémů a zlepšování kvality.



Obrázek 3-14: Metodologie DMAIC [19]

Jedná se o jednu z metodik Six Sigma, zaměřenou na proces řízení. Proces projde všemi pěti etapami této metodologie, aby mohlo dojít ke zlepšení. Metoda lze použít na jakékoliv zlepšení procesu, například kvality výrobků, služeb, aplikací a dále.

3.4.2.1. D – Define – Definice:

V první etapě je důležité nadefinovat problém, či oblast kde se daný problém nachází a kterou je potřeba zlepšit. Také se v této fázi vymezí pracovní tým, stanoví se vedoucí pracovník a ohraničí se rozsah projektu. Je nutné určit základní podmínky kdy, jak a kde bude měření probíhat a celý projekt přizpůsobit požadavkům zákazníka. Zde není nutné, aby se řešená problematika týkala pouze v rozsahu konečného zákazníka, ale lze jednotlivé projekty řešit i v rámci interních zákazníků.

Pro tento krok užíváme spoustu pomůcek a nástrojů, jako například Projektové řízení, Paretovu analýzu, Brainstorming, vývojové diagramy, radarové grafy či analýzu příčin a následků.

Jedním z důležitých kroků v této fázi je identifikace požadavků zákazníka. Tato identifikace se také nazývá ohlas zákazníků a je specifikován jako cesta, kde je určitá část reality dávána do myšlenky, že zákazníci definují a nastavují kvalitu.

Dalším důležitým krokem v oblasti definování je identifikace a zdokumentování daného procesu. Jedná se o poslední krok ve fázi definování. Proces definování lze chápat jako sérii kroků, ve kterých má jedna událost za následek začátek události další. Například výběr potenciálního zákazníka či dodavatele závisí na různých kritériích a tento potenciální zákazník či dodavatel musí projít daným výběrovým procesem. Na konci výběrového procesu se stanoví závěr, zda dodavatel či firma pro zákazníka splnila a vyhovila všem kritickým potřebám. Tento postup je dále zmapován v procesních mapách, které se souhrnně nazývají SIPOC. Ve zkratce SIPOC má každé písmeno svůj význam, jedná se o zkratky slov:

S – Suppliers – Dodavatelé

Zde jsou myšleni lidé, nebo organizace, kteří poskytují informace, materiál a další zdroje, se kterými se v daném procesu dále pracuje.

I – Inputs – Vstupy

Jedná se o vstupní data nebo materiál vstupující do procesu, které poskytuje dodavatel. Tyto vstupy jsou dále zpracovávány a transportovány v rámci daného procesu.

P – Process – Proces

Proces je vlastně sada kroků, které přeměňují a transformují dodané vstupy. Transformace vstupů by měla probíhat při zvyšujících se přidané hodnotě.

O – Outputs – Výstupy

Zde jsou již hotové výrobky nebo servis využívaný zákazníkem.

C – Customer - Zákazník

Poslední ikona v procesu je zástupce konečného zákazníka. Jedná se o firmu či jiný proces, který případně přebírá výstup z procesu.



Obrázek 3-15: Grafické znázornění procesu SIPOC [20]

V oblasti definování je tedy nejdůležitější sestavit tým řešitelů a určit si cíle projektu. Dále se musí zpracovat požadavky zákazníka a při tom aktivně naslouchat jeho hlasu. Následně s pomocí metody SIPOC lze nahlédnout na celý proces a sestavit procesní mapy. [19]

3.4.2.2. M – Measure – Měření:

V této etapě jde především o získání maximálního počtu objektivních a kvantifikovatelných informací o procesech nebo částech procesu, které je nutno zlepšit. Pro přesné a objektivní měření je třeba mít k dispozici dostatečně přesnou kvalitně zpracovanou procesní mapu a také výpis činností, které je nutno změřit. Dále je potřeba mít informace o daném procesu a činnostech, například jejich četnost, chybovost a případně i další parametry podstatné pro dané měření. Dále je v tomto kroku důležité určit či definovat cílové očekávání od naměřených hodnot, tedy kvantifikovaně vyjádřit stav, který je třeba dosáhnout.

Pro měření lze použít různých metod a nástrojů, například: Matice příčin a následků, Procesní mapy, VSM- Value Stream Mapping, Story board a mnoho dalších.

Pro měření je nutné mít k dispozici dostatečně kvalitní a přesnou procesní mapu s ohodnocenými činnostmi. Je třeba se do hloubky zabývat danými činnostmi, například jejich četnostmi, chybovostí a popřípadě i dalšími parametry, které povedou k vyřešení daného problému.

Fáze měření je klíčovým krokem v celém procesu. V tomto kroku tým odstraňuje problémy a nachází kořeny, ze kterých tyto problémy vznikají. Zkušenosti jsou v této fázi velice přínosné a pomáhají určit, jaký typ dat je třeba zabírat pro vyřešení problému.

Měření se vždy začíná pozorováním. Toto pozorování procesu je klíčové pro odhalení samotného děje procesu a jednotlivých kroků a lidí do procesu zapojených. Lze snadno vypořádat, kde lidé chybují, jakým způsobem chyby vznikají a jak se k těmto chybám staví samotní pracovníci. Data získané pozorováním se rozdělují na dva základní typy. Jedná se o získání dat spojitým či diskrétním měřením.

Spojité měření

Při tomto způsobu měření lze pozorovat procesy, které mohou mít nekonečně dlouhé kontinuum. Konkrétně se jedná například o čas, teplotu, elektrický náboj apod. Data získaná spojitým měřením lze pomocí srovnávání převést na data diskrétní. Opačná transformace dat diskrétních na spojité je však nereálná.

Diskrétní měření

Tímto způsobem měření lze měřit položky, které jsou tříděny do odlišných a separátních kategorií. V tomto měření se lze zaměřit například na typy automobilů, druhy materiálů apod. Za diskrétní měření však lze považovat i průzkum, kde jsou pracovníci dotazováni na kvalitu výrobků nebo servisu. Dále se pomocí diskrétního měření určují atributy nebo vlastnosti výrobků a služeb. Data získaná z diskrétního měření jsou pro oblast štíhlé výroby důležitější než data získaná ze spojitého měření. [19]

3.4.2.3. A – Analyze – Analýza:

Po etapě měření se takto získaná data dále analyzují a zjišťuje se příčina problému. Analýzu lze aplikovat pomocí mnoha metod, například: Popisná statistika, Způsobnost procesů, Testování hypotéz, pomocí korelace a regrese. Tato etapa ale není ukončena jen analýzou, ale ještě obsahuje krok, ve kterém je potřeba ověřit metriky, které byly definovány v kroku měření. Musí se zjistit, zda zjištěné metriky opravdu vyjadřují skutečný stav kroků, procesů nebo zkoumaných technologií.

Analýza probíhá dle toho, co se analýze podrobuje. Analyzovat je možné procesy, nebo jednotlivá data. Při analýze procesů se musí vypracovat detailní analýza všech procesů, které přispívají k uspokojení zákazníka. Jedná se tedy o analýzu cyklů, prostojů a dalších kroků, které nepřidávají hodnotu pro zákazníka. Samotná analýza přímo dat se využívá zejména pro nacházení zákonitostí a souvislostí, které mohou naznačit či přímo vysvětlit existenci daného problému. [19]

3.4.2.4. I – Improve – Vylepšování:

V tomto kroku jsou definována nápravná řešení k odstranění příčiny problému. Je vybráno takové řešení, které bude pro daný proces neoptimálnější z hlediska jeho výkonu i kvality.

Vylepšování lze také provést spousty dostupných metod a nástrojů, například metodami: Kaizen, MUDA, SMED, Moderace a další. [14]

3.4.2.5. C – Control – Kontrola:

Je-li problém již skutečně odstraněn a proces opět optimalizován, převedou se získané zkušenosti do standardního provozu procesu. Je nutné zavést způsob sledování a kontroly daného procesu, abychom mohly dále sledovat a analyzovat dosažené výsledky a případně proces stále doladovat a vylepšovat.

Pro poslední krok kontrola nalezneme také mnoho metod pro danou realizaci, jsou jimi například: Kanban, Jidoka, Poka Yoke, Procesní audity, či například Metody údržby. [14]

4. Praktická část

V této kapitole je popsáno praktické řešení mé diplomové práce s využitím metodiky Lean Six Sigma. Pomocí metodiky Lean Six Sigma jsem rozvedla veškeré kroky s využitím DMAIC. Jak již bylo řečeno v teoretické části, tento nástroj DMAIC se skládá z jednotlivých kroků. Zkratka DMAIC v sobě skrývá pod každým písmenem jednotlivé kroky, které obsahově naplňují danou metodiku. Těmito jednotlivými kroky se dále podrobně zabývám a rozepisuji celou problematiku krok po kroku.

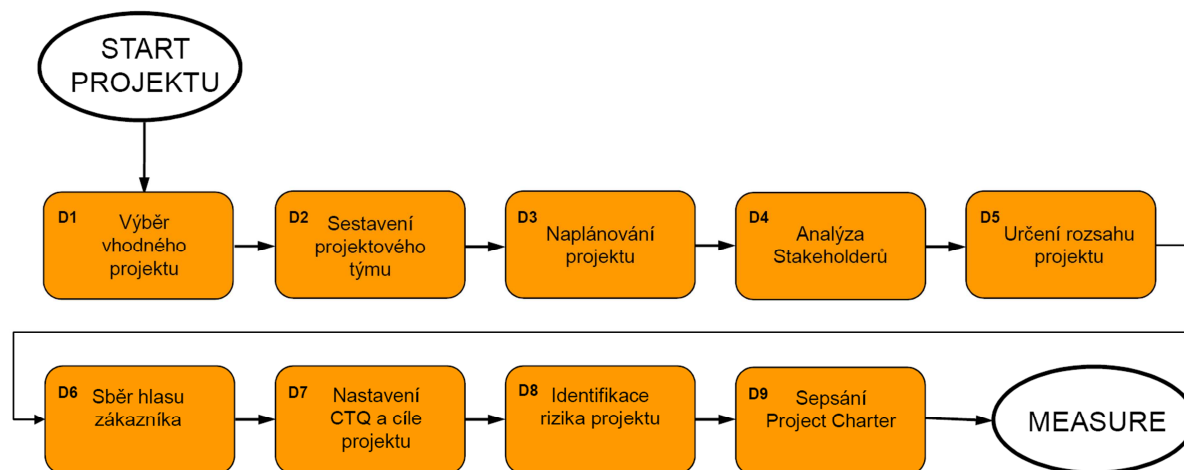
Ve své práci řeším variabilitu procesu a analyzuji ztráty, které vznikají v procesu výroby malých lopatek. Výroba lopatek je jeden z provozů v podniku DŠPW, který je vnitřním dodavatelem svých produktů do dvou následujících provozů. Lopatky, které se vyrábí v tomto provozu lze rozdělit z hlediska velikosti na malé, střední a velké. Dále z hlediska jejich využití a to buď na rozváděcí, nebo oběhové, nebo upnutí do rotoru, či rozváděcích kol. Obsahem mé práce jsou oběhové lopatky malé velikosti, kde lze vzhledem k jejich množství (sériová výroba) uplatnit metodiku Lean Six Sigma v plném rozsahu.

4.1. D – DEFINE

Jedná se o krok, který je českým názvem Definuj. Cílem této fáze je naplánování samotného projektu. V tomto kroku jsem definovala celý projekt a naplánovala jednotlivé postupy celé diplomové práce.

Fáze „Define“ je určena jednotlivými kroky neboli postupem. Tento postup popíší v jednotlivých deseti krocích, které na sebe přísně navazují. V každém kroku této fáze jsou použity různé nástroje, které budu k popisu činností využívat. Vyskytují se zde však i doporučené nástroje, které jsou pro můj projekt bezpředmětné, a nebude je zapotřebí využít.

Přesný postup této fáze je znázorněn na *Obrázek 4-1*.



Obrázek 4-1: Navigátor projektu pro fázi Define

4.1.1. D1 – Výběr vhodného projektu

Při DEFINOVÁNÍ problému se ptáme: „Co je špatného v daném procesu?“ a následně: „Co chceme dosáhnout?“ Zpravidla vycházíme z dostupných zdrojů z výroby, controllingu, VOC-hlasu zákazníka, který přetransformujeme do měřitelného CTQ (Critical to Quality).

V mém případě využijeme hlas zákazníka, který vlastně udává celé zadání mé práce. V tomto případě zákazník poukazuje na delší lead time, kde uvádí pouze 80% plnění dodávek v čase a

na vyšší nejakost, která činí cca 3% z jednotlivých dávek. Tato situace negativně ovlivňuje lead time celé turbíny a proto se vedení výroby rozhodlo řešit tento problém a odhalit vše, co ovlivňuje výrobní proces lopatek, aby následně přijalo opatření ke zkvalitnění celého procesu.

K tomu, abychom byli schopni daný problém vyřešit, je nutné si zvolit projektový tým a splnit základní kroky k tomu, abychom byli schopni zpracovat PROJECT CHARTER. Výraz „project charter“ znamená v překladu tzv. zakládací listina projektu. Jedná se vlastně o klíčový dokument, který jasně popisuje zadání projektu a obsahuje jeho klíčové atributy nutné k rozhodnutí a postupu samotného řešení. Tento dokument je otevřený po celou dobu fáze „Define“, kde se může tento dokument stále doplňovat či měnit. Po ukončení fáze „Define“ je však zakládací listina již uzavřena a pevně dána, tedy se již nemůže nic měnit.

Tato listina je převážně tvořena ve formátu A4 a musí obsahovat určité náležitosti. Nejdůležitějším krokem je popis procesního problému. Tento popis se zpravidla tvoří jen stručně, přibližně kolem 20ti slov. Dále musí listina obsahovat rozsah projektu, plán a řešitelský tým. V neposlední řadě je v zakládací listině uveden i kýžený stav zlepšeného procesu a cíl, kam by měl proces zlepšení vést. Project charter by měla také obsahovat odhadnuté dopady, například po finanční či nákladové stránce. Naopak v této listině není vhodné uvádět příčiny nastalého problému ani jeho plánované řešení. Při sepsání zakládací listiny je vhodné držet se doporučení „kdo-co-kdy-kde-kolik“.

Ve firmě jsou vyráběny lopatky ve dvou střediskách, středisko rotory a středisko rozváděcí kola. Pro mou práci jsem zvolila jako nejvhodnější projekt Malé oběhové lopatky, které jsou vyráběny sériově, a tedy je zde velké množství opakování.

4.1.2. D2 – Sestavení projektového týmu

Typickou otázkou pro náplň modulu projektu je koho budu potřebovat pro realizaci daného zlepšení. Proto je nutné sestavit optimální tým, který se bude touto problematikou zabývat. Daný tým volím dle několika kritérií, například dle velikosti, času a podobně. Pro můj projekt jsem sestavila tým obsahující šest osob. Sestavení vhodného týmu je důležité zejména pro skutečnost, že tým je efektivnější než jednotlivci pro jejich znalosti, které s sebou přináší. Daná změna má tedy větší šanci na úspěch, když ji prosazuje více lidí.

Zvolený tým byl sestaven z různých rolí a funkcí jednotlivých členů. Bylo třeba vytvořit tým, kde jsou zastoupeny rozmanité pozice, od dílčích operátorů, až po vedoucí pozice. Role Champion je vlastně vlastníkem daného procesu a v tomto případě tedy ředitel výrobního provozu turbíny. Do další role Black belt jsme dosadily vedoucího úseku kvality, který je nejvíce zasvěcen do problematiky Lean Six Sigma. Další role v týmu jsem již volila náhodně, pravidlem však bylo, aby byla zastoupena každá další role v daném procesu. V týmu se tedy vyskytují plánovači procesů, operátoři NC strojů, mistři ve výrobě a další potřebný management k uskutečnění analýzy daného procesu.

Role	jméno	pozice	oddělení	E-mail	telefon
Champion	Milsimer Jaroslav	Director of Turbines	Turbines	jaroslav.milsimer@doosan.com	+420 37818 5136
Black Belt	Pavel Justin	Head of production excellence	Turbines/ Production excellence	pavel.justin@doosan.com	+420 37818 5605
Team Member	Radka Hrdličková	Quality inspektor	Turbines/ Quality inspection	radka.hrdlickova@doosan.com	+420 37818 5041
Team Member	Petr Duchoň	Senior foreman	Turbines/ Production shops/ Blade shops	petr.duchon@doosan.com	+420 37818 5795
Team Member	Miloslav Ovečka	Project designer	Execution/Engineering/Mechanical Engineering	miloslav.ovecka@doosan.com	+420 37818 5332
Team Member	Eva Bujarová	Proposal Manager	Service/Modernization & Non OEM Retrofit/Sales & Marketing	eva.bujarova@doosan.com	+420 37818 5333
Team Member	Radim Brejcha	Foreman	Turbines/Production Shops/Light Machining Shop	radim.brejcha@doosan.com	+420 37818 5888
Team Member	Filip Uherský	Planner	Turbines/Production Planning	filip.uhersky@doosan.com	+420 37818 6521
Team Member	Vladimír Vacourek	Operator NC machines	Turbines/Production Shops/Light Machining Shop	vladimir.vacourel@doosan.com	+420 37818 2154
Team Member	Jan Novoharský	Operator NC machines	Turbines/Production Shops/Light Machining Shop	jan.novoharsky@doosan.com	+420 37818 4785

Obrázek 4-2: Team member list

Zvolený, sestavený tým již absolvoval první seznamovací schůzku. Na této zahajovací schůzi byli představeni všichni členi daného týmu, byly vysvětleny jednotlivé role členů a jejich další funkce v plánovaném projektu. Dále se workshop zabýval definicí procesního problému při výrobě lopatek a byly zde znázorněny jednotlivé mapy SIPOC pro dané procesy výroby lopatek. Po krátké přestávce na oběd byl workshop zaměřený na brainstorming, kterého se zúčastnily všichni členové týmu a dle výsledků byl následovně zvolen nejvhodnější projekt. Na závěr celé schůzky došlo k rekapitulaci celého workshopu a byly domluvené termíny dalších schůzek. Tým se bude scházet po každé ukončené etapě kroků DMAIC zpravidla před zahájením další etapy a to na krátkých sezeních, trvajících zhruba 2-3 hodiny.

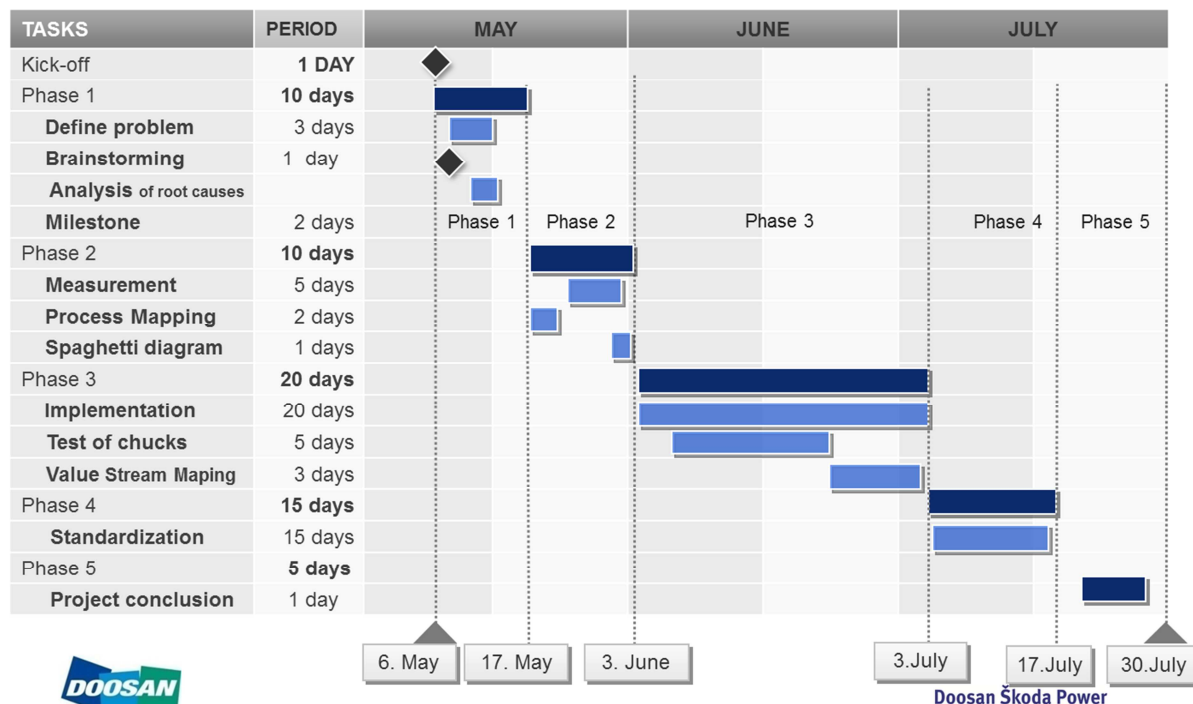
Aktivita	Popis	Čas	Zdroje/ Pomůcky
Úvod	Představení členů týmu	9:00 - 9:20	Team member list
Představení projektu	Úvodní seznámení s DMAIC	9:20 - 9:35	Prezentace
	Podrobné vysvětlení jednotlivých kroků DMAIC	9:35 - 10:00	Prezentace
Popis projektu	Definice procesního problému	10:00 - 10:30	Flipcharty
SIPOC	Vyplnění SIPOC mapy	10:30 - 11:30	Flipcharty a post-it
	Přestávka	11:30 - 11:50	
Is / Is Not Analýza	Brainstorming s týmem	11:50 - 12:15	Workbook
	Zvolení vhodného projektu	12:15 - 12:30	
Zakládací listina	Vyplnění zakládací listiny	12:30 - 12:40	Flipchart
Závěr	Rekapitulace workshopu	12:40 - 12:55	Prezentace
	Domluva dalších setkání	12:55 - 13:00	Workbook

Obrázek 4-3: Agenda workshopu

4.1.3. D3 – Naplánování projektu

Dalším důležitým krokem je časové vymezení daného projektu. Tento krok je v mém případě přímo závislý na termínu odevzdání diplomové práce. S tímto předpokladem jsem zvolila délku trvání projektu na 3 měsíce. V těchto třech měsících je třeba zpracovat projekt z hlediska všech kritérií a je nutné, aby obsahoval všechny kroky metody DMAIC. V příloze

přikládám časový harmonogram celého projektu, který obsahuje i přípravné a dokončovací práce a tedy je celkově rozsáhlý na celý rok, ale samotné řešení projektu je obsaženo přibližně ve 3 měsících.



Obrázek 4-4: Plán realizace projektu

4.1.4. D4 – Analýza Stakeholderů

Výraz „stakeholder“ ve volném překladu znamená člověk, kterého se změna přímo týká. V mém případě jsou stakeholdery zejména pracovníci plánování, dělníci, skladu a liniový management. Konkrétně se jedná o pracovníky obsluhující NC stroje, pracovníky obsluhující brusky, pracovníci na pile a v neposlední řadě také operátoři celého procesu výroby.

jméno	manažer	Důležitost (1 - 3 - 9)	"S" = současná pozice , "B" = Budoucí pozice					Důvody rezistence (proč je proti?)
			Zcela proti	proti	Neutrální	podpora	Velká podpora	
Vladislav	Pracovník skladu	1			S	B		
Jiří	Výrobní ředitel	9		S			B	Projekt je nutno ještě testovat.
Pavel	Vedoucí provozu	1			S, B			
Barbora	Vedoucí výroby	3			S	B		
Jaroslav	Plánovač	9			S		B	
Filip, Marek	Operátoři na strojích	9	S				B	Zásadní změny v zaběhlém procesu.
Martina	Ředitel úseku kvality	3				S, B		
Bedřich	Manažer následujícího provozu	3		S			B	Nutná návaznost procesů.
Karel	Mistr	9		S			B	Spolupráce a podpora operátorů.

Obrázek 4-5: Mapa Stakeholderů

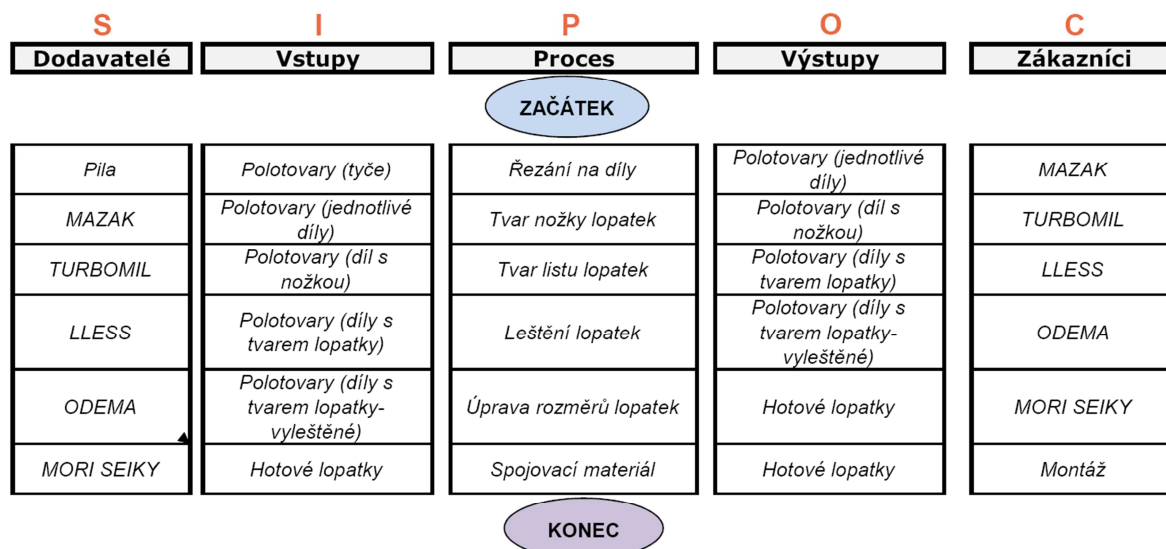
4.1.5. D5 – Určení rozsahu projektu

Typickou otázkou pro náplň modulu je, jaký bude rozsah projektu. Z hlediska toho, že již vím co bude cílem projektu je nutné sestavit přesný rozsah, na co je nejvhodnější se zaměřit a v neposlední řadě co bude začátkem a koncem zlepšování daného procesu. Hlavními problémy bývá špatné naplánování času, kdy je například nemožné zvládnout projekt ve

správný čas. Dalším problémem může být i naopak malý rozsah, kdy nejsou vyřešeny všechny důležité problémy v procesu. Pro správné určení daného rozsahu se užívají metodické nástroje. Mezi tyto nástroje patří např. Is/Is not analýza nebo princip SIPOC.

Pro určení rozsahu projektu jsem si vytvořila SIPOC mapy pro jednotlivé procesy výroby lopatek. Jak jsem již uvedla, v podniku jsou vyráběny tři druhy lopatek. Jsou to malé, velké a střední. Vytvořila jsem tedy celkem tři mapy, které jsem dále zhodnotila pomocí analýzy Is/ Is Not a zvolila k zpracování jeden z procesů.

Na první SIPOC mapě je znázorněn proces výroby velkých lopatek. Tento proces je převážně tvořen universálními NC stroji a tedy je pro mé potřeby nevhodný.



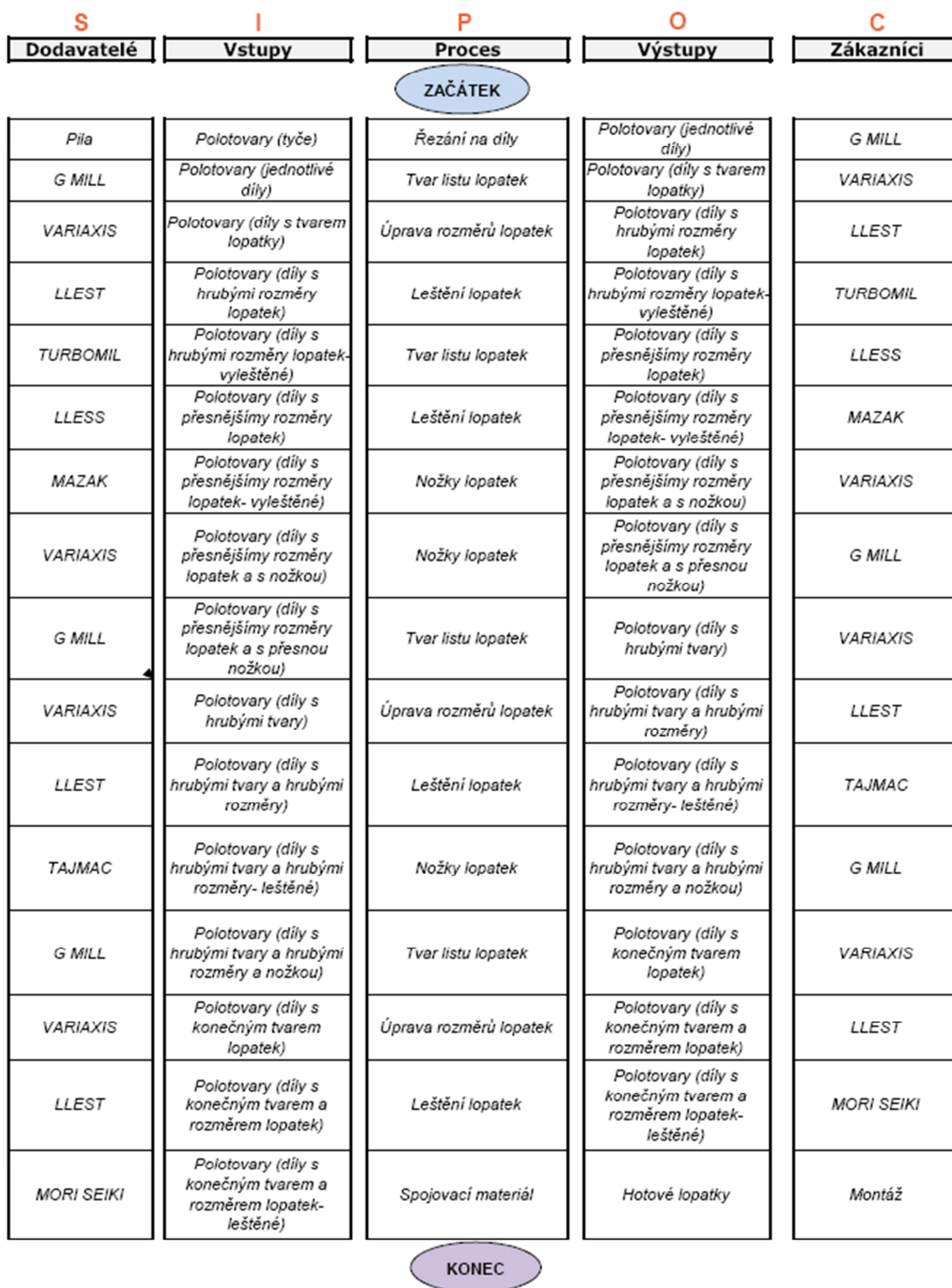
Obrázek 4-6: SIPOC pro Velké lopatky

Pro tento proces jsem dále vytvořila analýzu Is/ Is Not, kde jsem zaznamenala, co přesně spadá pod rámec tohoto projektu. Jak jsem již uvedla, tento proces je pro mé potřeby nevhodný a tedy se dále nebudu zajímat o proces výroby velkých lopatek.

Is / Is Not analýza pro Velké lopatky		
	JE	NENÍ
CO	<ul style="list-style-type: none"> - Reklamacce a stížnosti na nekvalitu - Průvodky k výrobě velkých lopatek - Výkresová dokumentace velkých lopatek 	<ul style="list-style-type: none"> - Reklamacce a stížnosti na znečištění výrobků - Průvodky k výrobě malých a středních lopatek - Výkresová dokumentace malých a středních lopatek
KDE	<ul style="list-style-type: none"> - Proces a pracoviště výroby velkých lopatek - Jednotlivé stroje v provozu výroby velkých lopatek - Úložné a skladové prostory pro velké lopatky 	<ul style="list-style-type: none"> - Proces výroby středních lopatek - Proces výroby malých lopatek - Ostatní pracoviště na dané výrobní hale
KDO	<ul style="list-style-type: none"> - Pracovníci výroby velkých lopatek - Oprátoři NC strojů - Plánovači procesu výroby 	<ul style="list-style-type: none"> - Pracovníci výroby středních lopatek - Pracovníci výroby malých lopatek - Ostatní pracovníci a operátoři

Obrázek 4-7: Is / Is Not Analýza procesu velkých lopatek

Dále jsem sestavila procesní mapu SIPOC pro výrobu středních lopatek. Při analýze této procesní mapy je zřejmé, že výroba je naopak velice rozsáhlá a měření by bylo velice časově náročné. Vzhledem k těmto faktům jsem se rozhodla, že tento výrobní proces je pro účely mé práce také nevhodný.



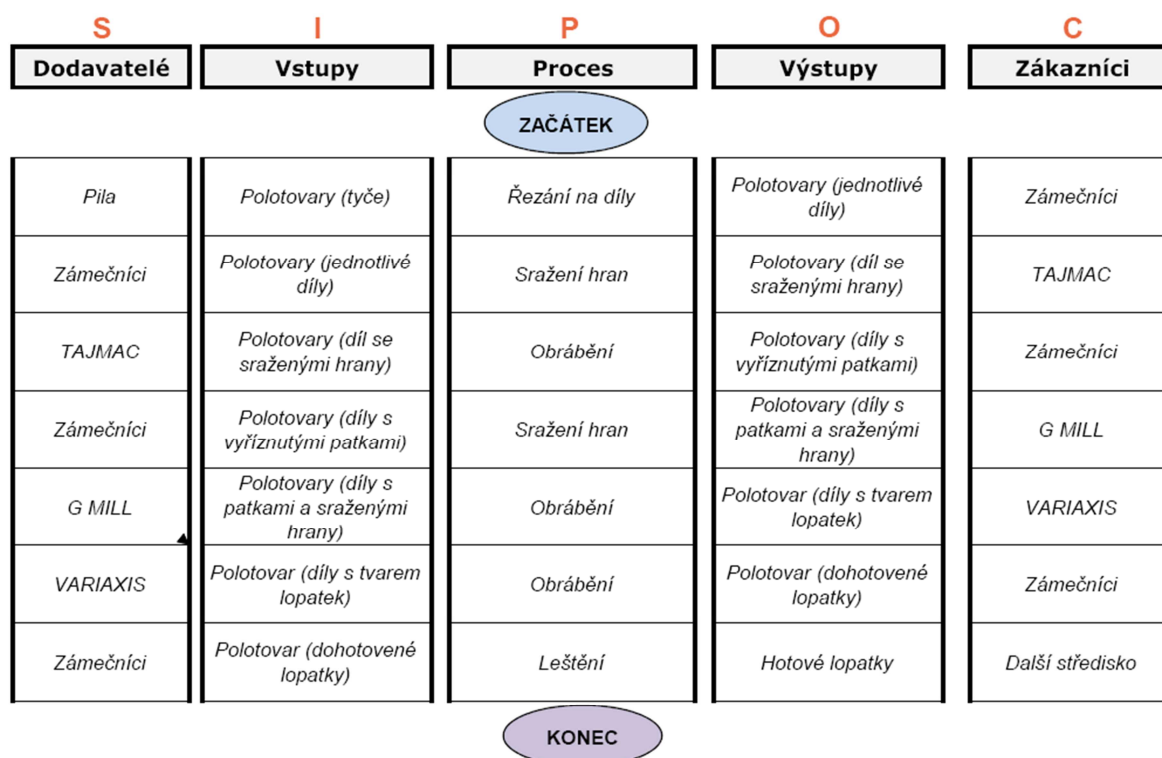
Obrázek 4-8: SIPOC pro Střední lopatky

Pro tento proces výroby středních lopatek jsem dále sestavila Is / Is Not analýzu, z které také vyplývá, že tento proces není vhodný pro mé účely a tedy se dále nebudu věnovat procesu výroby středních lopatek.

Is / Is Not analýza pro Střední lopatky		
	JE	NENÍ
CO	- Reklamacce a stížnosti na nekalitu - Průvodky k výrobě středních lopatek - Výkresová dokumentace středních lopatek	- Reklamacce a stížnosti na znečištění výrobků - Průvodky k výrobě velkých a malých lopatek - Výkresová dokumentace velkých a malých lopatek
KDE	- Proces výroby středních lopatek - Jednotlivé stroje v provozu výroby středních lopatek - Úložné a skladové prostory pro střední lopatky	- Proces výroby velkých lopatek - Proces výroby malých lopatek - Ostatní pracoviště na dané výrobní hale
KDO	- Pracoviště výroby středních lopatek - Oprátoři NC strojů - Plánovači procesu výroby	- Pracovníci výroby velkých lopatek - Pracovníci výroby malých lopatek - Ostatní pracovníci a operátoři

Obrázek 4-9: Is / Is Not Analýza procesu středních lopatek

Jako poslední jsem sestavila procesní mapu SIPOC pro proces výroby malých lopatek. Tento proces je pro mou práci ideálním vzhledem k počtu strojů i vzhledem k náročnosti tohoto procesu.



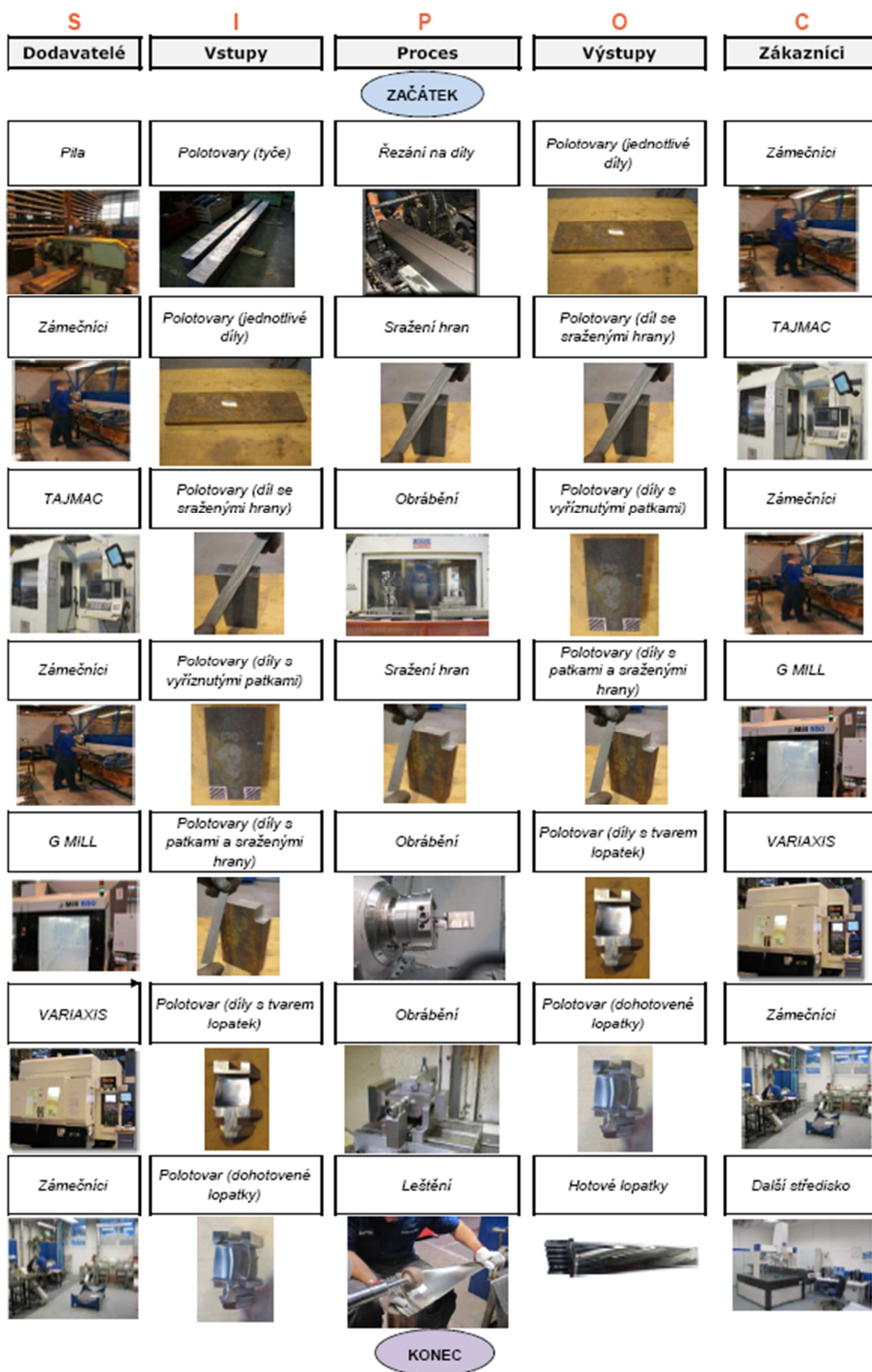
Obrázek 4-10: SIPOC pro Malé lopatky

Pro výrobní proces malých lopatek jsem také sestavila Is / Is Not analýzu, kterou jsem shledala jako vyhovující.

Is / Is Not analýza pro Malé lopatky		
	JE	NENÍ
CO	<ul style="list-style-type: none"> - Reklamace a stížnosti na nekvalitu - Průvodky k výrobě malých lopatek - Výkresová dokumentace malých lopatek 	<ul style="list-style-type: none"> - Reklamace a stížnosti na znečištění výrobků - Průvodky k výrobě velkých a středních lopatek - Výkresová dokumentace velkých a středních lopatek
KDE	<ul style="list-style-type: none"> - Proces výroby malých lopatek - Jednotlivé stroje v provozu výroby malých lopatek - Úložné a skladové prostory pro malé lopatky 	<ul style="list-style-type: none"> - Proces výroby velkých lopatek - Proces výroby středních lopatek - Ostatní pracoviště na dané výrobní hale
KDO	<ul style="list-style-type: none"> - Pracoviště výroby malých lopatek - Oprátoři NC strojů - Plánovači procesu výroby 	<ul style="list-style-type: none"> - Pracovníci výroby velkých lopatek - Pracovníci výroby středních lopatek - Ostatní pracovníci a operátoři

Obrázek 4-11: Is / Is Not Analýza procesu malých lopatek

Dle předešlých analýz jsem stanovila rozsah mé práce pouze na malé lopatky. Proces malých lopatek je pro mou práci nejzajímavější vzhledem k pracnosti a opakovatelnosti celého postupu. Tento proces volím jako rozmanitý a přitom není příliš složitý a tedy dále je má práce zaměřena pouze na proces výroby malých lopatek. Tento proces jsem doplnila o detaily z výroby, konkrétně o fotky jednotlivých strojů apod.



Obrázek 4-12: Procesní mapa SIPOC doplněná o konkrétní stanoviště

4.1.6. D6 – Sběr hlasu zákazníka

Metoda Voice of the customer, jejíž anglický název v překladu znamená „hlas zákazníka“, je možné i užití příslušné zkratky, tedy VOC. Pro správné sestavení projektu je důležité naslouchat hlasu zákazníka. Typickými otázkami při sestavování projektu musí tedy být, jaké jsou potřeby zákazníka a co způsobuje případnou nespokojenost zákazníka v daném procesu. Vycházím vždy z toho, že vím, co zákazník potřebuje a případně co ho trápí. Dále je třeba si dát velký pozor na možnou změnu hlasu zákazníka či na obtíže plynoucí z komunikace se zákazníkem. Důležitým krokem při metodě VOC je zaznamenávání si, co zákazník řekne, co potřebuje a co chce. Někdy se k tomu využívá třetí strana, ale v našem případě jsem oslovila vnitřní zákazníky já a zjistila jejich potřeby.

Než získám výstup z VOC, musím si uvědomit, jaké má zákazník potřeby a to je další krok na cestě k CTQ. Vzhledem k tomu, že se jedná o jasný požadavek z vedení na množství, kvalitu a čas, je tedy hlas zákazníka pevně daný. Potřeby zákazníka vychází ze získaných hlasů zákazníka, který nás v rozhovoru hodnotí, co by dodavatele. Tyto hlasy vyjadřují jeho pocity a požadavky na daný proces a je nutné je přeměnit do tzv. POTŘEB ZÁKAZNÍKA, které jsou konkrétní a zpravidla nám potvrzují jejich původní požadavek při sjednání kontraktu. V některých případech se může jednat. Tyto potřeby je nutné sepsat a rozdělit na potřeby kladné a záporné.

Pro sběr hlasu zákazníka jsem použila metodu **Focus Group**. Tato metoda je vlastně skupinová diskuze neboli hloubkový rozhovor o potřebách zákazníka. Na této schůzce jsem se sešla se zákazníkem a zástupcem firmy Doosan Škoda Power. Na schůzce jsem zastávala funkci třetí, nezávislé strany. Z rozhovoru vedeného formou brainstormingu vyplynuly různé názory a požadavky. Tyto názory jsem shrnula a dle důležitosti jsem poskládala do formy Voice of Customer (VOC). Konkrétní požadavky od zákazníka jsem zaznamenala do tabulky, která je na *Obrázek 4-13*.

4.1.7. D7 – Nastavení CTQ a cíle projektu

Metoda Critical to Quality, je určena ke správnému zvolení kvalitativního a kvantitativního výstupu z procesu. Vždy je nutné je rozdělit z hlediska nákladů, kvality a času. V tomto projektu chceme zkrátit dobu dodávek, zvýšit kvalitu a zajistit kompletnost. Náš cíl musí být nastaven metodou „SMART“ a nemusí dosáhnout 100% požadavků zákazníka, důležité je zajistit jeho uspokojení v daném procesu výroby.

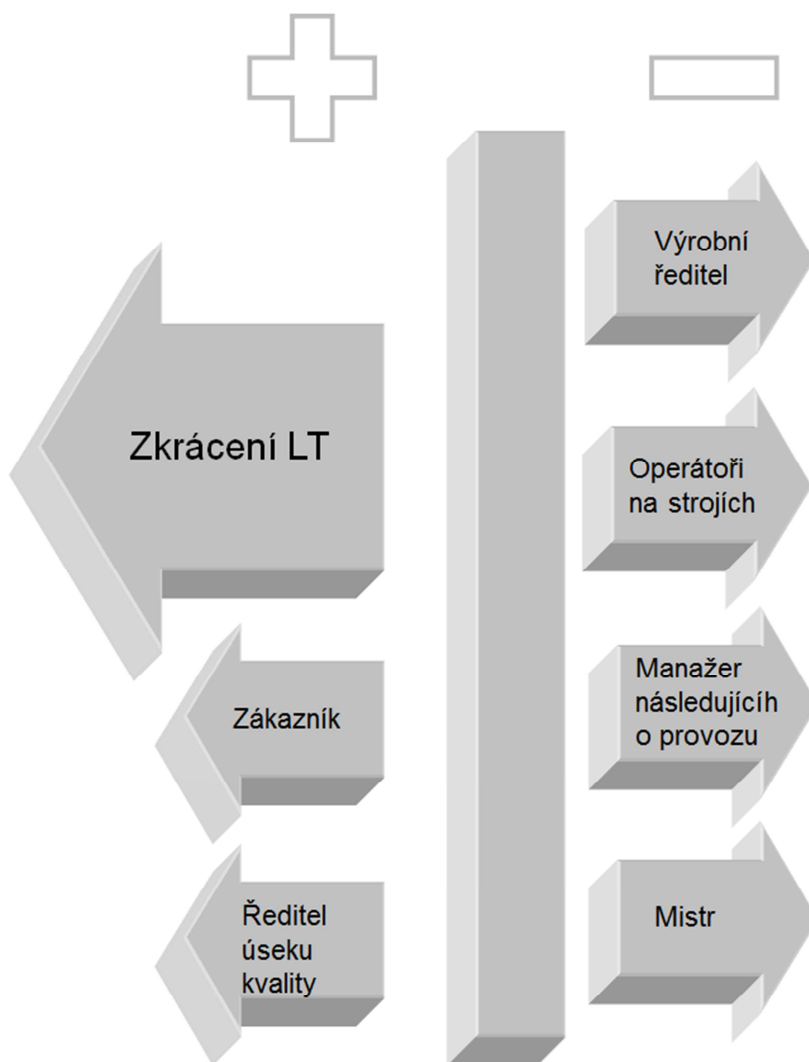
Voice of Customer (VOC)	POTŘEBA	CTQ
"Dodávky odeslány v horší kvalitě."	Kvalita	<i>Každá lopatka bude mít rozměry velikosti v toleranci +/- 0,2 mm</i>
"Velké množství zmetků v dodávkách."		
"Dodaná dokumentace není kompletní."		
"Není zaručena kompletnost dodávky."	Množství a využitelnost	<i>Využitelnost obráběcích strojů je více jak > 80%</i>
"Malé využití výrobních strojů a center."		
"Nejsou dodány náhradní díly pro větší zakázky."		
"Nedostáváme dodávku ve stanoveném termínu."	Včasnost	<i>Materiál pro výrobu je nařezán s předstihem 2 dny, Každá výrobní objednávka bude dodána do provozu Rotory včas</i>
"Dodávka je dovezena na jiné místo- nutnost přepravy."		
"Ztrácíme čas zbytečnou manipulací."		

Obrázek 4-13: Sestavení transformace CTQ

4.1.8. D8 – Identifikace rizika projektu

Se samotným vyřešením projektu jsou spojena různá rizika. Při zpracování a analýze procesu je třeba postupovat tak, abychom těmto rizikům předešli. Rizika jsou spojena například s operátory jednotlivých činností a s jejich realizací. Pro předcházení daných rizik je vytvořena tabulka, tzv. silové pole, kde jsou tato rizika podrobně zanesena. Tato rizika vychází z tabulky, která je součástí obrázku *Obrázek 4-5*. Silové pole již graficky znázorňuje působení stakeholderů, tedy kdo má kladný a kdo záporný vztah k dané změně.

Silové pole popisující postoje Stakeholderů



Obrázek 4-14: Silové pole zaznamenávající působení Stakeholderů

4.1.9. D9 – Sepsání Project Charter

Na závěr celé fáze „Define“ jsem sestavila tzv. Project Charter. Do tohoto modulu jsem dolnila stručná fakta o celém projektu.

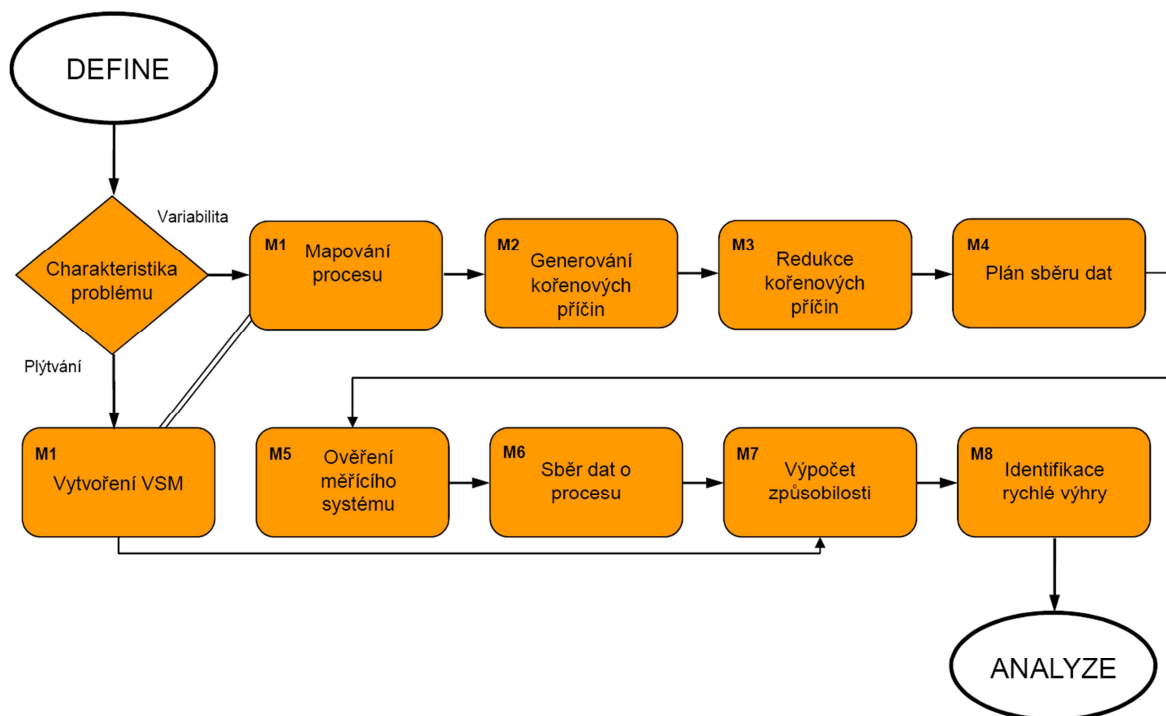
Green Belt / Black Belt Vlastník procesu Champion		Pavel Justin vedoucí provozu lopatek Petr Duchoň ředitel TU Jaroslav Milsimer				
Problém		Business case - COPQ (Popis)				
Oblast zlepšování	Nekvalitní a zpožděné dodávky v procesu výroby.	Od začátku roku 2013 dochází k zvýšeným nákladům na stroji OLOPV v provozu rotory z důvodu dodání pozdních nekvalitních dodávek lopatek. Opravou lopatek a pozdní dobou dodání, dochází k zvýšení přímých nákladů, které činí cca 500 000,- Kč za rok 2013.				
Název procesu:	Výroba lopatek					
Popis problému						
Od ledna roku 2013 vznikl problém v provozu výroby lopatek, kde termín dodávek je plněn z 80% a 5% nejakostí z důvodu délky a tvaru. Tímto defektem dochází ke zpoždění výroby rotorů a současně dodatečným zvyšováním nákladů.						
Cíl projektu						
Cílem projektu redukovat nejakost dodávaných lopatek z 5% na 1,5% do 11/2013 a současně zlepšit dodávky v čase z 80% na 95%.						
Rizika projektu		V rámci projektu	Mimo rámec projektu (IS NOT)			
Neprojednání projektu změny se stakeholders. Špatně stanovená operační definice. Špatně nastavené KPIs. Nedodržení měření podle metodiky a sběr historických		obrábění lopatek broušení lopatek technická kontrola lopatek	plánování řezání materiálu			
Projektový plán		CTQ / Výchozí hodnoty / Měřitelné cíle				
Start	1. září 2013	Název	Výchozí hodnota	Cílová hodnota		
Konec	1. prosince 2013	CTQ 1	Každá lopatka bude mít rozměry velikosti v toleranci +/- 0,2 mm	+/- 0,25	0,2	
Champion	Milsimer Jaroslav	29/8 2013	CTQ 2	Využitelnost obráběcích strojů je více jak > 80%	75%	>85%
GB / BB	Justin Pavel	30.8.2013	CTQ 3	Materiál pro výrobu je nařezán s předstihem 2 dny	1 den	2 dny
			CTQ 4	Každá výrobní objednávka bude dodána do provozu Rotory včas	DT - 5 dnů	včas

Obrázek 4-15: Project Charter

4.2. M – MEASURE

Další fází projektu je českým názvem pojmenovaná jako fáze Měření. Cílem tohoto kroku je nasbírání požadovaného počtu hodnot, které jsem získala postupným měřením zkoumaného procesu výroby malých lopatek turbíny. Pro názornost jsem si zvolila jeden druh lopatek, které jsem sledovala při celém procesu v jejich výrobě. Naměřená data jsem zpracovala do přehledných tabulek a dále s nimi pracovala a vyhodnocovala jejich význam.

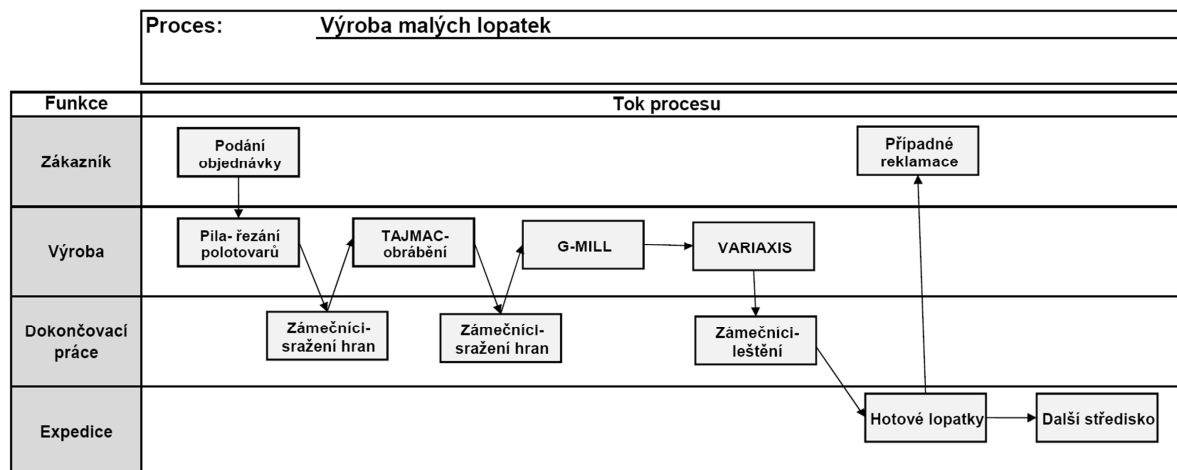
Přesný postup této fáze je znázorněn na Obrázek 4-16.



Obrázek 4-16: Navigátor projektu pro fázi Measure

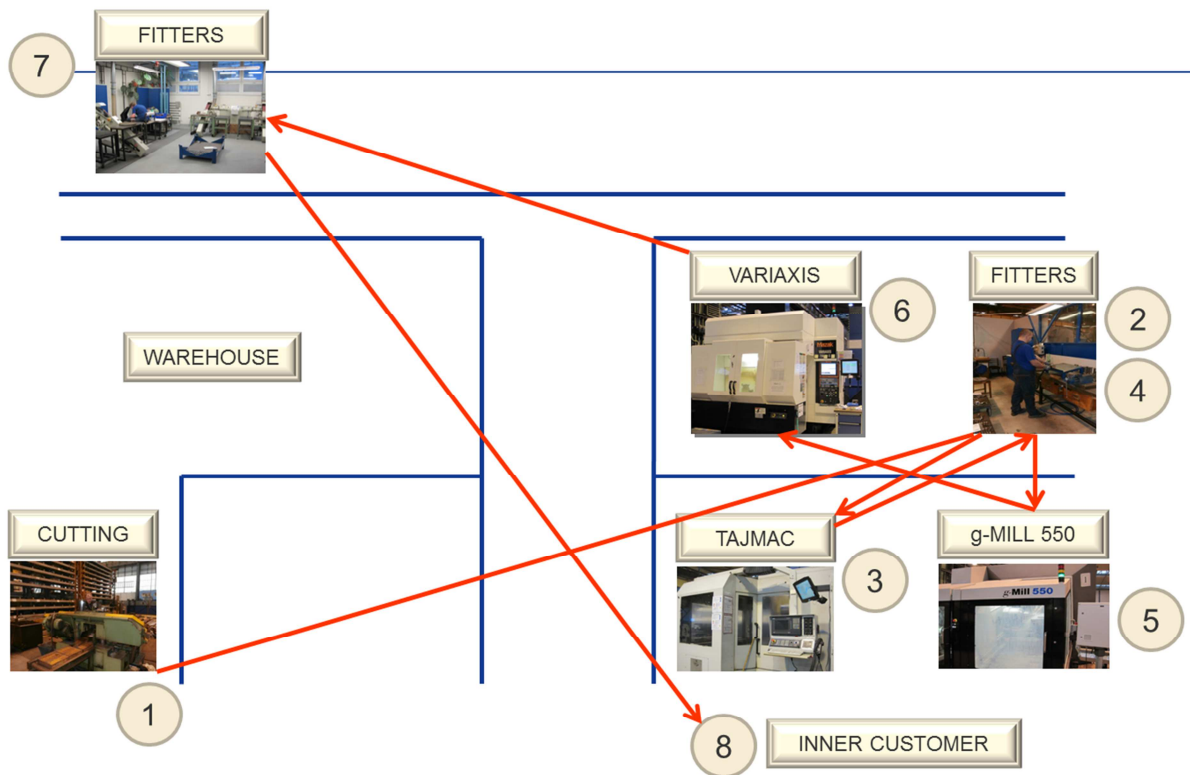
4.2.1. M1 – Mapování procesu a vytvoření VSM

K mapování daného procesu mi poslouží již vytvořená mapa SIPOC, která je k nahlédnutí na Obrázek 4-10. Z této základní procesní mapy jsou patrné všechny aktivity procesu a navazující články. Mapa pomohla pochopit daný proces všem členům týmu a pomocí ní jsem dále vytvořila tzv. plavecké dráhy v procesní mapě. Na této mapě je zřetelně vidět celý postup daného procesu, viz Obrázek 4-17.



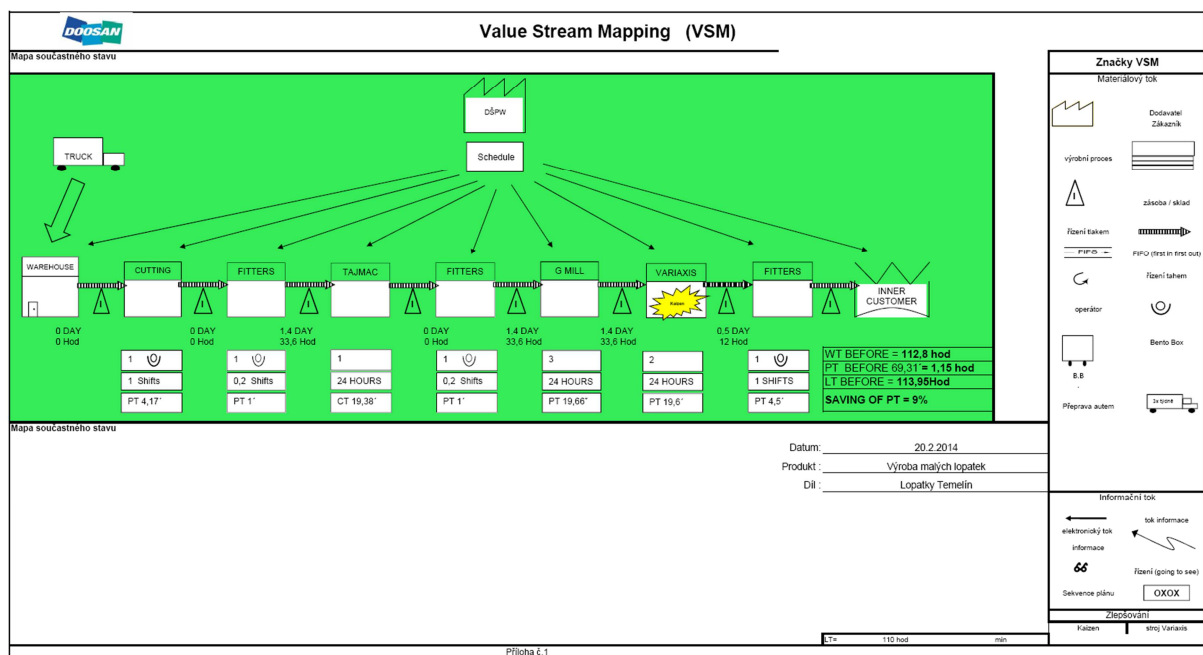
Obrázek 4-17: Plavecké dráhy v procesní mapě

Dále mi vytvořená mapa SIPOC napomohla k sestavení transportačního diagramu, někdy také nazývanému špagetovému diagramu. Tento diagram znázorňuje fyzický pohyb práce a materiálu v procesu výroby lopatek. Tok materiálu a práce je znázorněn červenými čarami a směr toku je patrný ze směru šipek. Materiál je transformován z jednotlivých pracovišť na další, jejich návaznost je již patrná ve vytvořené mapě SIPOC. Špagetový diagram lze vidět na Obrázek 4-18.



Obrázek 4-18: Špagetový diagram procesu výroby malých lopatek

Dalším krokem bylo vytvořit Value stream map (VSM), tedy mapu toků hodnot. Tato mapa pomáhá chápat proces z pohledu hodnoty zákazníka. Mapa VSM opět vychází z již zmiňované mapy SIPOC, ale VSM dále obsahuje i informace o časování procesu a informuje o hodnotě každé aktivity. Důležitou složkou VSM je informace o plýtvání - jedná se tedy o nástroj užívaný k odstranění tohoto plýtvání. Vytvořená VSM je k nahlédnutí v příloze Příloha 0-1 a v ní použité symboly zakreslení jsou k nahlédnutí v příloze Příloha 0-2.

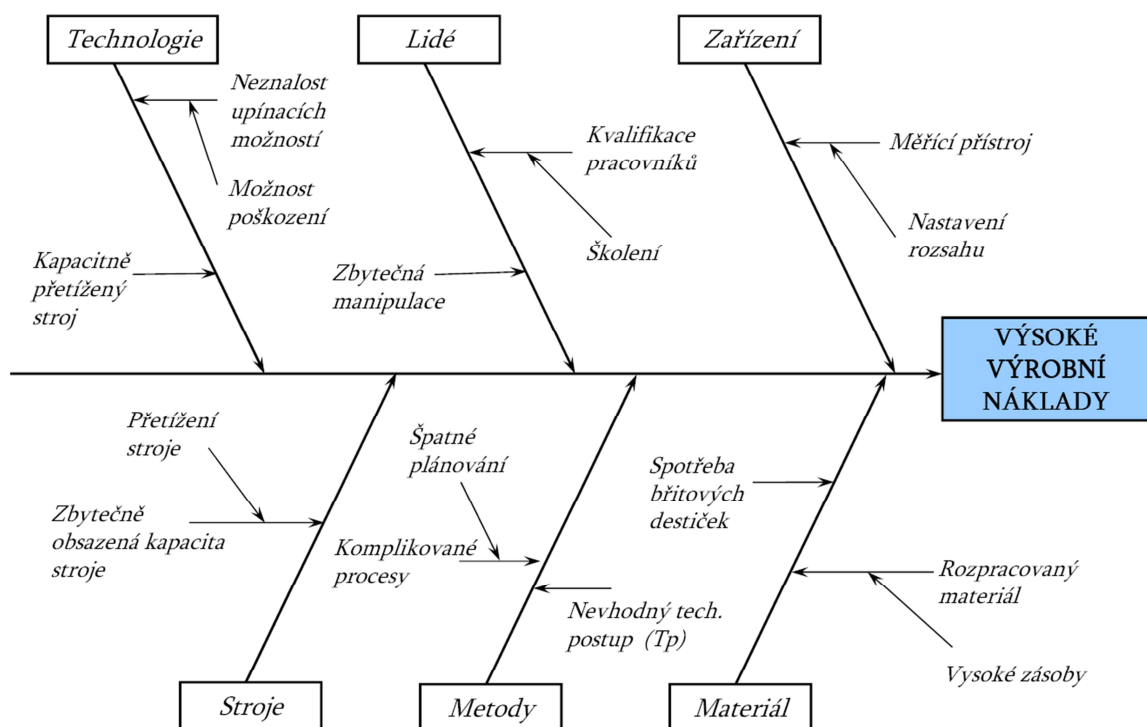


Obrázek 4-19: VSM

4.2.2. M2 – Generování kořenových příčin

Pro identifikaci kořenových příčin jsem využila již zpracovaný hlas zákazníka a sestavenou tabulku CTQ, která je k dispozici na *Obrázek 4-13*. Dále jsem opět svolala již zvolený tým, jeho členové jsou opět k nahlédnutí v *Obrázek 4-2*. Hlavní kořenové příčiny jsem identifikovala pomocí svolaného workshopu s týmem a pomocí brainstormingu a použití informací ze zmíněného VOC, tedy hlasu zákazníka.

Z těchto vstupů jsem poskládala diagram příčin a následků, nebo také diagram rybí kost. V tomto diagramu jsem zaznamenala potenciální kořenové příčiny, které jsou vizuálně sladěny a jsou patrné jejich následky.



Obrázek 4-20: Diagram příčin a následků

4.2.3. M3 – Redukce kořenových příčin

Pro správnou redukci kořenových příčin byl opět svolán workshop s celým týmem a pomocí volné diskuze a brainstormingu jsme zredukovaly kořenové příčiny patrné z diagramu příčin a následků. Tyto zredukované příčiny jsem dále zaznamenala do diagramu matice X2Y a dle váhy vyhodnotila nejdůležitější položky. Dle matice X2Y, která je na obrázku *Obrázek 4-21*, je patrné, že nejdůležitější kořenové příčiny jsou zejména chybné plánování využitelnosti strojů a zbytečná manipulace.

Výstup/ Měření	Vstup/ Procesní proměnné X Y	VÁHA	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
			Nevhodný technologický postup	Přetížení stroje	Spotřeba břitových destiček	Zbytečná manipulace	Špatné plánování	Vysoké zásoby
Potřeba včasné dodávky		9	9	9	5	9	9	5
Dodržení tolerance rozměrů		5	5	1	5	1	1	5
Efektivní využití NC strojů		1	9	5	1	5	9	9
Celkem			115	91	71	91	95	79

Klasifikace:
9: silná
5: střední
1: slabá
0: žádná

Obrázek 4-21: Matice X2Y

4.2.4. M4 – Plán sběru dat

V tomto kroku bylo důležité ujasnit kolik a jaká data je nutno nasbírat. Připravila jsem si jednotlivé tabulky pro zaznamenávání dat o jednotlivých strojích. Dle analýzy SIPOC jsem se rozhodla, že nasbírám data spojená se stroji G-MILL, TAJMAC a VARIAXIS. Na těchto strojích je zřetelná opakovatelnost procesu a bylo možné získat potřebné množství dat.

Nejdříve je nutné vypočítat velikost vzorku. Vzhledem k tomu, že měření je postaveno na sběru spojitých dat použila jsem vzoreček pro výpočet tzv. „vzorkování spojitých dat“, který je k nahlédnutí v *Rovnice 4-1*. Dle tohoto vzorečku jsem vypočetla, za předpokladu, že „s“, směrodatná odchylka je odhadnuta na 15minun a „delta“, tedy rozmezí cyklu jsem stanovila v rozmezí 40 a 30 minut. Dle výpočetního vzorce jsem tedy stanovila minimální velikost vzorku na 9.

$$n = \left[\frac{(2 * s)}{\Delta} \right]^2 = \left[\frac{(2 * 15)}{40 - 30} \right]^2 = \left(\frac{30}{10} \right)^2 = 9$$

Rovnice 4-1: Minimální velikost vzorku

Operátorům NC strojů na jednotlivých pracovištích jsem vysvětlila účel a potřebu mého měření. Bylo nutné, aby pracovníci chápali důležitost a nezkreslovali naměřené hodnoty. Zpracovala jsem si operační definici, ve které jsem si vymezila rozsah měření. Operační definice říká, že proběhne měření ve 3 dnech na každém stroji vždy při práci jiného operátora NC stroje v rozsahu měření 10 lopatek.

Měření	Operační definice	Zdroj dat	Kdo sbírá	Velikost vzorku	Datum měření	Místo měření	Poznámky
Činnost operátora NC stroje G-MILL	Počet a délka činností nutné k obsluze NC stroje a k manipulaci s polotovary.	Osobní sledování	Osobní sběr	10 lopatek v průběhu 3 dní	24.2.-26.2.2014	Pracoviště stroje G-MILL	Měření bez paralelních činností
Činnost operátora NC stroje VARIAXIS H63	Počet a délka činností nutné k obsluze NC stroje a k manipulaci s polotovary.	Osobní sledování	Osobní sběr	10 lopatek v průběhu 3 dní	3.3.-5.3.2014	Pracoviště stroje VARIAXIS	Měření s paralelními činnostmi
Činnost operátora NC stroje TAJMAC	Počet a délka činností nutné k obsluze NC stroje a k manipulaci s polotovary.	Osobní sledování	Osobní sběr	10 lopatek v průběhu 3 dní	3.3.-5.3.2015	Pracoviště stroje TAJMAC	Měření s paralelními činnostmi
Měření rozměrů předepsaných výkresem	Hodnoty a tolerance jednotlivých rozměrů dle výkresové dokumentace.	Měření mikrometrem	Operátor NC stroje	2 předepsané rozměry na 1 lopatce	24.2.-26.2.2014	Pracoviště stroje G-MILL	Ověření rozměrů pomocí Zeiss
Měření rozměrů předepsaných výkresem	Hodnoty a tolerance jednotlivých rozměrů dle výkresové dokumentace.	Měření mikrometrem	Operátor NC stroje	2 předepsané rozměry na 1 lopatce	3.3.-6.3.2014	Pracoviště stroje VARIAXIS	Ověření rozměrů pomocí Zeiss
Měření rozměrů předepsaných výkresem	Hodnoty a tolerance jednotlivých rozměrů dle výkresové dokumentace.	Měření mikrometrem	Operátor NC stroje	3 předepsané rozměry na 1 lopatce	3.3.-6.3.2015	Pracoviště stroje TAJMAC	Ověření rozměrů pomocí Zeiss

Obrázek 4-22: Plán sběru dat

Dále v tomto kroku jsem dále provedla tzv. vzorkování dat, kdy jsem určila počet potřebných dat pro správné měření daného systému. Podstatou vzorkování je umožnění provést analýzu na malém množství dat. Vzorek jsem spočítala pro spojitá data, se kterými dále pracuji při samotném měření.

4.2.5. M5 – Ověření měřicího systému

Ve vlastním měření se budu zabývat pouze spojitými daty, vycházejících ze sledování. Těmito daty je časová hodnota trvání jednotlivých činností pracovníků a procesu. Dle plánu sběru dat na *Obrázek 4-22* je patrné že převážná část měření probíhala pomocí stopek a osobním sledováním činností. Měřidla používaná dělníky, jako mikrometr a posuvné měřítko jsou kalibrovány a jejich kontrola je prováděna pravidelně dle typu měřidla.

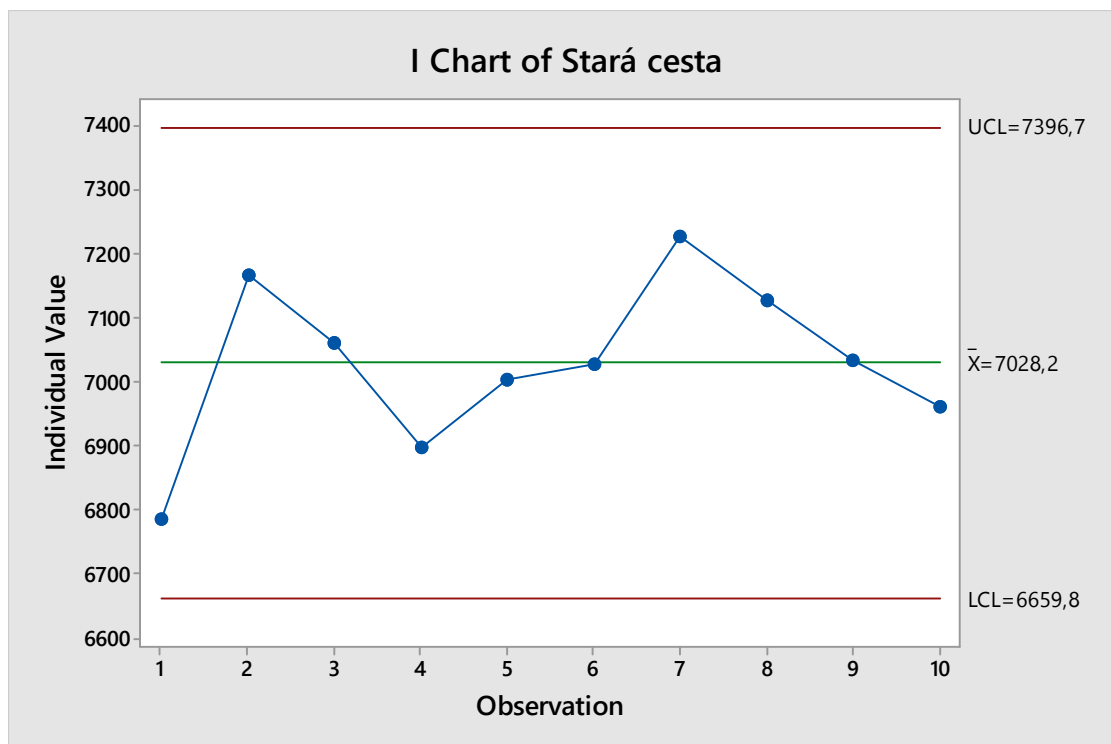
4.2.6. M6 – Sběr dat o procesu

V kroku sběru dat jsem se řídila předem připraveným plánem, který je na *Obrázek 4-22*. Pro data jsem si předem připravila patřičné tabulky v systému Microsoft Office Excel. Tabulky jsem vyplnila naměřenými časy a přiřadila je ke konkrétním výkonům pracovníka. Vyplněné tabulky jsou k nahlédnutí v přílohách: Příloha 0-3, Příloha 0-4 a Příloha 0-5.

4.2.7. M7 – Výpočet způsobilosti

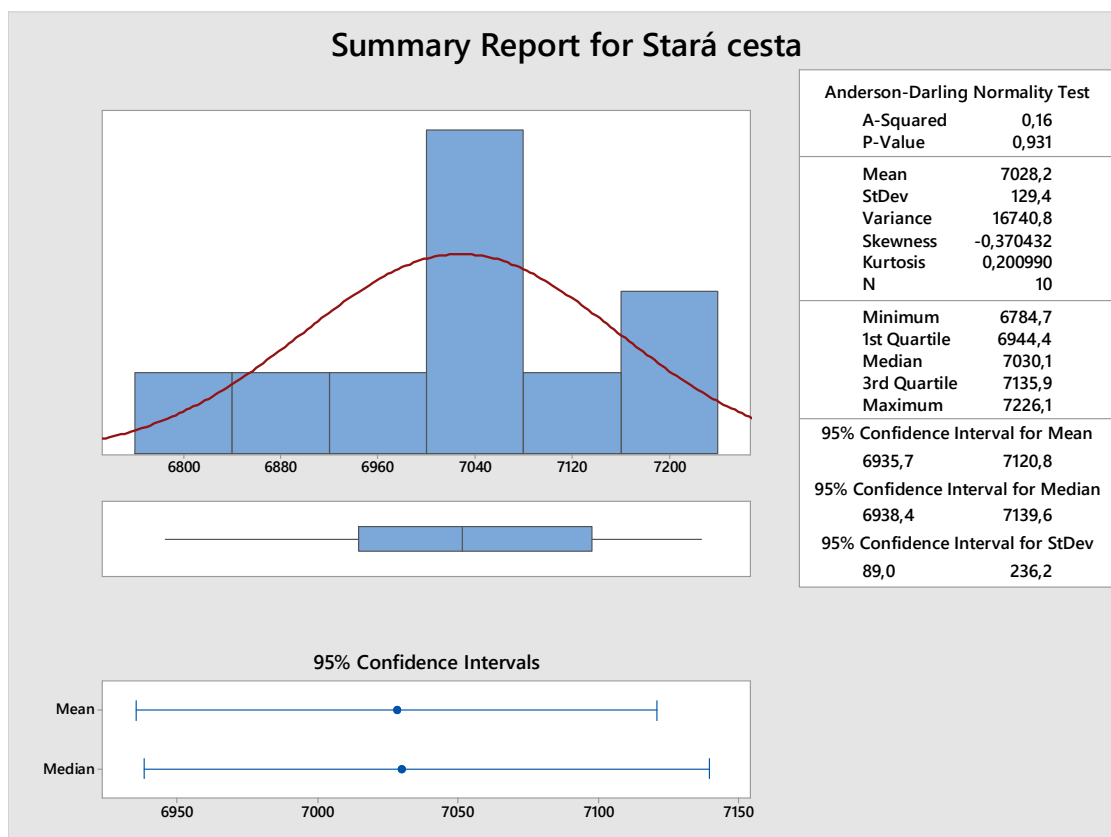
Výpočet způsobilosti znamená spočítat, jak dobře splňuje proces zákaznické požadavky a kolik defektů proces generuje. Výpočet je závislý na typu pozorovaných dat. V mém měření jsem pracovala pouze se spojitými daty. Pro výpočet způsobilosti spojitých dat lze užít metodu „Z-Hodnoty“. Dle které následně určím „úroveň sigma“, což je univerzální měřítko procesní způsobilosti.

Výpočet „Z-Hodnoty“ lze provést více způsoby. Základním rozdělením je jedno či dvoustranný limit. Pro mé účely využiji výpočet pro jednostranný limit, který byl zadán zákazníkem. Z-hodnota se spočítá pomocí základního vzorečku, který je k nahlédnutí v *Rovnice 4-2*. K vyplnění tohoto vzorce jsem opět použila software Minitab 17, kde jsem vycházela ze sestaveného grafu způsobilosti procesu. Tyto graf je k nahlédnutí na *Graf 4-1*.

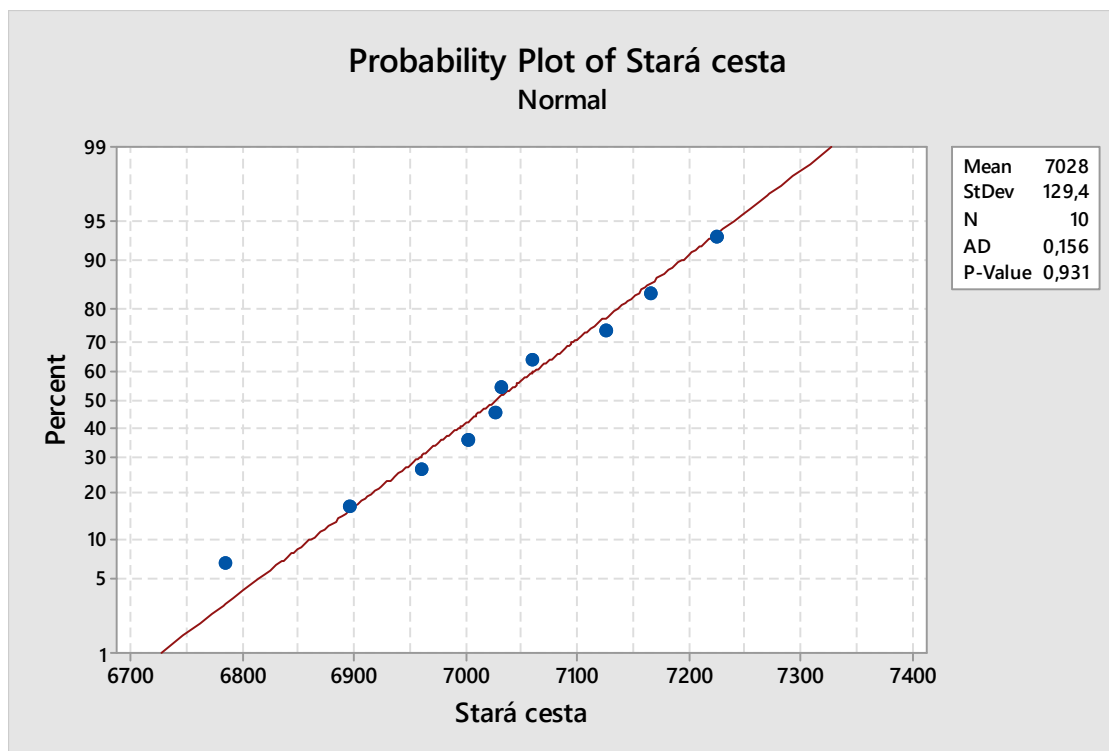


Graf 4-1: Způsobilost procesu

Další hodnoty potřebné pro doplnění do vzorce jsem získala pomocí aplikace testu normality, ze které jsem získala hodnoty směrodatných odchylek a hodnoty P-Value. Zmíněná hodnota P-Value nám říká, zda jsou naměřená data opravdu v normálním rozdělení. P-Value musí splňovat podmínku, že $P > 0,05$, potom jsou naměřená data v normálním rozdělení. Tyto grafy jsou k nahlédnutí na Graf 4-2 a na Graf 4-3.



Graf 4-2: Normální rozložení dat procesu formou histogramu



Graf 4-3: Normální rozložení dat procesu

Hranice grafu způsobilosti jsou dány mezními přímkami, nazývané regulační meze. Jsou dva druhy těchto mezí, a to UCL/LCL které vymezují oblast pro přirozenou variabilitu výběrové charakteristiky pomocí níž se sleduje změna chování procesu v čase. Oproti tomu meze USL/LSL jsou předepsané specifikací zákazníkem. V mém případě však uvažuji, že $USL=UCL=M$. hodnota \bar{X} znázorňuje průměrnou naměřenou hodnotu v procesu. Písmeno s značí směrodatnou odchylku, kterou jsem opět získala ze stanoveného grafu způsobilosti procesu. Hodnota „Z“ nám říká, kolikrát se vejde směrodatná odchylka do oblasti specifikačních limitů.

$$Z = \frac{|\bar{X} - M|}{s}$$

Rovnice 4-2: Výpočet "Z-Hodnoty" pro jednostranný limit

$$Z = \frac{|\bar{X} - UCL|}{s} = \frac{|7028,2 - 7396,7|}{129,4} = \frac{368,5}{129,4} = 2,85$$

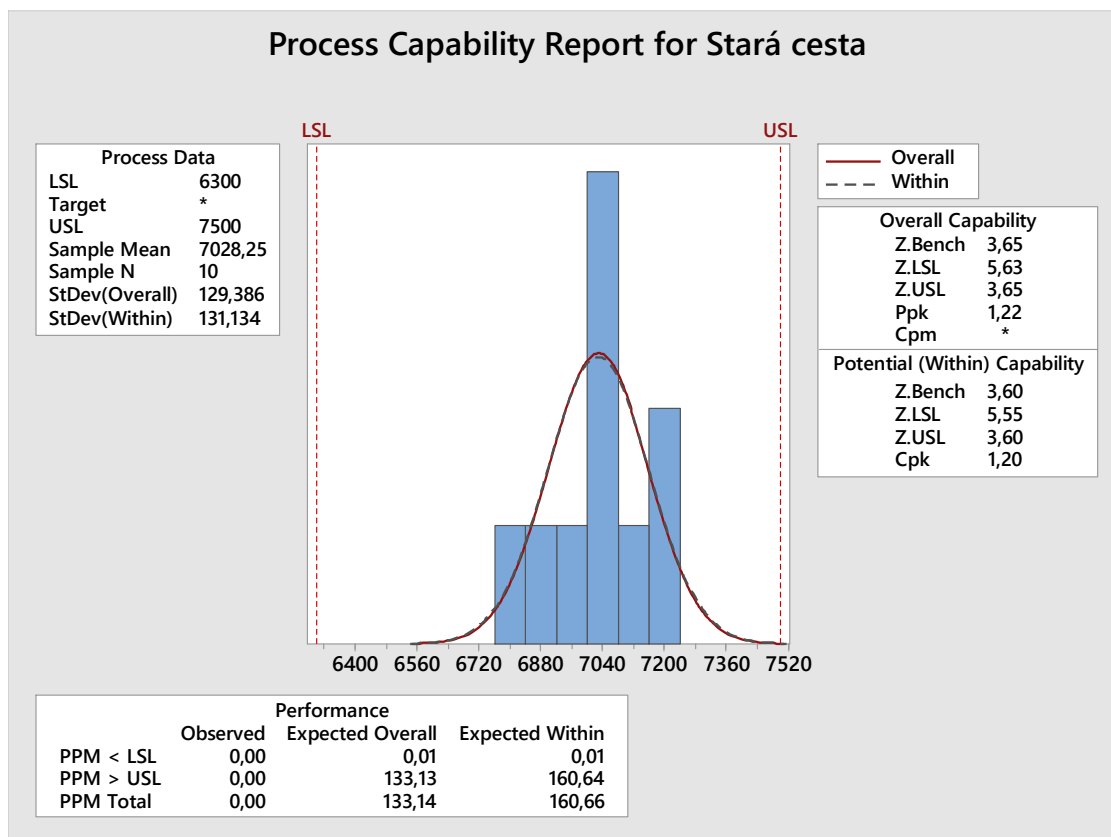
Rovnice 4-3: Konkrétní výpočet "Z-Hodnoty"

Výše popsany výpočet musím ještě porovnat s příloženou tabulkou pro „Z-Hodnoty“, která je k nahlédnutí v Příloha 0-10. Dle této tabulky jsem zjistila, že hodnota „M“ vyjadřuje 2,85 směrodatné odchylky od průměru, a pak 0,219% naměřených hodnot bude za „M“ a tedy bude mít proces 0,219% defektů. Hodnota „Z“ se rovná hodnotě Six sigma.

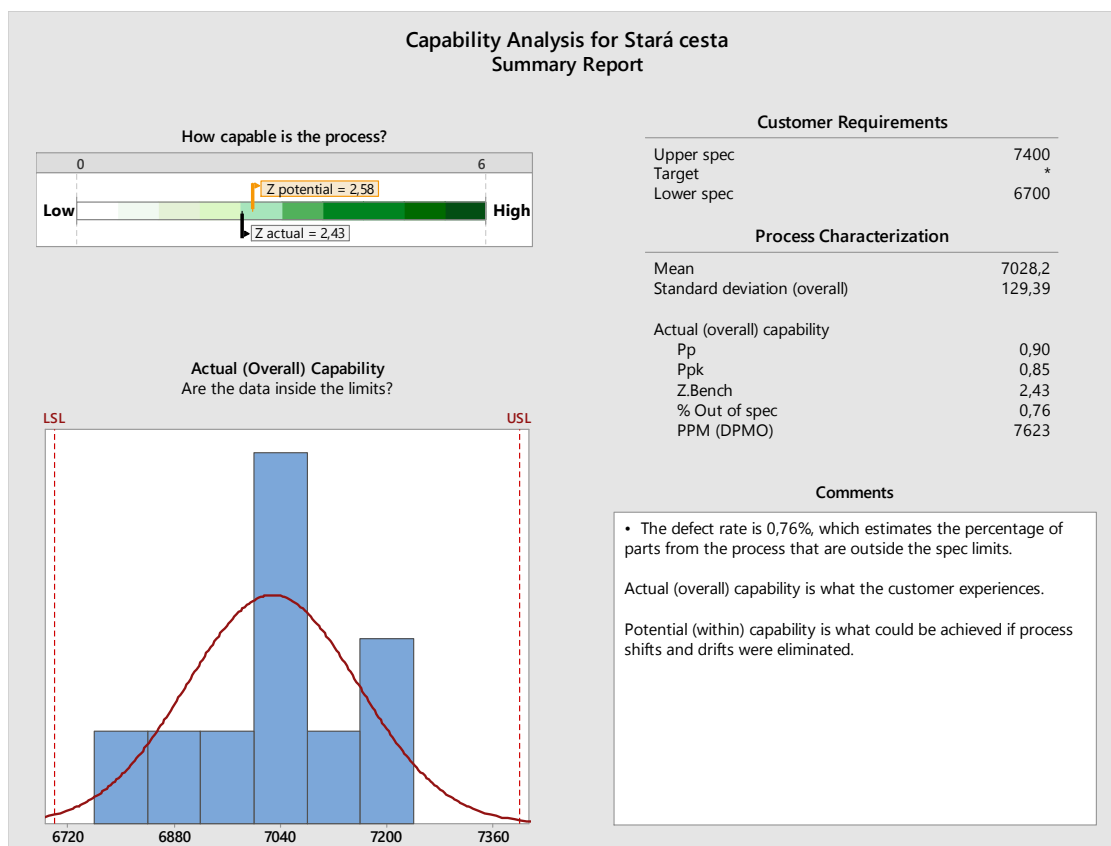
Dle naměřených a dále spočítaných hodnot jsem došla k závěru, že proces výroby malých lopatek je způsobilý. Toto tvrzení potvrzuje i následující graf Graf 4-4.

Z popisu tohoto grafu lze stanovit hodnotu směrodatné odchylky krátkodobé variability, neboli StDev(Within) a hodnotu směrodatné odchylky dlouhodobé variability neboli StDev(Overall). Dále jsou z grafu patrné i další hodnoty pro krátkodobou a dlouhodobou variabilitu v pravé části grafu. V grafu je znázorněná křivka krátkodobé (Within) a dlouhodobé (Overall) variability, která není příliš odlišná. Pomocí grafu lze stanovit i očekávanou výkonnost procesů. Tato předpověď poměrů jednotek procesů, které splní či

nesplní zákaznické požadavky je uvedena v dolní části grafu. Tyto předpovědi jsou odhadnuty pod oblastí Gaussovi křivky.



Graf 4-4: Způsobilost procesu u normálních dat



Obrázek 4-23: Vyhodnocení způsobilosti procesu

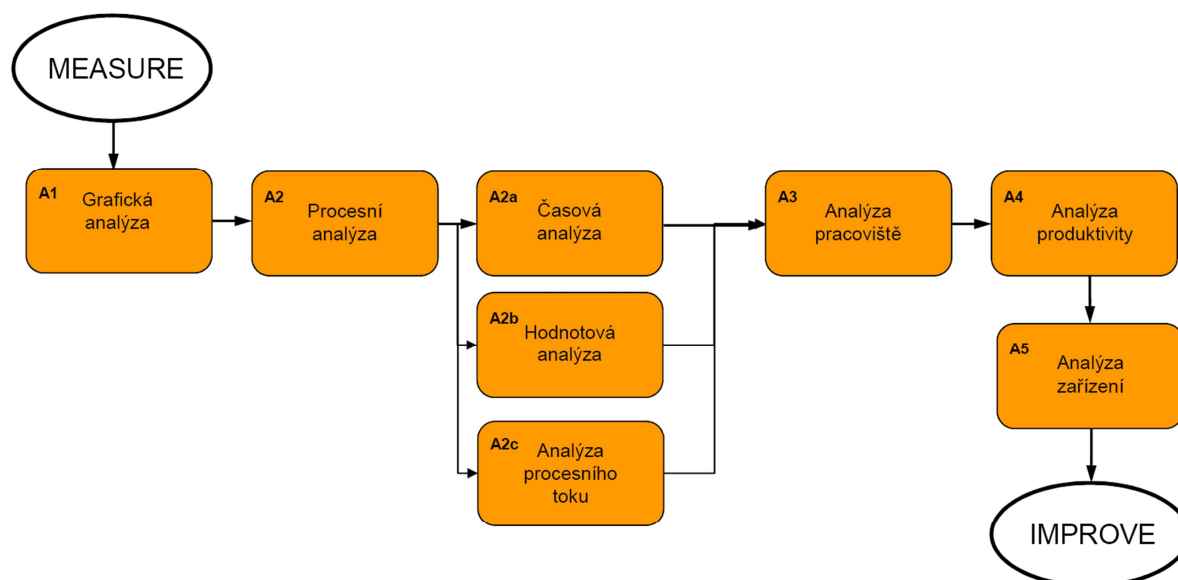
4.2.8. M8 – Identifikace rychlé výhry

Během měření procesů nás společně se zvoleným týmem napadlo možné řešení pro rychlejší způsob celého zpracování lopatek. Návrhem zlepšení pomocí rychlé výhry bylo přenastavení použitého sklíčidla u stroje G-MILL. Toto řešení jsme dále zkoumali, zda by byla možná jeho aplikace do praxe. Jelikož zavedení odlišného sklíčidla by mělo za důsledek nejspíše vyřazení některého ze strojů v procesu, je třeba důkladně promyslet všechny alternativy. Dále jsme analyzovali daný proces a zkoumaly možnosti změn.

4.3. A – ANALYZE

Cílem fáze Analyze, česky překládané jako Analýza je nalézt skutečnou příčinu problémů. Zjištěné a naměřené informace jsem podrobně rozebrala a vyhodnotila. K tomuto vyhodnocení naměřených dat jsem použila potřebný software. Zvolila jsem program Minitab 17, který je přehledný a pro mé účely zcela vyhovující.

Přesný postup této fáze je znázorněn na *Obrázek 4-24*.

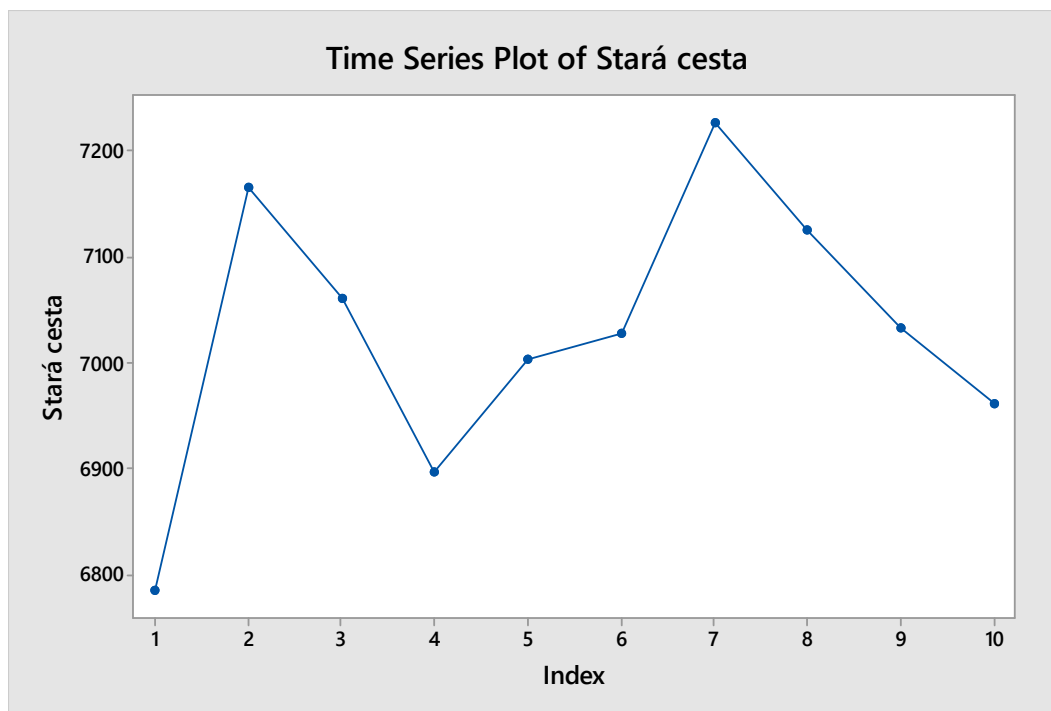


Obrázek 4-24: Navigátor projektu pro fázi Analyze

4.3.1. A1 – Grafická analýza

Pro grafickou analýzu jsem si zvolila program Minitab 17. Tento program je přímo vyvíjen společností Capability s.r.o., která se věnuje problematice Lean Six Sigma. Naměřené hodnoty jsem převedla do programu Minitab a dle návodu jsem s nimi dále pracovala. Pro grafickou analýzu jsem volila pouze grafy určené pro práci se spojitými daty.

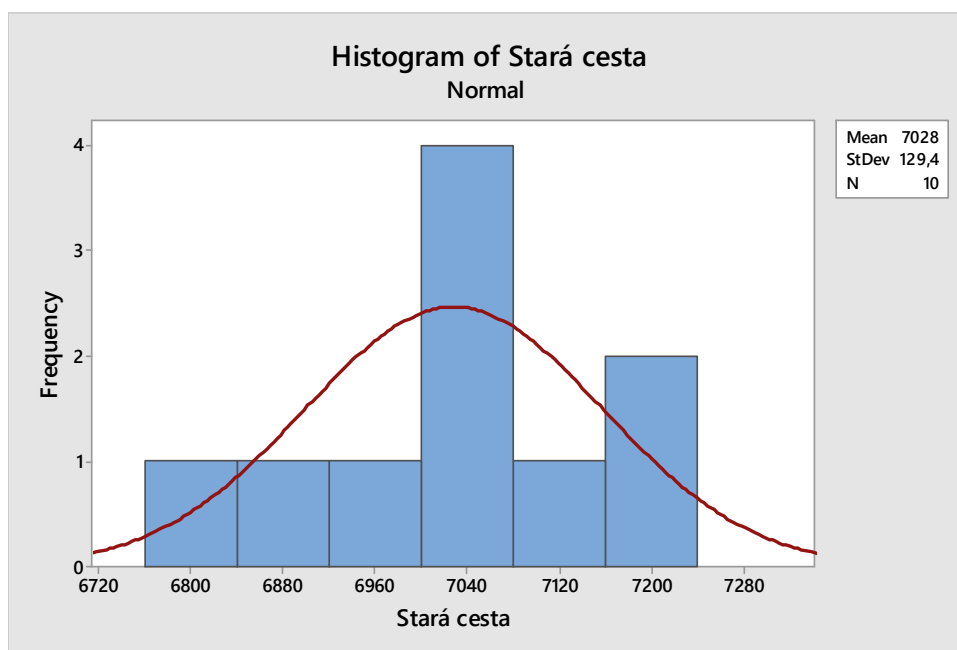
Pro grafickou analýzu jsem sestrojila spojnicový průběhový graf. Tento graf je k nahlédnutí na *Graf 4-5*. Tento graf znázorňuje průběh výroby měřených deseti lopatek. Jednotlivé lopatky byly vyráběny různou dobu a tato závislost je patrná z křivky grafu.



Graf 4-5: Spojnicový graf

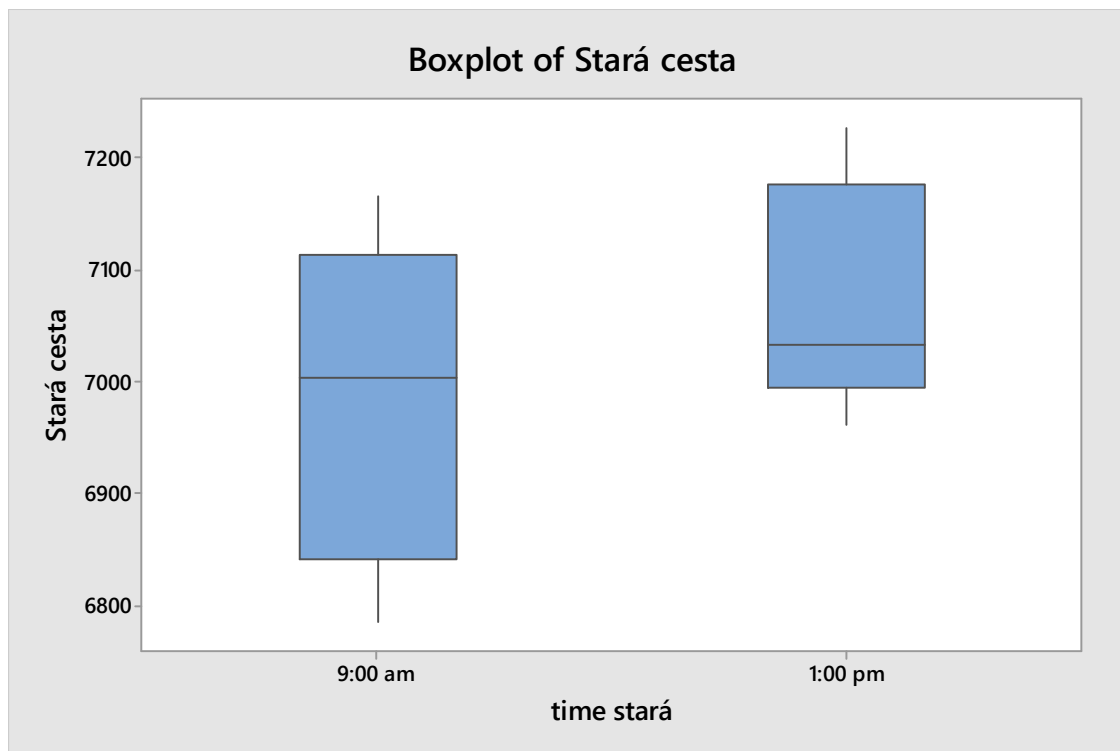
Když vycházím z normy, kterou nám nastavil zákazník jako hodnotu USL, která se rovná 7400 vteřin, a porovnám tuto hodnotu se skutečně naměřenou průměrnou hodnotou, která se rovná 7028 vteřin, tak lze v teoretické rovině říci, že dochází ke zkrácení Lead Time (LT) o 5%. Tato hodnota je pouze 50% požadavku zákazníka. Avšak v tomto případě ještě nejsou zanalyzována výstupní data z měření pomocí metodiky Lean, která se zabývá plýtváním.

Dále jsem z naměřených hodnot sestrojila pomocí softwaru histogram, který je k nahlédnutí na Graf 4-6. Tento graf ukazuje základní rozdělení dat v statistice. Na grafu je patrná Gaussova křivka, která uvádí způsobilost daného procesu. Způsobilost tohoto konkrétního měření je dle výše uvedeného hodnota Six sigma rovna 2,85.



Graf 4-6: Histogram měřeného procesu

Dalším důležitým grafem je tzv. Box Plot, který je k náhledu na *Graf 4-7*. Tento krabicový graf je velmi důležitý pro srovnání jednotlivých vzorků v závislosti na čase jejich naměření. Krabicový graf zobrazuje průměr, rozptyl a rozložení spojitého vzorku. Medián neboli střední hodnota vzorku je dána střední čarou v obrazci grafu. Variabilita vzorku je patrná z velikostí stran obrazce od mediánu, tedy od jejího středu. Čím dále jsou strany obrazce od středové čáry mediánu, tím je větší variabilita daného vzorku.



Graf 4-7: Box Plot pro měřené hodnoty

Z uvedeného Box plot grafu vyplývá, že při prvním měření je vyšší variabilita procesu s nižším mediánem než při druhém měření v odpoledních hodinách. Výstup z měření v odpoledních hodinách nám ukazuje nižší variabilitu, ale vyšší hodnotu mediánu. V obou případech jsou naměřené hodnoty pod USL, tedy je proces variabilní.

4.3.2. A2 – Procesní analýza

Procesní analýza se skládá z analýz časové, hodnotové a analýzy procesního toku. Všechny tyto analýzy vychází z VSM, která je k nahlédnutí v Příloha 0-1 a navazuje také na špagetový diagram, který je opět k nahlédnutí na *Obrázek 4-18*. Procesní analýza dále vychází z metody Lean, tedy z definice plýtvání v procesu. Tato plýtvání se dělí na 8 základních typů, tedy plýtvání z pohledu nadprodukce, zbytečných postupů, oprav vad, nadbytečné manipulace, nevyužitého potenciálu pracovníků, zbytečné dopravy, zbytečného čekání a zbytečných zásob a rozpracování. Plýtvání lze zobrazit pomocí ledovce na obrázku v teoretické části na *Obrázek 3-6*. Na obrázku jsou názorně zobrazeny popsání druhy plýtvání, které jsou pod hladinou ledovce, a tedy nejsou zcela zřejmé, jelikož vysokou úroveň plýtvání zakrývá nedokončená výroba v procesech, tedy WIP (work in proces). Tato redukce WIP vyžaduje snížení plýtvání.

Koncept Lean metodiky vychází z Littleova zákona. Tento zákon představuje závislost rozpracovanosti a propustnosti, které jsou vyjádřené vztahem v *Rovnici 4-4*. WIP v rovnici znamená nedokončené jednotky, jako jsou objednávky, faktury či výrobky a propustnost v rovnici znamená výstup procesu během definovaného časového intervalu. Redukce WIP při

zachování stejné míry propustnosti, bude mít za následek zlepšení času procesu, tedy Lead Time (LT). WIP v tomto vzorci také představuje významnou část procesních nákladů.

$$\text{Lead Time} = \frac{WIP}{\text{Propustnost}}$$

Rovnice 4-4: Littleův zákon

Cílem procesní analýzy je verifikovat či identifikovat potenciální symptomy plýtvání.

4.3.3. A2a – Časová analýza

Nejdůležitějším cílem této části procesní analýzy je výpočet celkové průměrné doby procesu a rozpad časů mezi jednotlivými aktivitami. Časová analýza odpovídá na otázku, jak dlouho trvá průměrně vyrobení jedné jednotky a jaká je celková doba procesu, neboli Lead Time (LT). Výpočet tohoto celkového času je dle *Rovnice 4-5*.

$$LT = CT + WT = \frac{PT}{\text{paralelní operace}} + WT = 1,15 + 112,8 = 113,95 \text{ Hod}$$

Rovnice 4-5: Výpočet Lead Time

Výpočet LT jsem odvodila z měření doby strojů, které jsou zaznamenány ve VSM. V této mapě, která je k nahlédnutí v Příloha 0-1. V této mapě jsou přesně spočítány CT, které se v mém případě rovnají času PT. Časy WT, tedy časy čekání jsem spočetla pomocí výše nezbytně nutných zásob před každou operací. Tyto dva časy jsem následně sečetla do celkového času, tedy LT.

Skladba LT je tvořena z doby čekání a z procesních časů. Procesní čas neboli Proces Time (PT) je čas, kdy je jednotka zpracovávána v rámci procesního kroku. Tento procesní čas může opět obsahovat aktivity VA, VE nebo NVA. Procesní čas se nejjednodušeji zjišťuje pomocí stopek na jednotlivých pracovištích. Při měření jsem postupovala stejně. Naměřené časy jsem zaznamenala do tabulek které jsou v Příloha 0-3Příloha 0-4Příloha 0-5.

Dalším časem je čas cyklu neboli Cycle Time (CT). Je to průměrný čas mezi jednotkami opouštějícími proces či pracoviště. Tento čas zohledňuje množství zdrojů a pracovníků, kteří pracují na jedné aktivitě paralelně. Čas cyklu lze spočítat dle změřeného procesního času pomocí následujícího vzorce na *Rovnice 4-6*. Pokud však na jedné aktivitě pracuje pouze jeden pracovník, potom $PT=CT$.

$$CT = \frac{PT}{\text{paralelní operace}}$$

Rovnice 4-6: Výpočet času cyklu

Času mezi jednotlivými procesními toky se říká tzv. čas čekání neboli Waiting Time (WT). Tento čas lze opět změřit jednoduše stopkami, nebo lze pro výpočet aplikovat nepřímé užití Littleova zákonu, který je na *Rovnice 4-4*. Já jsem tento WT změřila stejně jako PT pomocí stopek.

Jednotlivé Lead time mohou být měřeny v různých jednotkách. Pro mé účely jsem zvolila základní jednotku vteřinu, kdy jsem vycházela z odhadovaných časů jednotlivých činností a úkonů.


4.3.4. A2b – Hodnotová analýza


Cílem této části procesní analýzy je rozpad časů jednotlivých kroků dle významné hodnoty z pohledu zákazníka. Nejdůležitější otázkou je, zda přináší daná aktivita zákazníkovi přidanou hodnotu. Aktivity, které přidávají hodnotu jsou tzv. VA a zákazník je ochoten za ně zaplatit.


Po uspořádání workshopu se zvoleným týmem jsme určily tyto VA, které požaduje zákazník. Aktivity v procesu jsou rozděleny na ty přidávající hodnotu a ty, které hodnotu nepřidávají. Tyto aktivity dále dělíme na potřebné, které je nutno redukovat a na nepotřebné, které je nutné odstranit.


V podniku Doosan Škoda Power je zaveden systém pro monitoring výkonu strojů s detailním rozpadem ztrát. Tento systém se nazývá MES. Systém dále monitoruje průběh výroby v rozpadu operací v poměru nastavení stroje a vlastní výroby, lze jej také využít pro vyhodnocení zadaných norem v procesu. Systém MES jsem využila pro monitoring ztrát v daném měřeném procesu. Pomocí tohoto softwaru jsem získala informace o denních ztrátách jednotlivých strojů, které jsem do vlastního měření zapojila (jedná se o stroje TAJMAC, G-MILL a VARIAXIS).

V Příloha 0-11 je k nahlédnutí tabulka s hodnotami ztrát, které jsem získala ze zmíněného softwaru MES. V tabulce jsou zaznamenané veškeré aktivity na měřených strojích v období měření hodnot. Jednotlivé aktivity jsem barevně odlišila dle dané skupiny, pod kterou aktivita spadá.

 Zelenou barvou jsem označila aktivity s přidanou hodnotou (VA). VA jsou procesní aktivity potřebné k zajištění zákaznické spokojenosti, přeměňují vstupní materiál na výrobky. Do této skupiny například spadá řezný čas NC cyklu, ostatní aktivity spojené s NC cyklem, ruční výroba ale také například přepínání a změna stavu stroje.

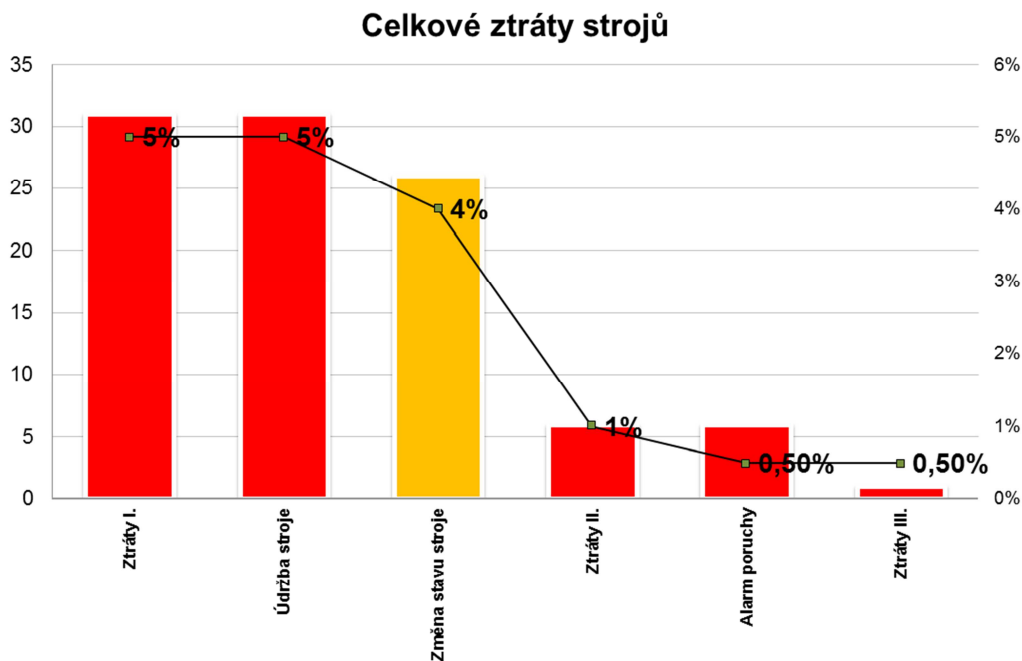
 Žlutou barvou jsem označila aktivity, které nepřidávají hodnotu, ale jsou potřebné pro proces (VE). Aktivity VE jsou takové, které zákazník nepotřebuje, ale umožňují provedení VA aktiv. Tyto aktivity mohou být vyžadovány zákony nebo potřebami pro řízení podniku. Příkladem těchto aktivit jsou nutné přestávky, údržba a opravy stroje operátorem, upínání obrobku, programování stroje, seřízení a měření či ruční výměna nástrojů.

 Červená barva značí aktivity bez přidané hodnoty, tedy aktivity nepotřebné (NVA). Tyto NVA aktivity nepřinášejí žádnou hodnotu ani zákazníkovi, ani procesu, pouze spotřebovávají čas, prostor a další zdroje. Konkrétními aktivitami jsou například práce jinde, absence, doprava, problémy kvality, problémy s materiálem, nutná školení, porucha stroje či nadbytečné čekání.

 Modrá barva signalizuje aktivity nevyužitého zařízení. V mém případě je nevyužitě zařízení pouze v případě stroje Tajmac.

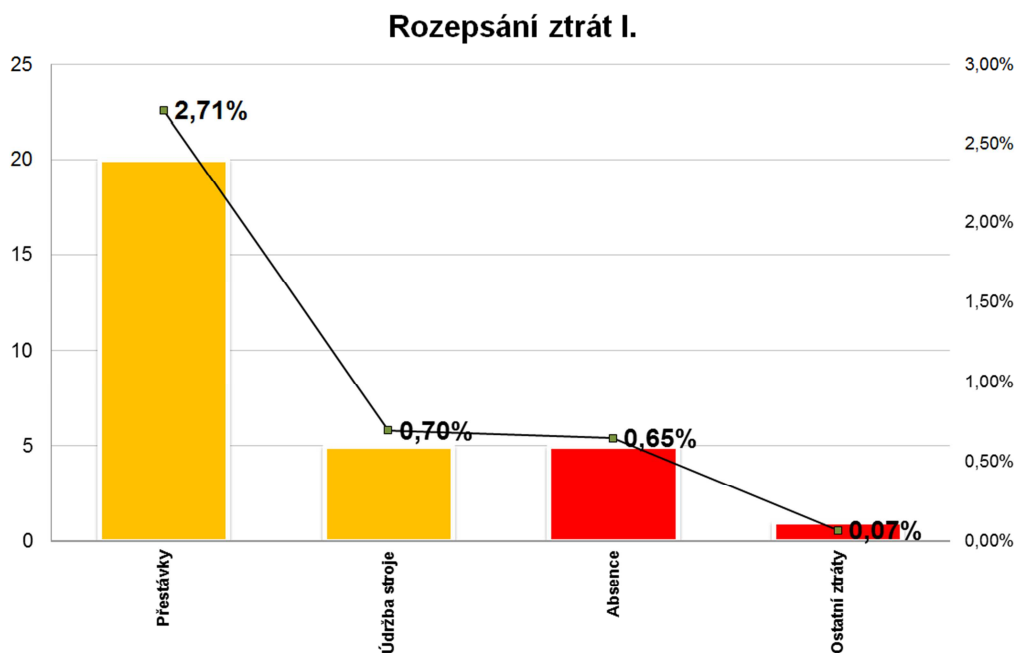
Z těchto zaznamenaných ztrát a z přehledné tabulky jsem sestrojila Paretův diagram, který je k nahlédnutí na *Graf 4-8*. V tomto diagramu jsou znázorněny veškeré celkové ztráty na strojích ve zkoumaném procesu. Největší položkou jsou Ztráty I a proto jsem se rozhodla tuto největší položku prozkoumat ještě blíže. Další vysokou položkou je nastavení změny stavu stroje. Touto položkou se rozumí přepínání stavu, ve kterém se stroj nachází pomocí systému MES. Tato ztráta se pohybuje mezi 3-4% pracovní doby. Jestliže pracovní dobu počítám na třísměnný provoz, tedy je hodnota ztrát způsobených změnou stavu vyměřena na přibližně 26 minut. Avšak norma pro tyto ztráty je stanovena ve výši pouhých 9 minut. Je nutné tedy eliminovat tyto zbytečné ztráty způsobené pracovníky.

Ostatní ztráty zaznamenané v Paretovu diagramu jsou v procesu, který je zcela automatický, a tedy není možná jiná regulace či eliminace těchto ztrát.



Graf 4-8: Pareto diagram pro vyjádření ztrát strojů

Rozpis skupiny ztrát I je k nahlédnutí v druhém Paretovu diagramu na Graf 4-9. Z tohoto grafu je patrné, že nejvyšší položkou ztrát jsou přestávky a údržba stroje. Avšak tyto dva druhy ztrát nelze eliminovat ani upravovat jelikož se jedná o aktivity ze skupiny VE, tedy aktivity nepřidávající hodnotu, ale potřebné k realizaci projektu. Přestávky jsou dané zákonem a činní 30min v každé směně, tedy proto jsou nejvýznamnější položkou ve skupině ztrát. Regulovatelné ztráty jsou v této skupině zejména ztráty způsobené absencí pracovníků. Tyto ztráty lze eliminovat například zastupitelností jednotlivých pracovníků. Pokud dojde k absenci jednoho pracovníka, neměl by být problém jeho zastoupení v týmu a tedy i snížení ztrát způsobené jeho nepřítomností.



Graf 4-9: Pareto diagram pro rozepsané ztráty I.

Hodnota aktivit má svou strategii, která se zabývá poměrem činností přidávajících (VA) a nepřidávajících (NVA) hodnotu. Většina firem se soustřeďuje na 1% času a snaží se snižovat normy na operace. Ale metodika Lean hledá příležitosti, které jsou právě v zbylých 99% NVA činností. Pokud se dívám na proces z pohledu produktu, zjišťuji, že výrobek se může vyskytovat pouze ve čtyřech stavech. Tyto stavy jsou znázorněny na *Obrázek 4-25*. Firma Doosan Škoda Power si je vědoma této problematiky a snaží se co nejvíce eliminovat ztráty a zlepšit procesní tok. Je tedy nezbytně nutné pracovat chytře.

STAV VÝROBKU	většina firem	„Best class“
1. Doprava	10%	1-5%
2. Skladování	70-80%	10-20%
3. Kontrola	10%	0%
4. Výroba	1-5%	80-90%

Obrázek 4-25: Stav procesu z pohledu produktu

4.3.5. A2c – Analýza procesního toku

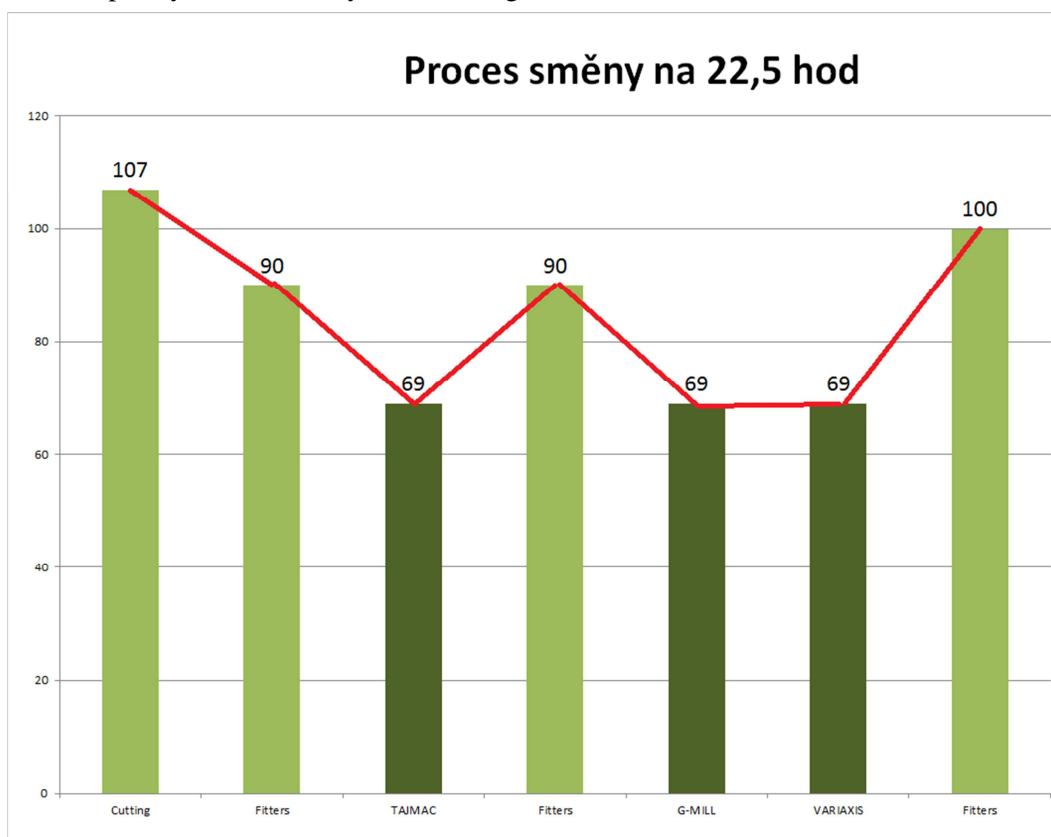
Cílem této části je analýza zákaznických požadavků a balancování procesu v plynulý tok. Tento tok lze také jinak nazvat jako takt zákazníka. Tento takt si určuje výhradně vždy zákazník a jedná se o přesně definovaný časový úsek či frekvenci procesu. Samotný takt je sice stanoven zákazníkem, ale doba taktu neboli Takt Time (TT) lze vypočítat dle *Rovnice 4-7*. Tento čas zohledňuje plánované přestávky, obědy i střídání směn. Takt Time však nezohledňuje časy na poruchy stroje, odstávky výrobních zdrojů či defekty a nedostatky materiálů.

$$TT = \frac{\text{Dostupný pracovní čas}}{\text{Požadované množství}} = \frac{24\text{hod} - 1,5\text{hod přestávky}}{20 \text{ lopatek/den}} = \frac{22,5}{20} = 1,12 \text{ hod}$$

Rovnice 4-7: Výpočet doby taktu (Takt Time)

Pro vybalancovaný proces je důležité pochopit tok procesu samotného. Nevybalancovaný proces způsobuje plýtvání, WIP, čekání a tím způsobuje prodlužování Lead Time. Pokud jde o špatný tok procesu je to zřejmé zejména na akumulaci rozpracované výroby mezi jednotlivými pracovišti, čekajících pracovnících či špatně rozdělených prioritách.

Dle sestavené VSM jsem sestavila graf, kde je patrné vybalancování daného procesu. Tento graf je k nahlédnutí na *Graf 4-10*. Obsažené hodnoty znamenají, kolik kusů výrobků je obsaženo na daném pracovišti v rámci celého využitelného času jedné směny, která je stanovena bez nutných přestávek a obědů na 22,5 hod. Červená linie zdůrazňuje, že proces je opravdu vybalancovaný.



Graf 4-10: Balancování procesu

4.3.6. A3 – Analýza pracoviště

V této analýze se zabývám otázkou, zda má proces optimální layout rozložení pracoviště, tedy zda je rozvržení pracoviště ideální. Ke zkoumání procesu použiji sestavený špagetový diagram. Do špagetového diagramu, na *Obrázek 4-18* jsem vyznačila pomocí červené linky pracovní tok. Dle obrázku je patrné, že se jedná o funkční rozložení procesu.

Dle diagramu jsem schopna určit přesnou cestu výrobků a materiálu. Tato cesta je pro účel výroby dostačující, i když ne zcela optimální. Zejména jsou zde prostoje způsobené pracovišti Fitters, kam je nutné neustále výrobky vracet pro ruční opracování. Bylo by tedy optimálnější tato pracoviště zredukovat.

4.3.7. A4 – Analýza produktivity

Tato analýza se zabývá hlavně otázkou kapacity lidských zdrojů. Odhaluje plýtvání způsobené lidmi například neefektivní prací či nedostatkem pracovních sil v daném čase. Pracovní doba zaměstnance lze rozložit do snímku pracovní doby. Tento rozklad je patrný na *Obrázek 4-26*.

Pracovní snímek jsem sestavila na jeden pracovní měsíc, tedy na 20 dní při 8 hodinové pracovní směně. Celkem mám k dispozici 160 smluvních hodin, což je maximální stanovený počet, v nichž může pracovník pracovat, pokud by neměl žádné volno. Tyto hodiny, v nichž má pracovník dovolenou nebo nemoc jsou dle pracovní docházky 3%, které jsem odečetla od smluvního počtu hodin. Po odečtení zbylo 155 hodin hrubé doby práce. Tato hodnota zobrazuje dobu, kdy je pracovník v práci, včetně přesčasů ale bez placené přestávky na oběd. Od této položky odečteme nepoužitelnou dobu, která představuje plánovanou nepracovní dobu. Nepoužitelná doba jsou konkrétně ztráty způsobené například kontrolou kvality, schůzky a potřebná školení nebo plánování projektů. Po odečtení získávám hodnotu čisté

použitelné doby, což jsou hodiny, které by měly být stráveny výhradně prací. Od tohoto tzv. dostupného času je nutné opět odečíst ztráty tentokrát produktivity. Ztráta produktivity jsou hodiny ztracené tím, že pracovník nepracuje optimálně nebo podle standardů. Výsledným časem po odečtení jsou produktivní hodiny. Jedná se o teoretický počet hodin nutných na splnění daného úkolu a to při optimálním výkonu práce. Následuje odpočet opět ztrátové položky a to ztrátu efektivitu. To jsou hodiny strávené plýtváním, například předělávání. Konečně se dostáváme k poslední položce což jsou efektivní hodiny. Jsou to hodiny nutné pro optimálního pracovníka při optimálním procesu.

Terminologie / měsíc	Grafické znázornění	Vzorec pro výpočet
Smluvní hodiny	160	160hod za 20 dni na 8hod/1den
Nepřítomnost	5	160hod*3% dovolené
Hrubá doba práce	155	160hod-5 ztrát
Nepoužitelná doba	40	2hod*20dni
Čistá použitelná doba	115	155hod-40 ztrát
Ztráta produktivity	20	100%-82,76%=17,24% z 115
Produktivní hodiny	95	115hod- 20 ztrát
Ztráta efektivitu	17	0,17% z 95
Efektivní hodiny	78	95hod- 17 ztráty

Obrázek 4-26: Rozpad pracovní doby zaměstnance

Z diagramu vyplývá, že hodnota efektivních hodin z celkově dostupných smluvních hodin je poloviční. Znamená to tedy, že pro práci a výkon je využita pouze polovina dostupného času. Tato skutečnost lze redukovat a dále měnit pomocí zlepšování procesů. Využití dostupného času je dále zmapováno pomocí ukazatele produktivity, tedy celkovou časovou efektivitou (TTE). Tato Rovnice 4-8 prokazuje, že skutečné využití dispozičního času je pouze přibližně 50%.

$$TTE = \frac{\text{Efektivní hodiny}}{\text{Smluvní hodiny}} = \frac{78}{160} = 0,49 \Rightarrow \text{cca } 50\%$$

Rovnice 4-8: Výpočet celkové časové efektivitu

4.3.8. A5 – Analýza zařízení

Tato analýza se zabývá otázkou, zda pracují stroje ve spojení s lidmi efektivně. Odhaluje se zde plýtvání v práci zařízení, které odhalíme pomocí ukazatele celkového využití výrobního času zařízení (OEE). Tento ukazatel je k dispozici pro realizaci plánované výroby ve kvalitě dané zákazníkem. Ukazatel je počítán v % a obsahuje výpočet využitelnosti, výkonnosti a výpočet kvality.

Využitelnost v OEE je dána poměrem, kdy zařízení skutečně produkuje výrobky, tedy skutečný výrobní čas k času, kdy bylo naplánováno, aby zařízení produkovalo výrobky. Skutečný výrobní čas se počítá z plánovaného výrobního času odečtením neplánovaných prostojů. Tyto prostoje jsou časy, kdy je zařízení odstaveno z důvodu neplánovaných poruch či seřizování během procesu. Plánovaný výrobní čas se počítá z celkového plánovaného času, kdy plánujeme výrobu na daném zařízení s odečtením plánovaných prostojů. Tyto prostoje jsou například z důvodu plánované údržby, školení či pravidelných porad.

$$OEE \text{ využitelnost} = \frac{\text{Skutečný výrobní čas}}{\text{Plánovaný výrobní čas}}$$

Rovnice 4-9: Využitelnost v OEE

Výkonnost je dána poměrem skutečné hrubé výroby a plánované hrubé výroby vypočítané z času cyklu a skutečného výrobního času. Je to vlastně poměr mezi teoretickou a skutečnou rychlostí výroby. Skutečnou hrubou výrobou vezmeme z denních záznamů výroby a plánovanou spočítáme jako poměr skutečného výrobního času a času cyklu sledovaného zařízení.

$$OEE \text{ výkonnost} = \frac{\text{Skutečná hrubá výroba (ks)}}{\text{Plánovaná výroba (ks)}}$$

Rovnice 4-10: Výkonnost v OEE

Kvalita je dána poměrem počtu vyrobených výrobků a skutečné hrubé výroby v daném časovém období. Skutečná hrubá výroba je součet počtu dobrých výrobků a vadných výrobků. Vady jsou součtem všech výrobků vyřazených jako zmetek a výrobků vyřazených na opravu, opět v daném časovém období.

$$OEE \text{ kvalita} = \frac{(\text{Skutečná hrubá výroba} - \text{Vady})}{\text{Skutečná hrubá výroba}}$$

Rovnice 4-11: Kvalita v OEE

Overall Equipment Effectiveness (OEE) je ukazatel využití času, který je k dispozici pro realizaci plánované výroby ve kvalitě dané zákazníkem. Tento ukazatel je součinem všech tří dílčích ukazatelů OEE. Tedy celkové OEE lze vypočítat dle Rovnice 4-12.

$$OEE = OEE_{\text{využitelnost}} * OEE_{\text{výkonnost}} * OEE_{\text{kvalita}}$$

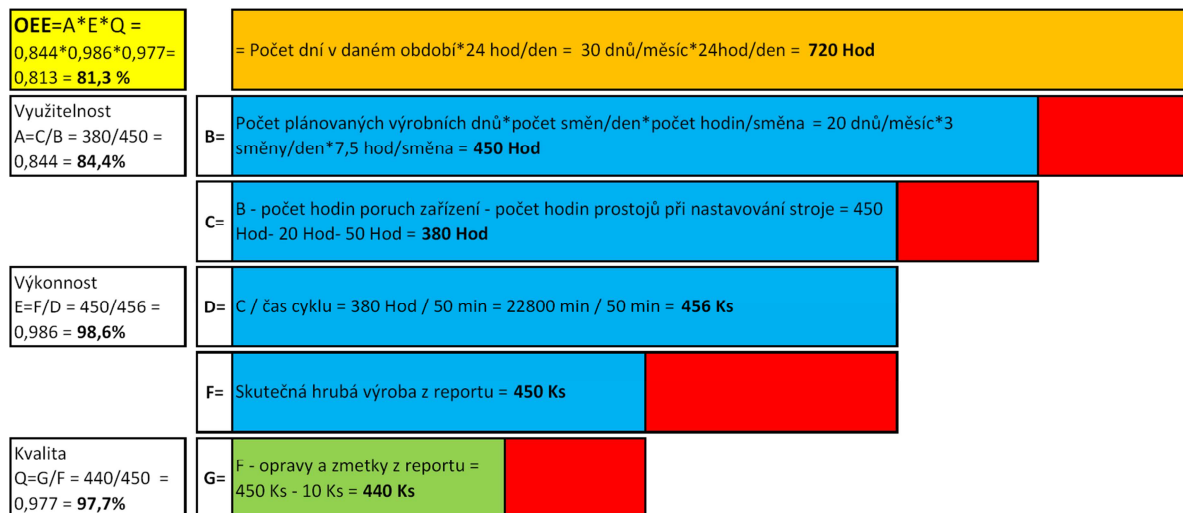
Rovnice 4-12: OEE ukazatel celkového využití času

Ukazatel OEE lze zjistit také pomocí přehledné tabulky, která je na Obrázek 4-27. Na obrázku jsou vyznačeny dílčí ukazatele OEE a u nich příslušné časové parametry. V červených oblastech jsou vyznačeny nutné ztráty, které je potřeba od vzorce odečíst. Dle tohoto jednoduchého návodu lze snadno vypočítat celkové OEE.

OEE=A*E*Q [%]	Teoretický výrobní čas za rok [Hod]	
Využitelnost A=C/B	B Plánovaný výrobní čas [Hod]	- Nastavení stroje
	C Skutečný výrobní čas [Hod]	- Poruchy stroje
Výkonnost E=F/D	D Plánovaná výroba [Ks]	
	F Skutečná hrubá výroba [Ks]	- Zastavení, snížení rychlosti
Kvalita Q=G/F	G Skutečná čistá výroba [Ks]	- Zmetky a vady

Obrázek 4-27: Teoretický výpočet ukazatele OEE

Tabulka o doplněné konkrétní údaje je na Obrázek 4-28. V této tabulce jsem již konkrétně vyplnila číselné údaje do zadaných vzorců. Dle těchto vzorců jsem snadno vypočetla ukazatele OEE pro jednotlivé sekce a následně jsem vypočetla celkové OEE. Celkový ukazatel OEE se rovná 81,3%. Tato hodnota je poměrně vysoká a tedy hodnotím proces jako efektivní.

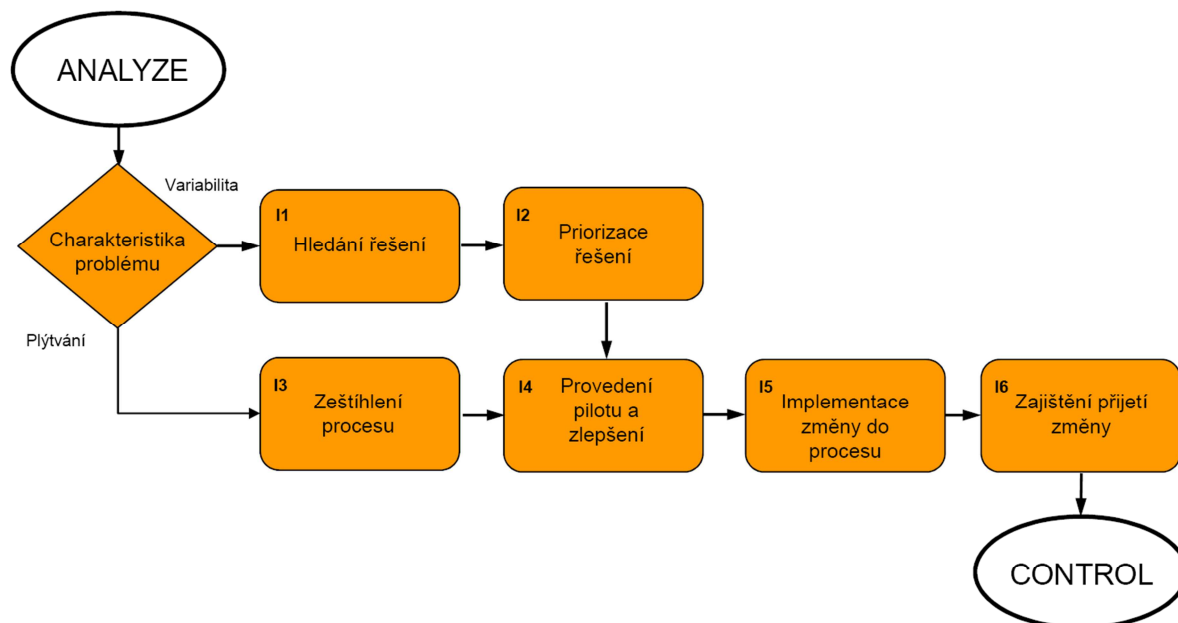


Obrázek 4-28: Konkrétní výpočet ukazatele OEE

Celkové využití výrobního času je téměř 82%. Tedy měřený proces je efektivní.

4.4. I – IMPROVE

Základním cílem tohoto kroku je identifikovat sadu zlepšení pro proces a následně zvážit všechny přínosy a náklady spojené s implementací tohoto řešení. Stručný návod neboli navigátor tohoto kroku je na Obrázek 4-29.



Obrázek 4-29: Navigátor projektu pro fázi Improve

4.4.1. I1 – Hledání řešení

V této části jsem hledala řešení na kořenové příčiny pomocí workshopů s týmem, kdy jsme využívali kreativní techniky. Typickou otázkou na workshopech bylo, jak vymyslet to správné řešení. Pomocí vygenerovaných kořenových příčin jsme postupně přicházeli na různé nápady pomocí metody brainstorming. Já jsem se ujala role zapisovatele jednotlivých myšlenek. Tyto náhodné myšlenky od všech členů týmu jsem zaznamenala na papírky a ty poté přehledně elektronicky zaznamenala pro nahlédnutí na Obrázek 4-30.



Obrázek 4-30: Nápady získané pomocí brainstormingu

Každý z účastníků workshopu měl dostatek prostoru pro vyjádření svého názoru. Jednotlivé názory jsme dále rozvíjely a pomocí nich se přicházelo na další nápady a řešení. Tyto nápady jsem pomocí lístečků rozřadila do základních skupin, dle kořenových příčin, kterých se nápad na zlepšení týkal.

Jednotlivé návrhy a názory jsem rozdělila do skupin. Tomuto řazení myšlenek po skupinách se také říká afinitní diagram. Zvolila jsem 3 větší skupiny, dle kterých jsem rozřadila jednotlivé myšlenky. První skupinou jsou myšlenky týkající se stroje nebo technologií, které stroje využívají. Druhou skupinu jsem utvořila z nápadů, které se týkají výhradně lidského faktoru a obsluhy. Poslední skupinu jsem vytvořila z nápadů, které se týkaly změny časů. Nejvíce nápadů a návrhů se týkalo první skupiny, tedy skupiny strojů.

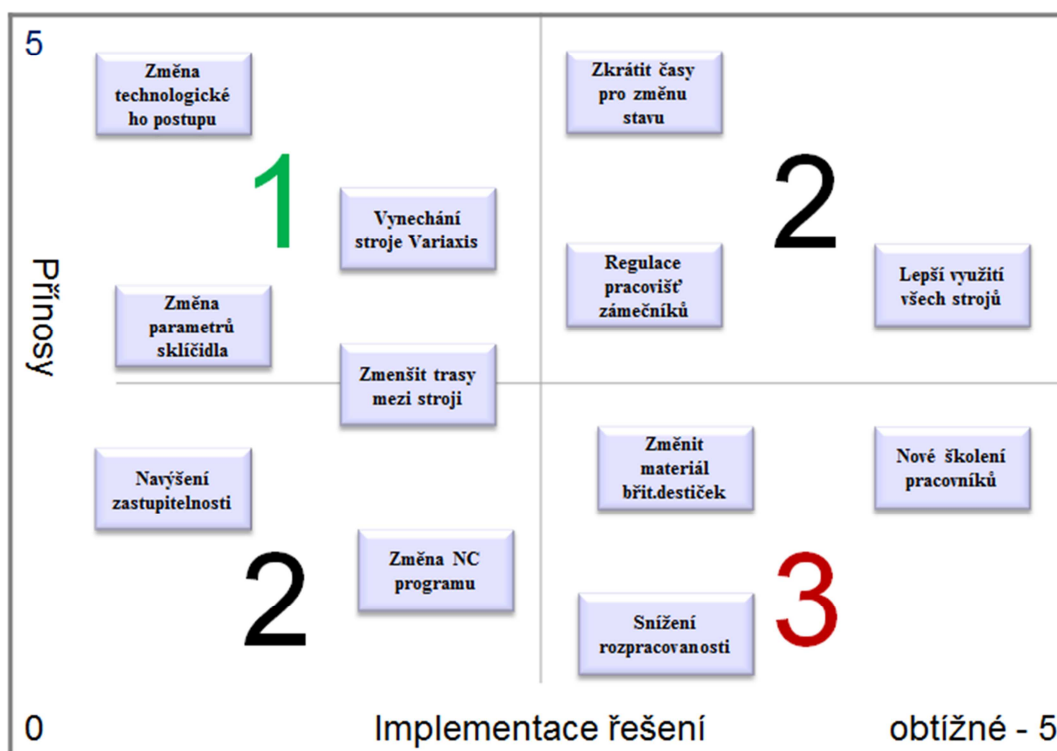


Obrázek 4-31: Afinitní diagram

4.4.2. I2 – Priorizace řešení

V kroku následujícím po brainstormingu bylo důležité zvolit neoptimálnější myšlenku pro řešení. Bylo nutné zvolit takové řešení, jehož implementace bude optimální a povede k největšímu zkrácení Lead time.

Vhodné řešení jsem vybrala pomocí nástroje „Matice přínosu a úsilí“. Tento nástroj porovnává dvě kritéria a to přínosy zlepšení a nároky na implementaci. U každého řešení jsem si položila tyto dvě otázky ve formě kritérií a každé řešení jsem zanesla do matice. Myšlenky v kvadrantu 3 jsou nevhodné a je nutné je dále nebrat v úvahu. Soustředím se na myšlenky, které jsou přiřazené v kvadrantu 1. Tato matice je na Obrázek 4-32.



Obrázek 4-32: Matice přínosů a úsilí

Dle sestavené matice tedy vyplývá, že nejdůležitějšími myšlenkami jsou „Vynechání stroje Variaxis“, „Změna NC programů na jednotlivých strojích“ a „Zvýšení zastupitelnosti pracovníků“ a „Změna parametrů upínacího sklíčidla“. Tyto myšlenky vedou ke zkrácení času celého procesu a k celkové optimalizaci.

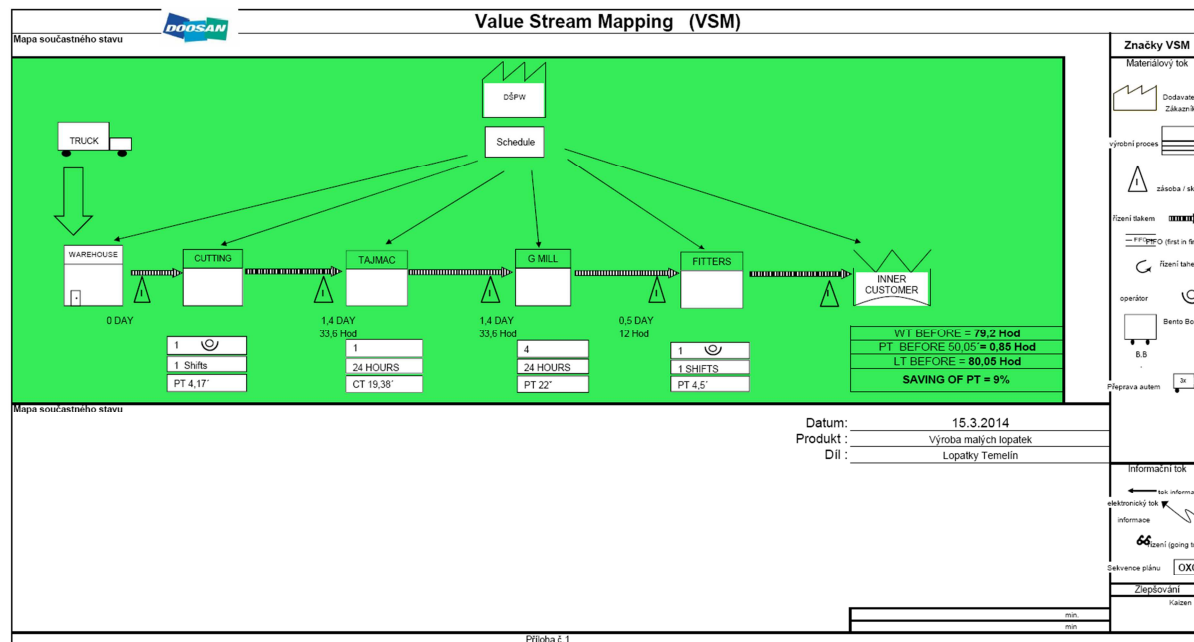
Nejdůležitější myšlenkou je „Změna parametrů upínacího sklíčidla“. Potřeba této změny byla patrná již u fáze měření, kde jsme s týmem začali uvažovat o možnosti upnutí lopatky jiným způsobem a tím i regulovat počet potřebných NC strojů v celém procesu.

4.4.3. I3 – Zeštíhlení procesu

Tento druh hledání řešení pro zlepšení procesu se týká zejména metodiky Lean. Tyto techniky odstraňují plýtvání a zkracují čas procesu.

Z brainstormingu mi vyplynula potřeba změny upínání polotovaru zejména u stroje G-Mill.

Po úpravě tohoto upínacího prvku a pomocí změny v NC procesu stroje G-Mill jsme získaly možnost vyřazení stroje Variaxis z procesu. Tento nový proces jsem dále zaznamenala do nové VSM, která je na *Obrázek 4-33*.



Obrázek 4-33: VSM nové cesty procesu

Pomocí této nové cesty jsem sestavila nové vybalancování procesu, které je na *Graf 4-11*. Obsažené hodnoty opět znamenají, kolik kusů výrobků je obsaženo na daném pracovišti v rámci celého využitelného času jedné směny, která je stanovena bez nutných přestávek a obědů na 22,5 hod. Červená linie zdůrazňuje, že proces je opravdu vybalancovaný, jako tomu bylo u starého procesu. Tento nový proces je o poznání kratší, protože bylo odstraněno nežádoucí plýtvání, a tím zkrátit procesní čas i celkový čas LT. Zkrácením těchto časů došlo k vybalancování celého procesu.

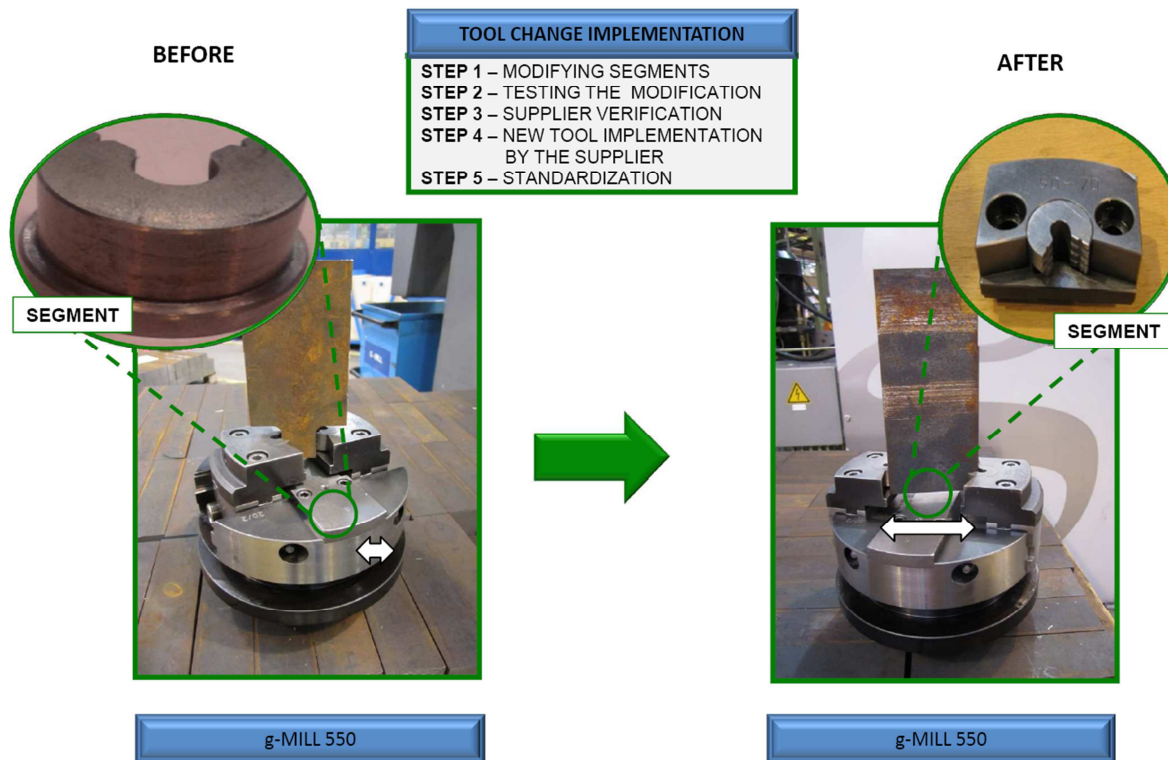
Proces směny na 22,5 hod



Graf 4-11: Balancování procesu nové cesty

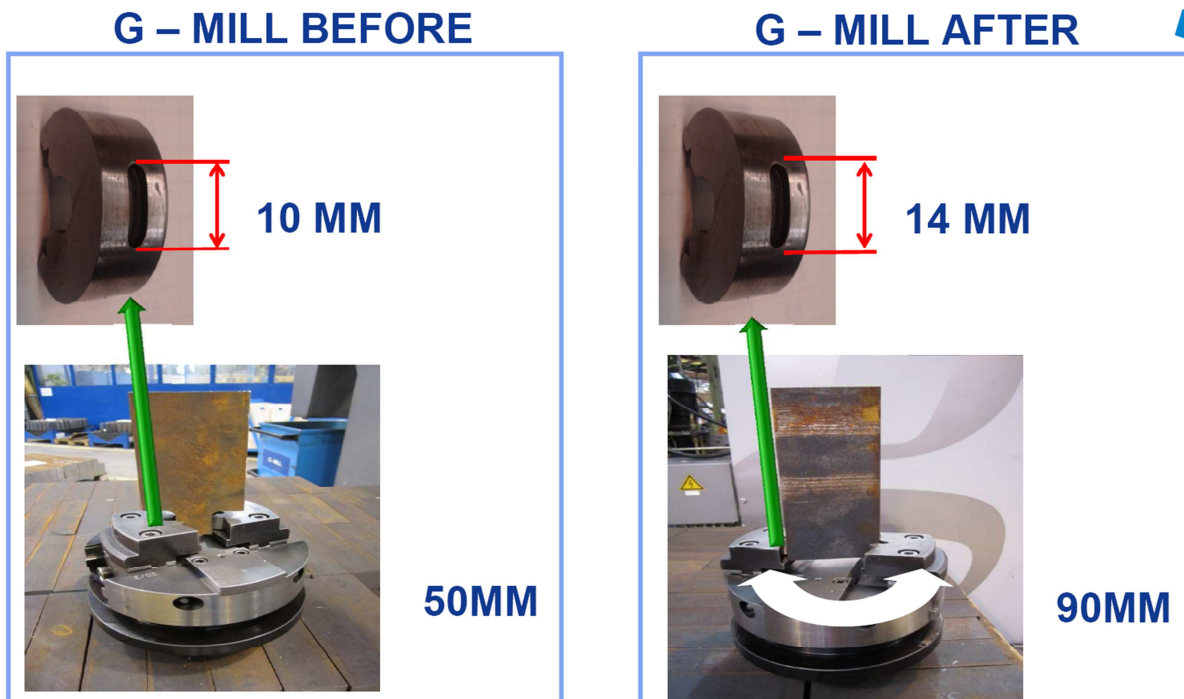
4.4.4. I4 – Provedení pilotu a zlepšení

Jak jsem již uvedla, našli jsme společně s týmem způsob zlepšení procesu již ve stadiu měření. Tato změna spočívala v prvních myšlenkách pro redukci celkového času procesu. Prvním nápadem pro zlepšení procesu je celková změna procesní mapy. Tato změna se konkrétně týkala vynechání stroje Variaxis. Dle procesní mapy SIPOC, viz *Obrázek 4-10* je zřejmé, že stroj Variaxis je posledním článkem obrábění lopatek. Pomocí dílčích úprav sklíčidla na stroji G-MILL bylo možné tento stroj vynechat a tím i zkrátit celkový obráběcí čas. Zmíněné sklíčidlo stroje G-MILL bylo možné rozevřít pouze na 40mm a tedy nebylo možné provést některé operace, které byly dále prováděny na stroji Variaxis. Dílčími úpravami sklíčidla jsme dosáhli jeho rozevření na 90mm a tedy i sevření polotovaru, na kterém již bylo možné další obrábění a tedy bylo možné vynechat následující krok v obrábění. Na *Obrázek 4-34* je patrné, jak vypadalo sklíčidlo před úpravou a jak vypadá následně po změně.



Obrázek 4-34: Sklíčidlo G-MILLu před a po změně

Na dalším obrázku *Obrázek 4-35* jsou dále vidět přesné rozměry, které způsobily možnou změnu v celém procesu. Jedná se o rozměry segmentu sklíčidla, ve kterém byla prohloubena drážka o 4mm. Toto prohloubení drážky způsobilo větší rozpětí a otevření upínací části sklíčidla a tedy mohlo dojít k nahrazení stroje Variaxis za přidané operace v NC postupu stroje G-MILL.



Obrázek 4-35: Parametry sklíčidla před a po změně

Tuto změnu jsme společně s týmem zavedli do procesu a začali tento nový proces testovat. Pro najetí bylo použito několik testovacích lopatek, které byly nepoužitelné. Po doladění celého procesu již bylo možné tento proces naplno užívat. Tento tzv. pilot jsme na výrobě malých lopatek testovaly přibližně tři týdny, při kterých docházelo k pravidelnému měření všech časů a činností v procesu.

4.4.5. I5 – Implementace změny do procesu

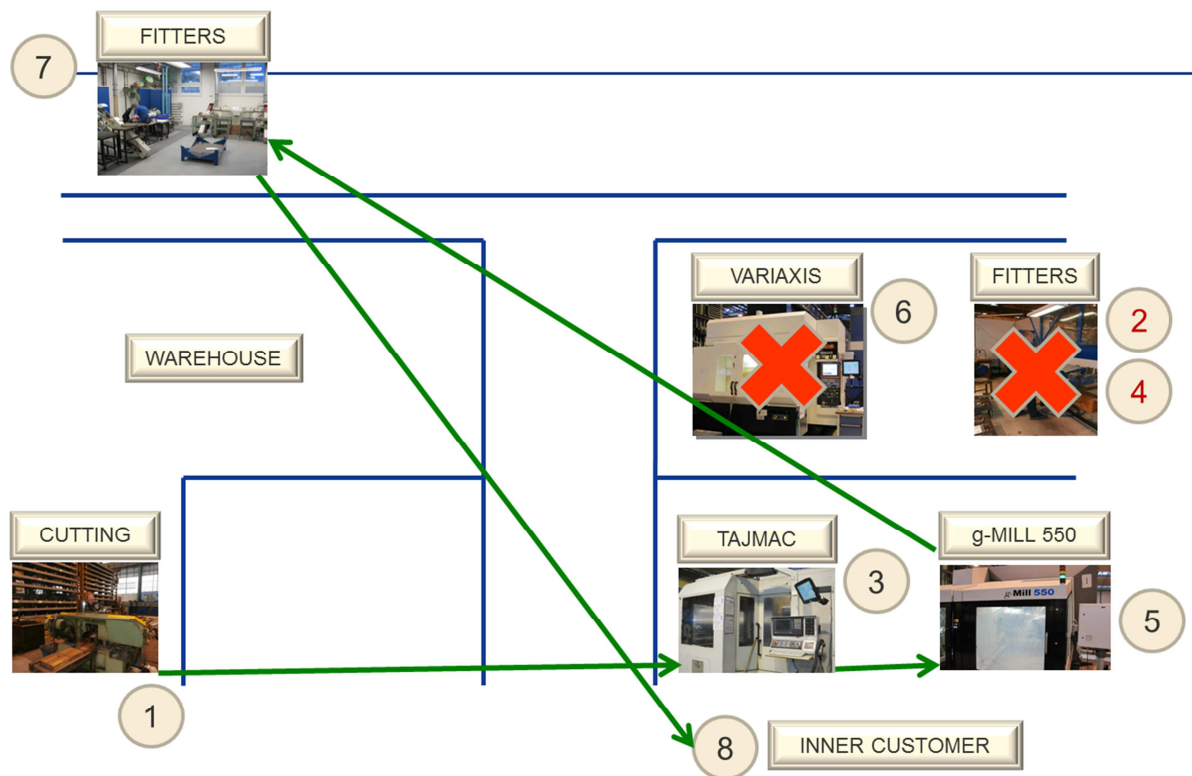
Implementace změny proběhla bez větších potíží. Pomocí zvoleného týmu bylo vše vysvětleno ostatním pracovníkům, kterých se tato změna přímo týkala. Po zavedení procesu a odzkoušení jeho funkčnosti jsem zaznamenala výraznou časovou úsporu této změny oproti stávající cestě procesu. Tato úspora je nejvíce patrná na VSM mapě pro novou cestu, která je na *Obrázek 4-33*.

Pro zavedení změny jsem sestavila implementační plán, kterého jsme se s týmem drželi po celou dobu zkušebního provozu navrhované změny. Pro zavedení změny bylo nutné hlavně proškolit všechny pracovníky, kterých se změna dotkne.

Zlepšení / úkol	Vlastník úkolu	Termín	Komentář
Vytvořit nové NC programy	K. Brožek	1.3.2014	Nutné vyzkoušet
Školení <ul style="list-style-type: none">▪ Příprava školení▪ Pozvánky▪ Školící den	M. Bártová	4.3.2014	Zajistit účast
Pilotní provoz <ul style="list-style-type: none">▪ Příprava pilotu▪ Provedení pilotu▪ Ohodnocení pilotu	P. Duchoň	10.3.2014	Zaznamenávat problémy a postřehy
Připravit kontrolní reporty a grafy	R. Hrdličková	15.3.2014	Použít systém Minitab 17
<ul style="list-style-type: none">▪ Změnit org. strukturu týmu	A. Havelka	20.3.2014	Nutné schválení HR oddělení

Obrázek 4-36. Implementační plán

Dále jsem tedy zaznamenala postup nové cesty. Tato nová cesta je znázorněna na špagetovém diagramu, který je na *Obrázek 4-37*. Největší změna v této nové cestě nastává ve vynechání stroje Variaxis a navýšení času obrábění u stroje G-MILL. Pro tuto novou cestu jsem opět naměřila všechny parametry jako u staré cesty a pomocí programu Minitab 17 jsem obě tyto cesty porovнала.



Obrázek 4-37: Špagetový diagram pro novou cestu procesu

4.4.6. I6 – Zajištění přijetí změny

Pro zajištění přijetí změny bylo nutné všechny s touto změnou seznámit. Byla nutná komunikace s pracovníky i s vedením a s plánováním. Lidé si musely změnu vyzkoušet a zažít si nový postup. Před zavedením samotné změny proběhlo mnoho schůzek a školení aby byly pracovníci, ale i pracovní proces připraven. Součástí těchto školení a schůzek byl také prostor pro dotazy a připomínky. V tento čas měli pracovníci možnost vyjádřit své pochybnosti, myšlenky či obavy o plánované změně. Z těchto názorů jsem analyzovala různé postoje a chování lidí na průběh implementace. Tyto postoje jsem zaznamenala do tabulky, která se zabývá názory stakeholderů. Názory na změnu procesu jsem již analyzovala ve fázi Define a nyní tuto vyhotovenou tabulku aktualizuji. Aktualizovaná tabulka ze změny postojů je na Obrázek 4-38.

Jméno	manažer	Důležitost (1 - 3 - 9)	"S" = současná pozice , "B" = Budoucí pozice, "X" = Pozice ke změně					Důvody rezistence (proč je proti?)	
			Zcela proti	proti	Neutrální	podpora	Velká podpora		
Vladislav	Pracovník skládu	1			S, X	B			
Jiří	Výrobní ředitel	9		S			X	B	Projekt je nutno ještě testovat.
Pavel	Vedoucí provozu	1		X	S, B				
Barbora	Vedoucí výroby	3		X	S		B		
Jaroslav	Plánovač	9	X		S			B	
Filip, Marek	Operátoři na strojích	9	S, X					B	Zásadní změny v zaběhlém procesu.
Martina	Ředitel úseku kvality	3			X		S, B		
Bedřich	Manažer následujícího provozu	3		S	X		B		Nutná návaznost procesů.
Karel	Mistr	9		S, X				B	Spolupráce a podpora operátorů.

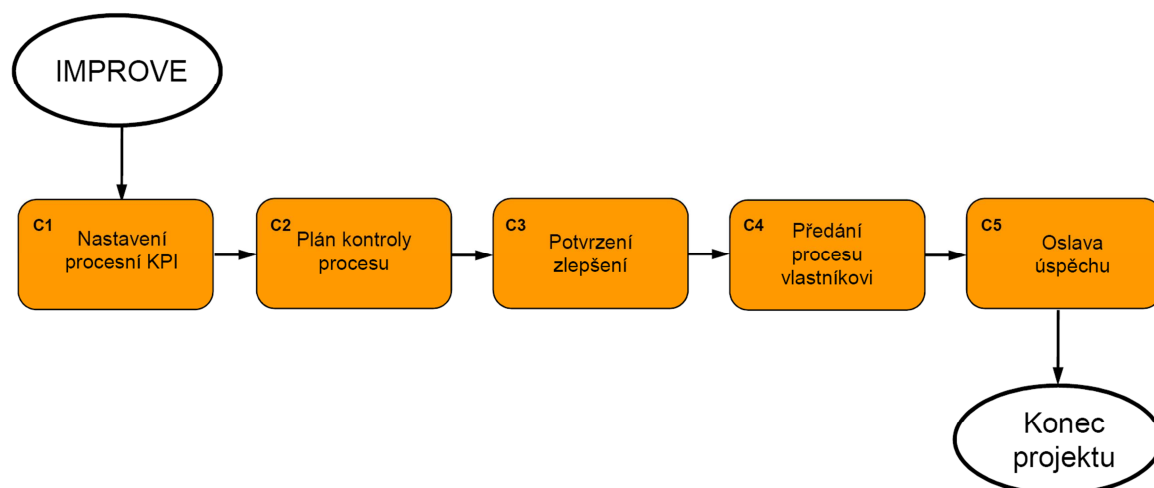
Obrázek 4-38: Postoje stakeholderů ke změně

Pracovníky, kteří měli negativní postoj k plánované změně, bylo nutné přesvědčit a utvrdit v celkově dobré myšlence. Postupem času, kdy jsme rozjeli testování pilotu, již lidé neměli

negativní pohled na věc. Celá změna a její proces nastal pozvolna a všichni pracovníci byli do změny zapojeni. Po absolvování školení se odpor pracovníků postupně měnil a pracovníci se zcela přizpůsobili plánované změně.

4.5. C – CONTROL

Poslední fází je již krok Control. V této fázi je důležité porovnat nový proces s procesem starým. Jednotlivé kroky této fáze jsou zaznamenány na navigátoru na *Obrázek 4-39*. Na závěr této fáze je důležité předání nového procesu vlastníkovi a k tomuto předání patří také srovnání a ověření správnosti nastalé změny. Jedním z výstupů této fáze by měl být kontrolní plán.

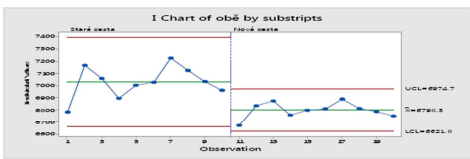



Obrázek 4-39: Navigátor projektu pro fázi Control

4.5.1. C1 – Nastavení procesní KPI

V této fázi je důležité zvolit si, kdo a jak bude sbírat data o procesu. Metriky, podle kterých prokazují úspěšnost projektu, se nazývají KPI. Tyto metriky mohou být různého typu. Základem jsou 4 typy metrik, a to zákaznické, procesní, finanční a zaměstnanecké. Mezi zákaznické metriky tedy patří spokojenost zákazníků, zajištění zákaznických zkušeností a spokojenost s různými poplatky. Mezi procesní metriky se řadí například čas, kvalita, schopnost dodržet standardy a požadavky na proces. Finanční metriky obsahují provozní náklady, investiční výdaje, rizika a například také nedobytné pohledávky. Posledním typem jsou zaměstnanecké metriky, neboli školení, zkoušky, spokojenost či zlepšovací návrhy.

Pro tyto metriky jsem sestavila tabulku, tzv. dashboard, kde jsem zaznamenala všechny pozměněné či ovlivněné veličiny. Tato tabulka je k nahlédnutí v *Obrázek 4-40*.

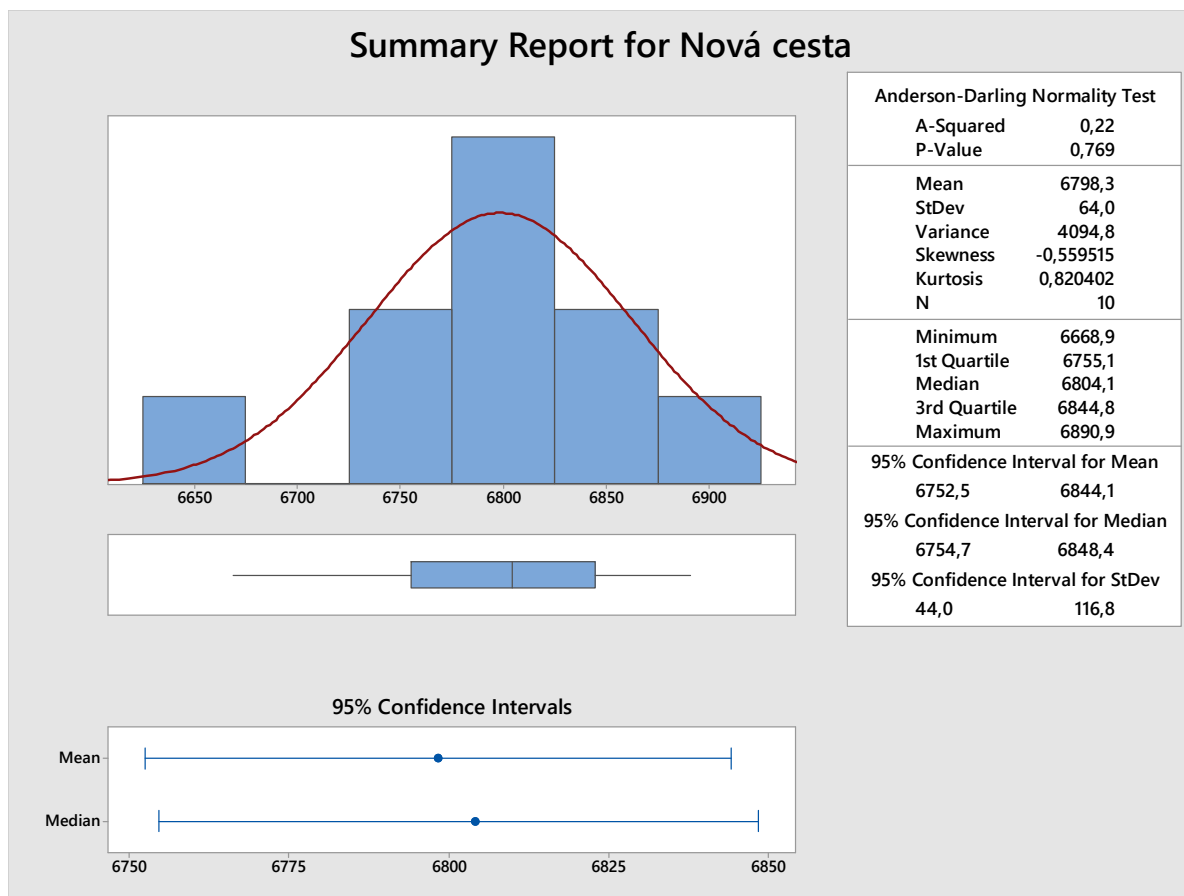
Procesní KPI	Cíl	Popis činnosti	Status
Normální data	zachovat	Zajistit data v normálním rozdělení	<input checked="" type="checkbox"/>
Způsobilost procesu	zvýšit	Spočítat Six Sigma metodou Z-Hodnoty	<input type="checkbox"/>
Variabilita procesu	zajistit		<input checked="" type="checkbox"/>
VSM	zkrátit	Zajistit zkrácení doby čekání WT a celkové LT	<input checked="" type="checkbox"/>
Balancování procesu	zajistit		<input checked="" type="checkbox"/>
Špagetový diagram	zkrátit	Zkrátit trasy procesu	<input checked="" type="checkbox"/>
Ztráty skupiny I.	snížit	Redukovat ztráty absence pracovníků	<input checked="" type="checkbox"/>

Obrázek 4-40: Dashboard pro zobrazení výkonnosti

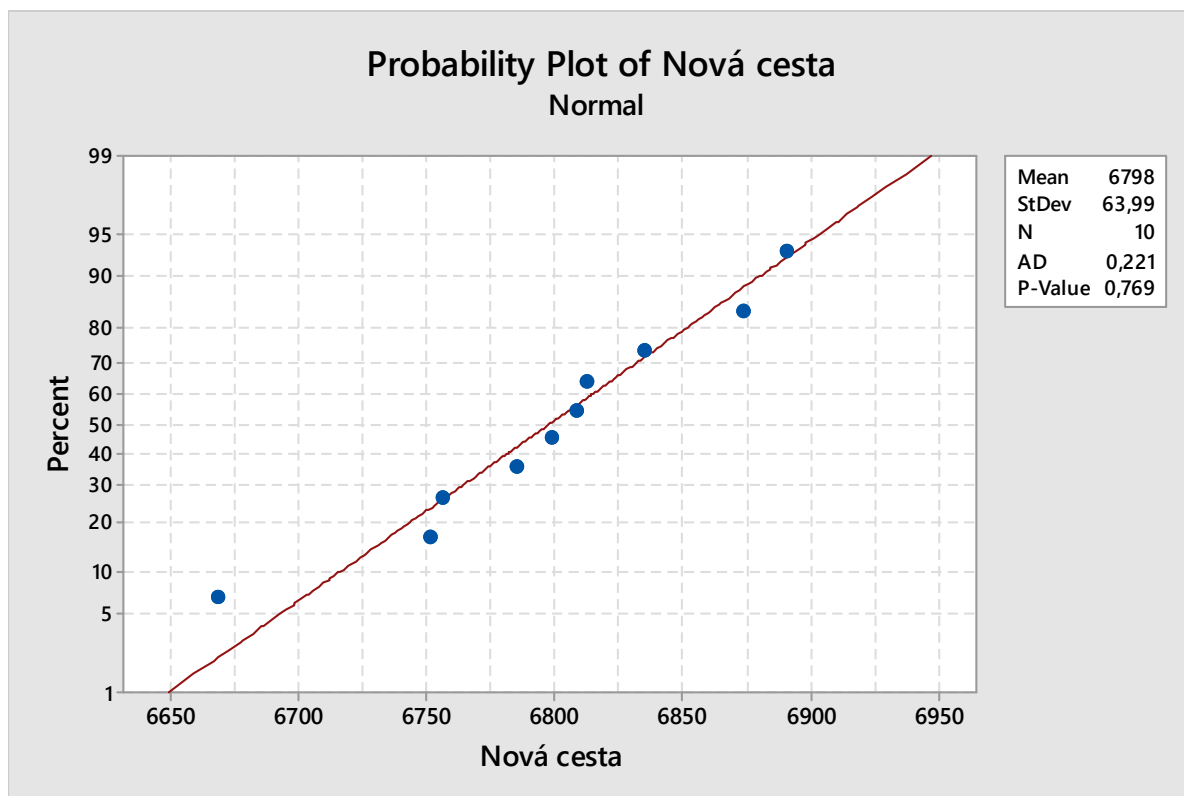
4.5.2. C2 – Plán kontroly procesu

V tomto kroku jsem naplánovala kontrolu změněných procesů. Kontrola se týkala hlavně znovu naměřených hodnot v samotném procesu a porovnání těchto hodnot se starým procesem. Pro nové měření procesu jsem použila již připravené tabulky z prvního měření procesu staré cesty. Tyto nové tabulky jsou obsaženy v příloze Příloha 0-6, Příloha 0-7 a Příloha 0-9.

Při porovnávání obou cest jsem postupovala stejně jako u měření a následné analýze staré cesty. Nejprve jsem opět v softwaru Minitab 17 nechala aplikovat test normality pro spojitá naměřená data. Z tohoto testu vyplynulo, že naměřená data jsou v normálním rozdělení. Tato skutečnost je patrná zejména z grafu *Graf 4-12a* z *Graf 4-13*. Na těchto grafech lze mimo jiné určit hodnotu P-Value, která musí být $P > 0,05$ aby byla data označena za normálně rozdělená. Jelikož tuto podmínku proces splňuje, mohu v měření pokračovat. Další hodnota, kterou z těchto grafů zjistím, je hodnota směrodatné odchylky, která je v tomto případě rovna 64. Tuto hodnotu dále použiji pro počítání způsobilosti tohoto nového procesu.



Graf 4-12: Normální rozložení dat procesu nové cesty formou histogramu



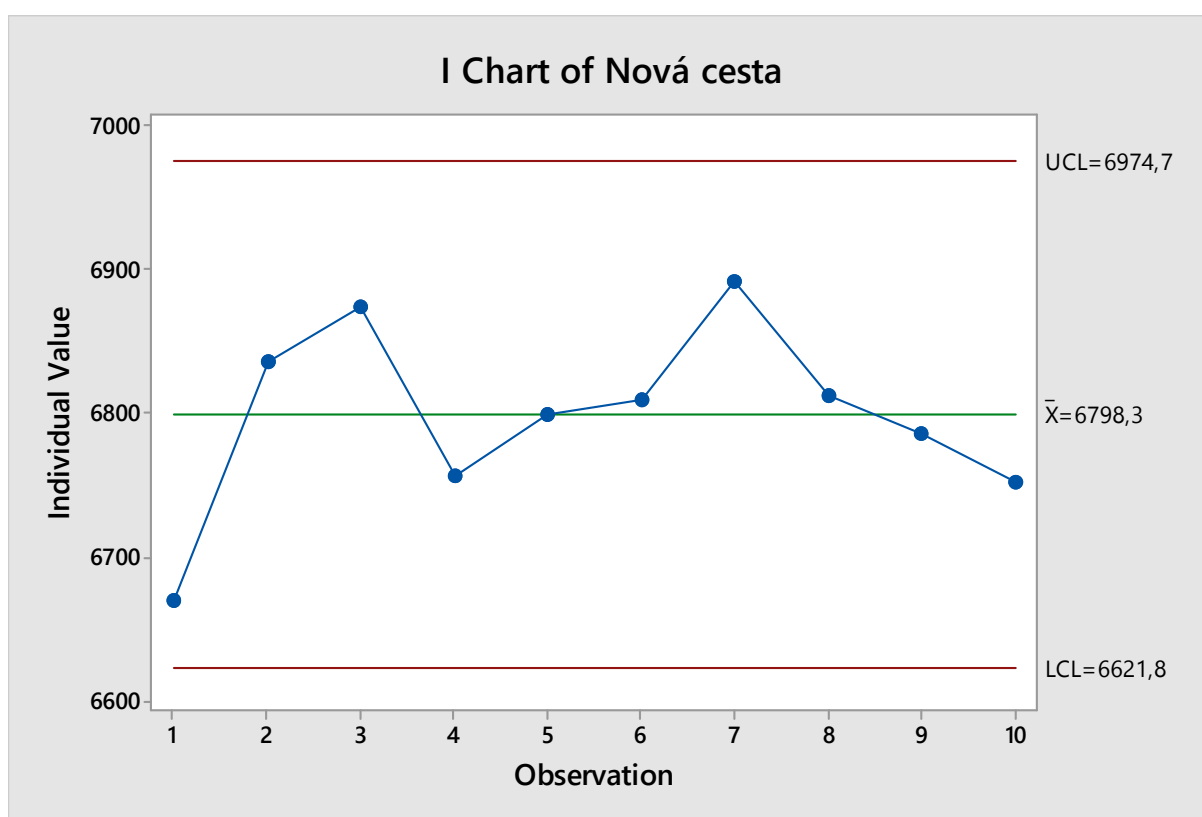
Graf 4-13: Normální rozložení dat procesu nové cesty

K výpočtu způsobilosti jsem opět využila již zmíněný vzorec pro výpočet „Z-Hodnoty“ na *Rovnice 4-2*, který určí hodnotu Sigma. Z předcházejících grafů jsem zjistila hodnotu směrodatné odchylky a další hodnoty zjistím z následujícího grafu na *Graf 4-14*. Konkrétní výpočet této hodnoty je na *Rovnice 4-13*.

$$Z = \frac{|\bar{X} - M|}{s} = \frac{|\bar{X} - UCL|}{s} = \frac{|6798,3 - 6974,7|}{64} = \frac{176,4}{64} = 2,75$$

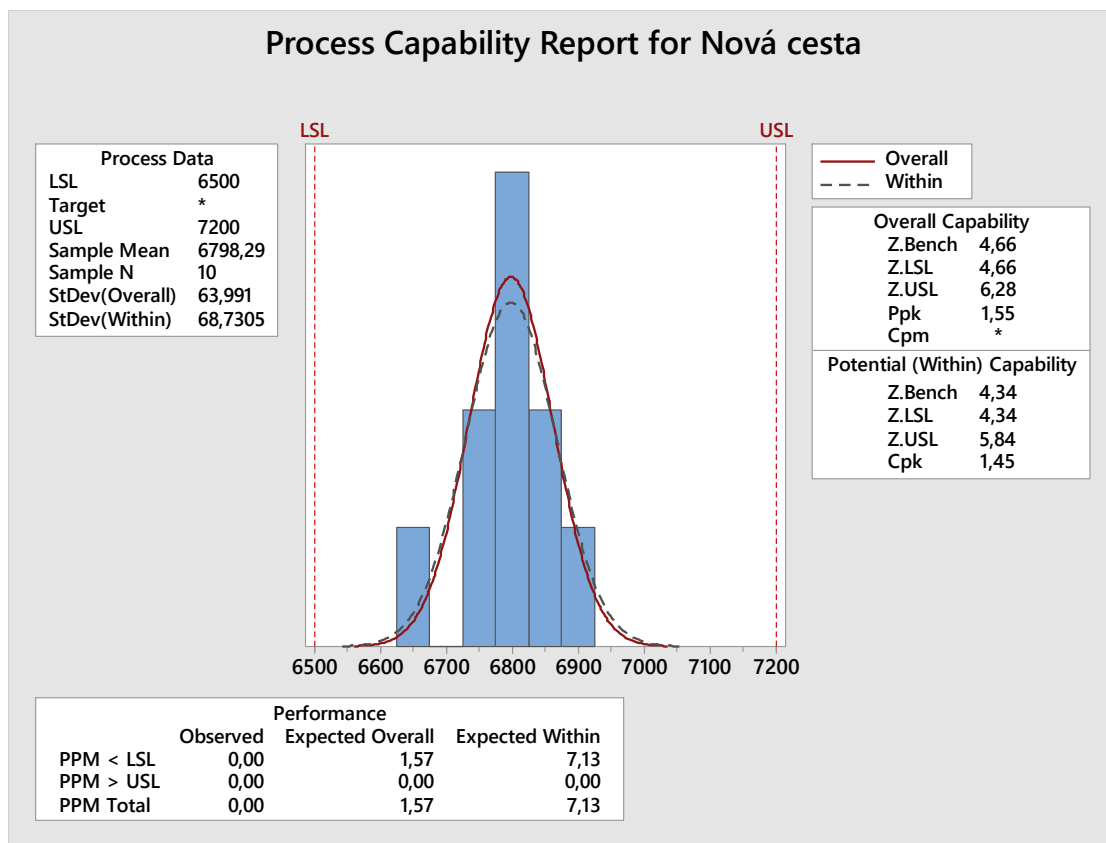
Rovnice 4-13: Konkrétní výpočet "Z-Hodnoty" pro novou cestu

Z grafu *Graf 4-14* je opět patrné, že jsem zvolila hranice již popsané $UCL=USL=M$. Z-Hodnota vyšla rovna 2,75, která je opět rovna hodnotě Six Sigma. Pomocí přiložených tabulek v Příloha 0-10 jsem zjistila, že hodnota „M“ vyjadřuje 2,75 směrodatné odchylky od průměru a pak 0,298% naměřených hodnot bude za „M“ a tedy bude mít proces 0,298% defektů. Tato hodnota je sice vyšší, než u původního procesu, ale jelikož se jedná o tak malé hodnoty, je toto navýšení zcela bezpředmětné, vzhledem k tomu, že tato změna přinese celkové zkrácení Lead Time.



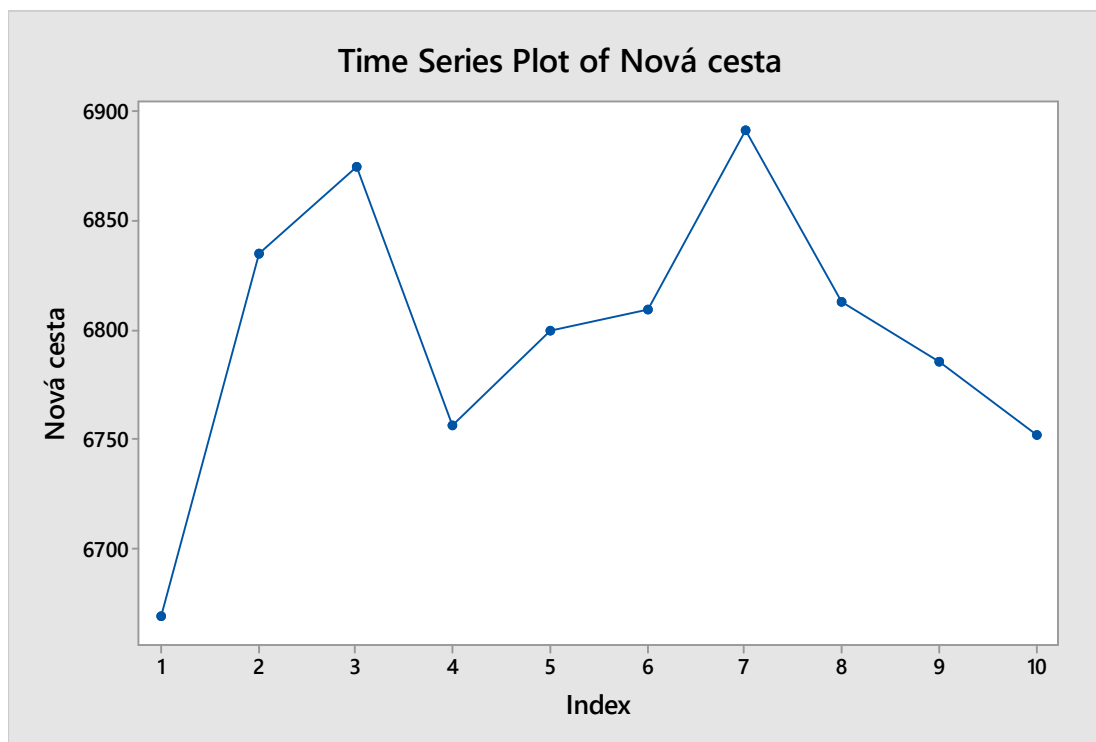
Graf 4-14: Způsobilost procesu nové cesty výroby malých lopatek turbíny

Dle naměřených hodnot a dále spočítaných veličin Six Sigma docházím k závěru, že tento nový proces je způsobilý. Toto mé tvrzení dále podporuje také graf na *Graf 4-15*. Z tohoto grafu lze také stanovit hodnotu směrodatné odchylky pro krátkodobou i dlouhodobou variabilitu, jak tomu bylo i u grafu na *Graf 4-4* pro starou cestu.



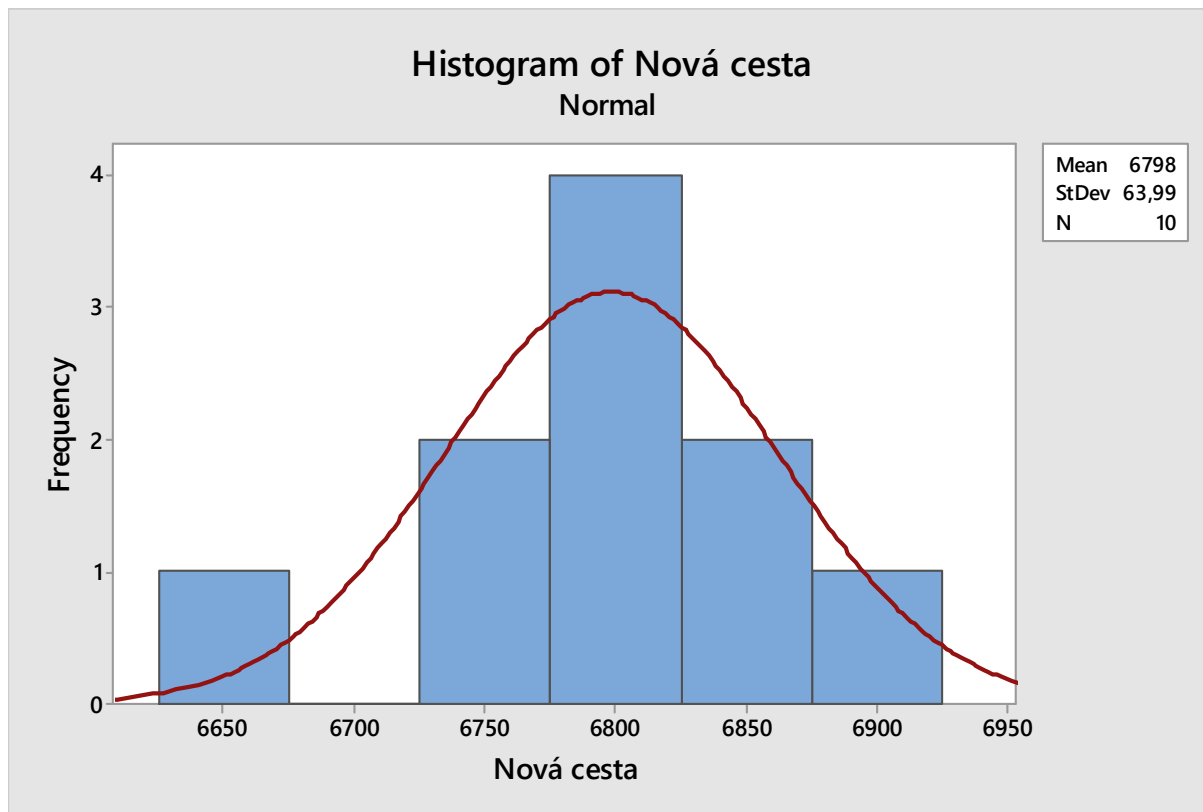
Graf 4-15: Způsobilost nového procesu u normálních dat

Dále jsem při analýze staré cesty postupovala opět pomocí připravených grafů ze softwaru Minitab. I pro novou cestu jsem stanovila stejné grafy. Prvním z grafů pro novou cestu je spojnicový graf na Graf 4-16. Tento graf opět znázorňuje průběh výroby měřených deseti lopatek. Jednotlivé lopatky se opět liší v době jejich výroby a tato závislost je patrná z křivky v příloženém grafu.



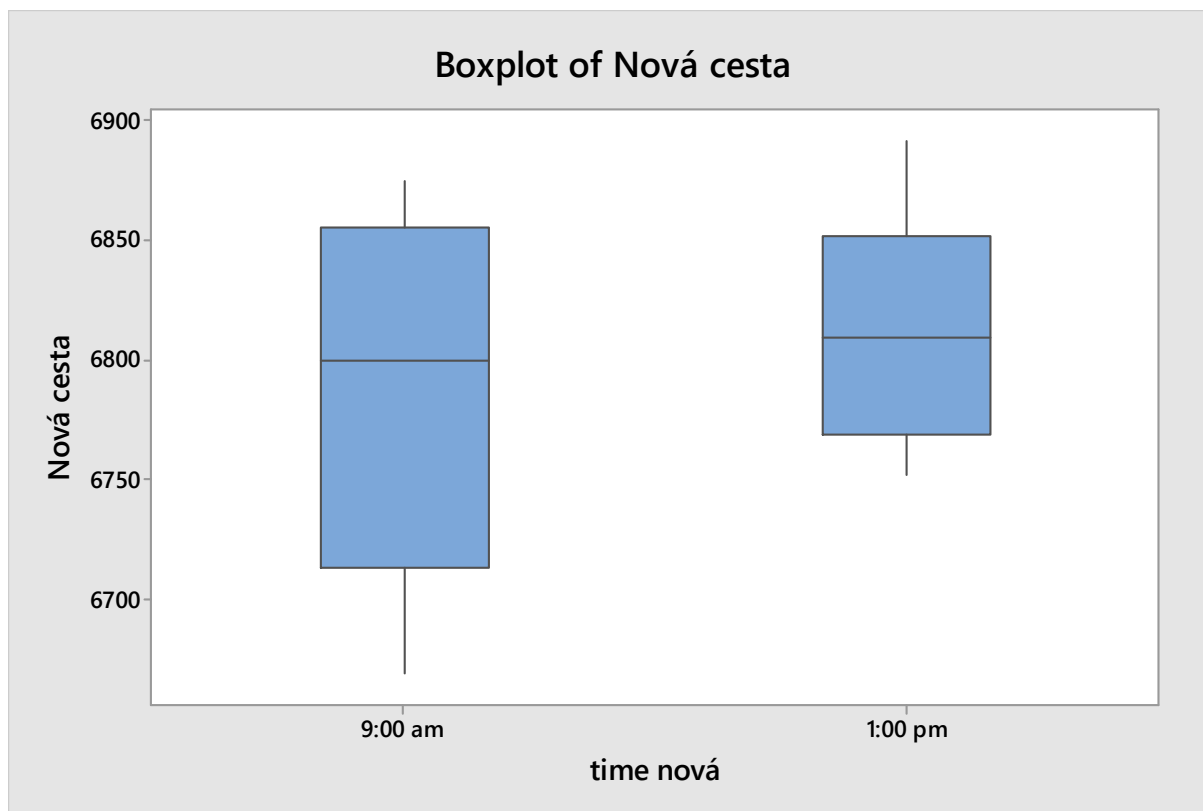
Graf 4-16: Spojnicový graf pro naměřené hodnoty nové cesty

Dále jsem v softwaru sestavila z naměřených hodnot histogram. Tento graf je k nahlédnutí na *Graf 4-17*. Na grafu je patrná Gaussova křivka, která uvádí způsobilost daného procesu. Tuto způsobilost jsem výše vypočetla, kdy hodnota Six Sigma je rovna 2,75. Graf znázorňuje základní rozdělení dat v statistice a tedy i to že měřený proces je způsobilý. V přiloženém histogramu se vyskytuje jeden volný sloupec, což znamená, že žádná lopatka nebyla vyráběna v tomto časovém rozmezí. K této odchylce došlo při střídání pracovníků obsluhující jednotlivé stroje. Tato odchylka je naprosto běžná a normální a tedy nemá nijak deformující význam při mém měření.



Graf 4-17: Histogram měřeného procesu nové cesty

Dalším velice důležitým grafem je tzv. Box Plot, který je na *Graf 4-18*. Z uvedeného grafu vyplývá, že při prvním měření je vyšší variabilita procesu s nižším mediánem než při druhém měření. Stejného výsledku jsem dospěla při měření staré cesty na *Graf 4-7*. Z diagramu tedy vyplývá, že v odpoledních hodinách máme v procesu nižší variabilitu, ale vyšší hodnotu mediánu. V obou případech jsou však naměřené hodnoty pod mezí UCL a tedy je proces variabilní.



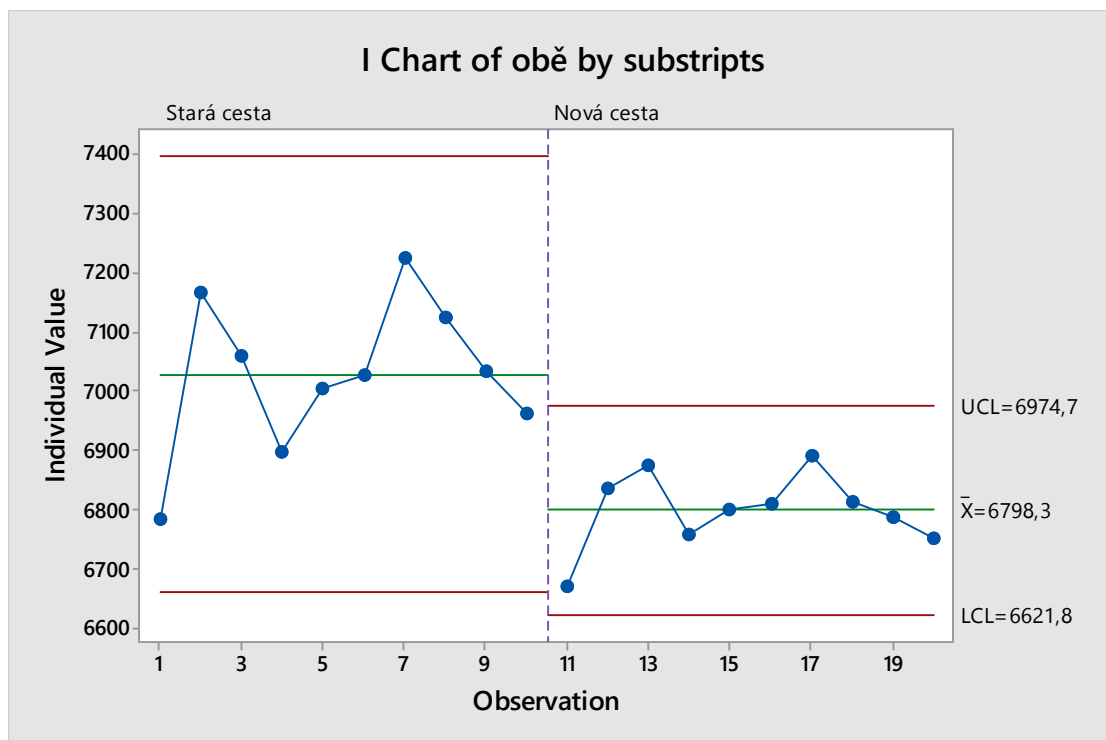
Graf 4-18: Box Plot pro naměřené hodnoty nové cesty

Z těchto uvedených grafů, tedy vyplývá, že nově zvolený proces je také variabilní. Vzhledem k tomu, že i starý proces prokazoval pomocí naměřených hodnot variabilitu, musím ještě porovnat jednotlivé grafy mezi sebou. Toto porovnání jsem provedla v dalším kroku, tedy již v potvrzení o zlepšení procesu.

4.5.3. C3 – Potvrzení zlepšení

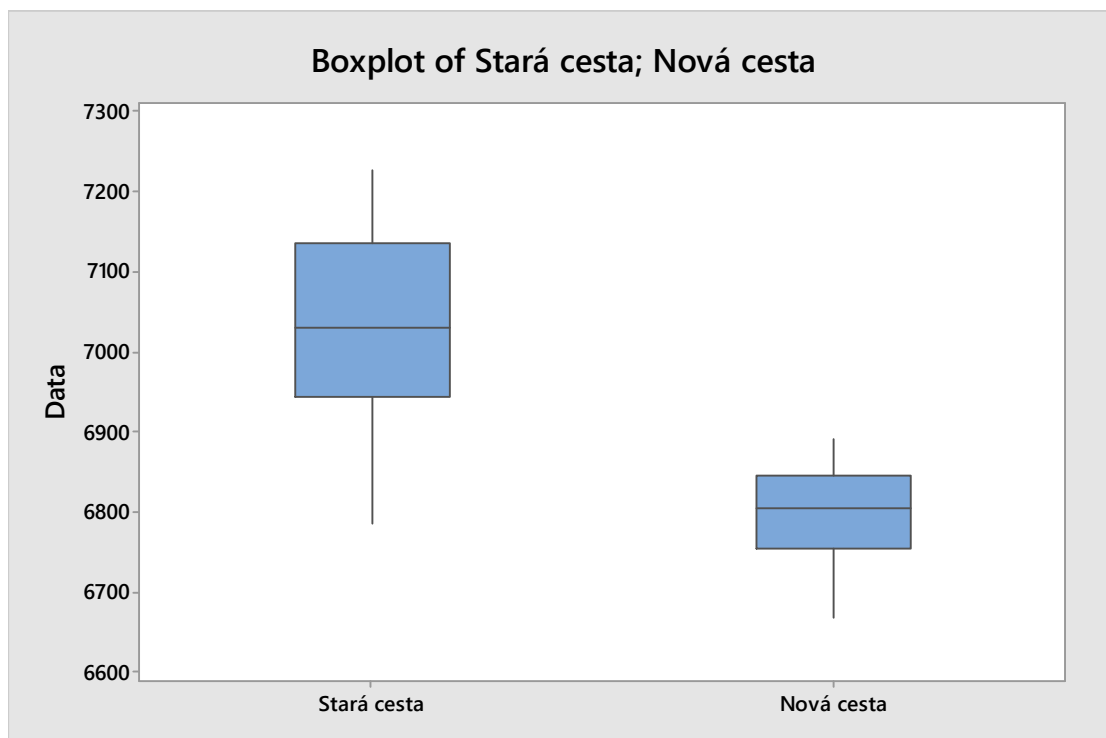
Jak jsem již uvedla v předešlé kapitole, zde jsem se věnovala přímému porovnání obou cest. Obě cesty jsem porovnávala pomocí metody Six Sigma, tedy z hlediska variability a způsobilosti procesu a zejména pomocí grafů vytvořených v Minitab 17. Druhé srovnání jsem provedla pomocí metodiky Lean, tedy pomocí tabulky vygenerované z programu MES, který zachytává ztráty v celkové době výroby. Srovnání jsem začala pomocí metodiky Six Sigma.

V předchozím kroku jsem dospěla k závěru, že oba procesy jsou variabilní a nyní na obrázku Graf 4-19 jsou srovnané grafy způsobilosti obou procesů. Z grafu je patrné zlepšení způsobilosti nové cesty oproti staré. Toto zlepšení je zejména viditelné v rozložených pásmech a horních a dolních mezích. Nová cesta má o poznání užší pásmo variability a tedy je tento proces více variabilní než proces staré cesty. Obě cesty jsou v daných mezních normách, které jsou dány normou předepsanou zákazníkem, ale cesta nová je o poznání lepší.



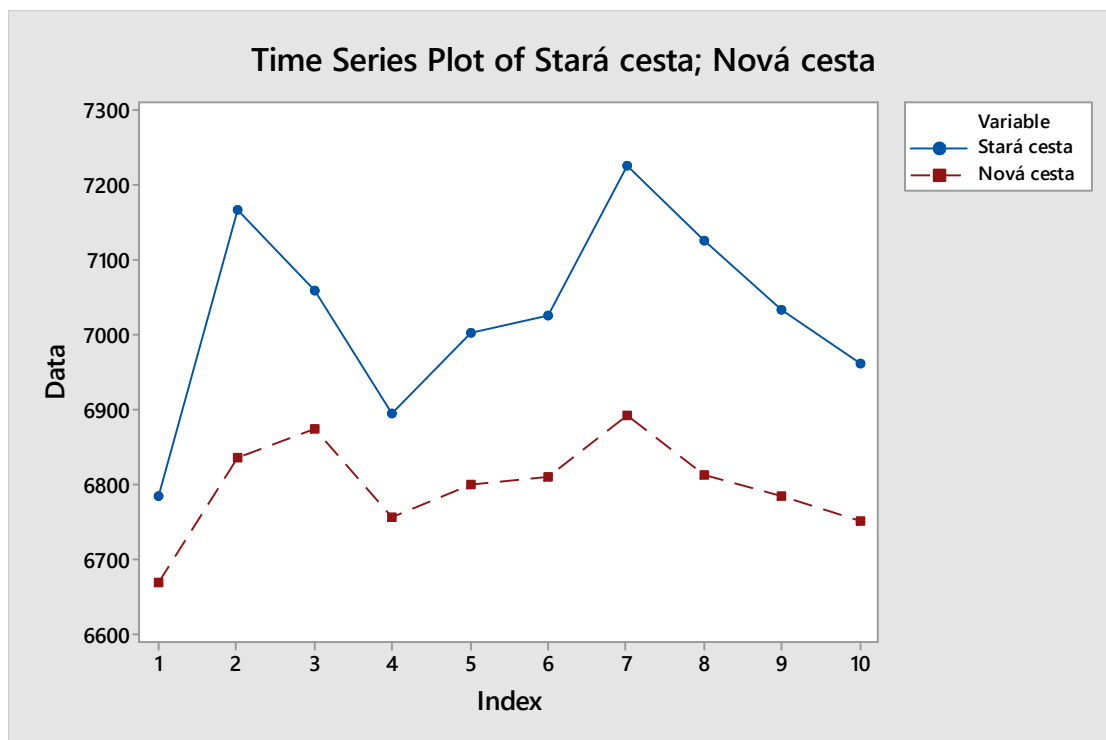
Graf 4-19: Srovnání variability pro obě zvolené cesty

Dalším grafem srovnání je tzv. Box Plot pro obě cesty, který je na Graf 4-20. I z tohoto grafu je patrná lepší variabilita a způsobilost procesu nové cesty. Toto tvrzení nejlépe vystihuje položení mediánu, který je v případě nové cesty o mnohem níže než u procesu cesty staré.



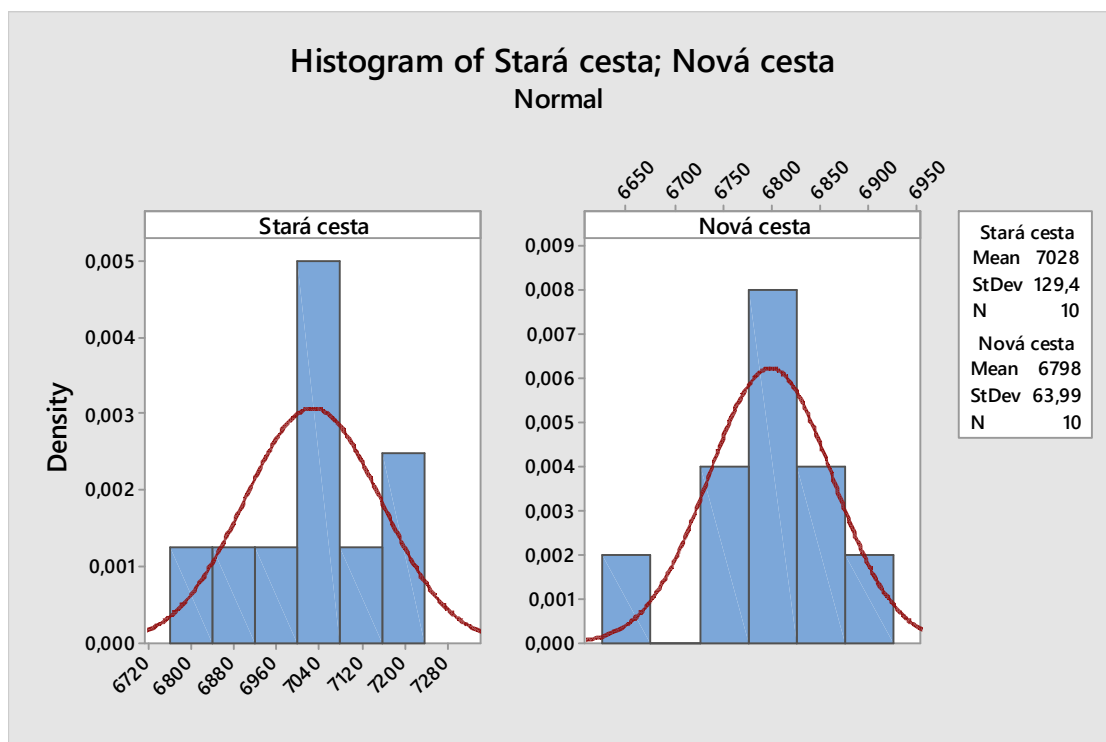
Graf 4-20: Box Plot pro porovnání staré a nové cesty

Spojnicový diagram pro porovnání obou cest opět prokazuje výhodnější postavení naměřených hodnot nové cesty, které jsou položeny níže než u cesty staré. Tyto níže posazené hodnoty reprezentují rychlejší výrobu a celý proces výroby lopatek.

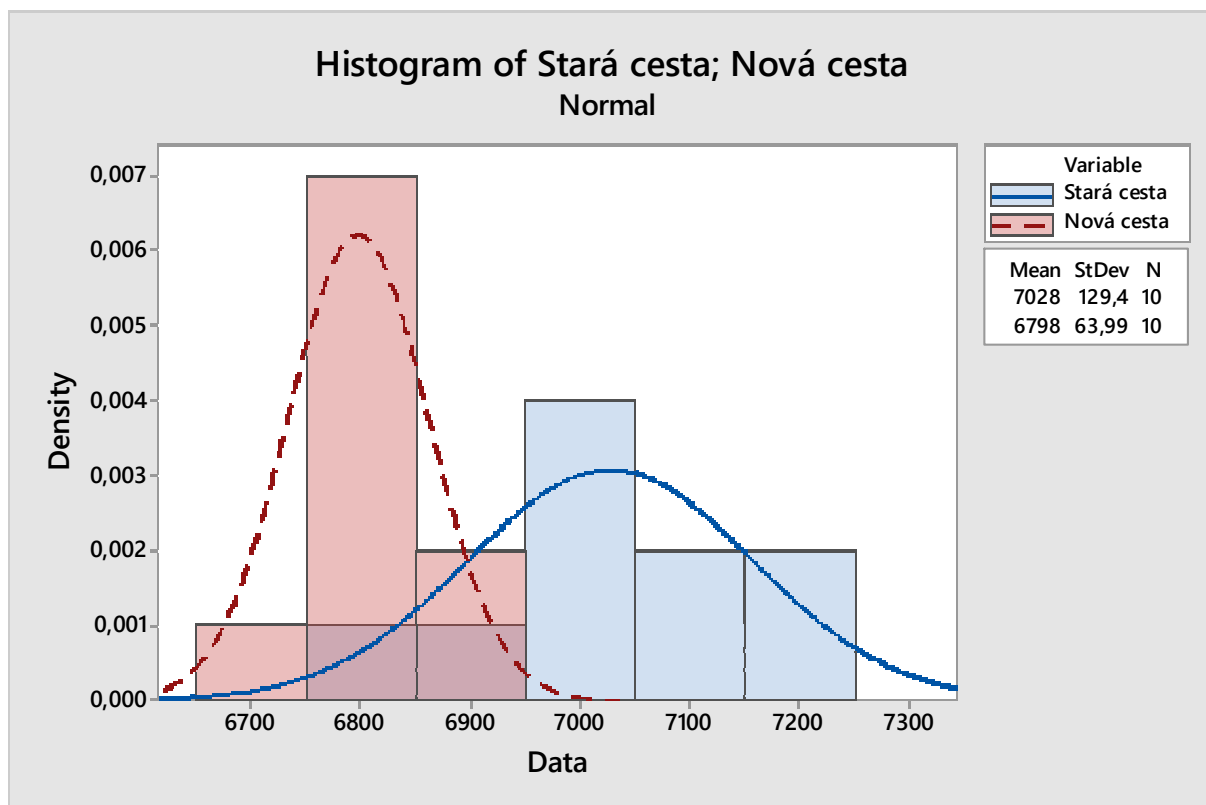


Graf 4-21: Spojnicový diagram porovnání obou cest

Z dalšího grafu, tedy histogramu na Graf 4-22 jsou patrné jednotlivé histogramy pro obě cesty. Již pouhým okem je zřetelné, že Gaussova křivka je lépe proložená na diagramu zobrazující novou cestu. Volný sloupec v tomto grafu neberu v patrnosti, jelikož je tato odchylka způsobena změnou obsluhy výrobních strojů. Na druhém grafu, tedy Graf 4-23, který zobrazuje totéž porovnání je tato skutečnost již patrnější.



Graf 4-22: Histogramy pro srovnání histogramů jednotlivých cest



Graf 4-23: Histogram porovnávající obě cesty

Dalším krokem srovnání je využití již zmíněné metodiky Lean a tedy prostřednictvím vygenerovaných ztrát. V této fázi se zaměřím hlavně na srovnání cest z hlediska ztrátových a výrobních časů. Vzhledem k tomu, že v nové cestě došlo k vynechání jednoho celého výrobního stroje a s ním spojené aktivity, které jsou nutné, ale nepřidávají hodnotu zákazníkovi, je tedy pravděpodobné, že dojde ke zkrácení celkového Lead Time procesu.

Pro nově zvolenou cestu jsem sestavila i novou VSM, která je k nahlédnutí v Příloha 0-12. Dle této mapy opět stanovím jednotlivé časy procesu a z nich vypočtu celkový Lead time daného nového procesu. Tento výpočet je v Rovnice 4-14. Z této rovnice je patrné, že došlo ke zkrácení celkového LT procesu.

$$LT = CT(= PT) + WT = 0,85 + 79,2 = 80,05 \text{ Hod}$$

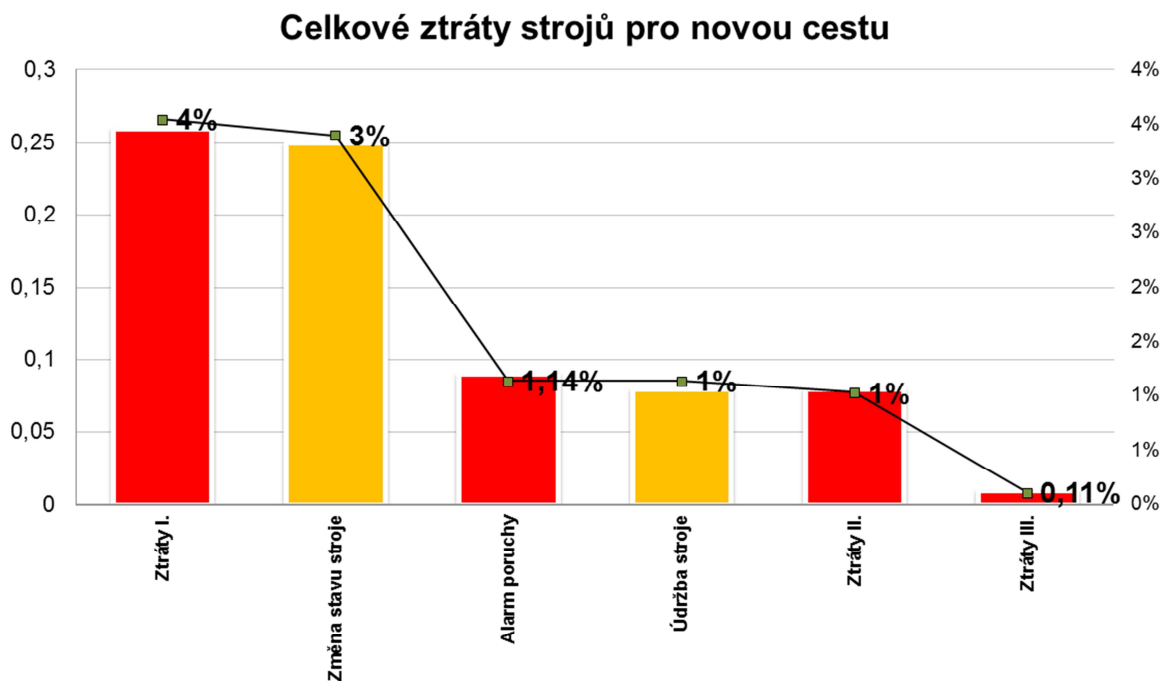
Rovnice 4-14: Výpočet Lead Time pro novou cestu

Nyní oba časy porovnám a zjistím, o kolik hodin došlo ke zkrácení celkového LT procesu výroby malých lopatek. Toto porovnání je v Rovnice 4-15. Dle tohoto srovnání vyplývá, že došlo ke zkrácení celkového LT téměř o 34 hodin. Z této skutečnosti jsem tedy potvrdila zkrácení celkového LT a to v hodnotě téměř 30%.

$$\text{úspora} = LT_{\text{stará cesta}} - LT_{\text{nová cesta}} = 113,95 - 80,05 = 33,9 \text{ Hod}$$

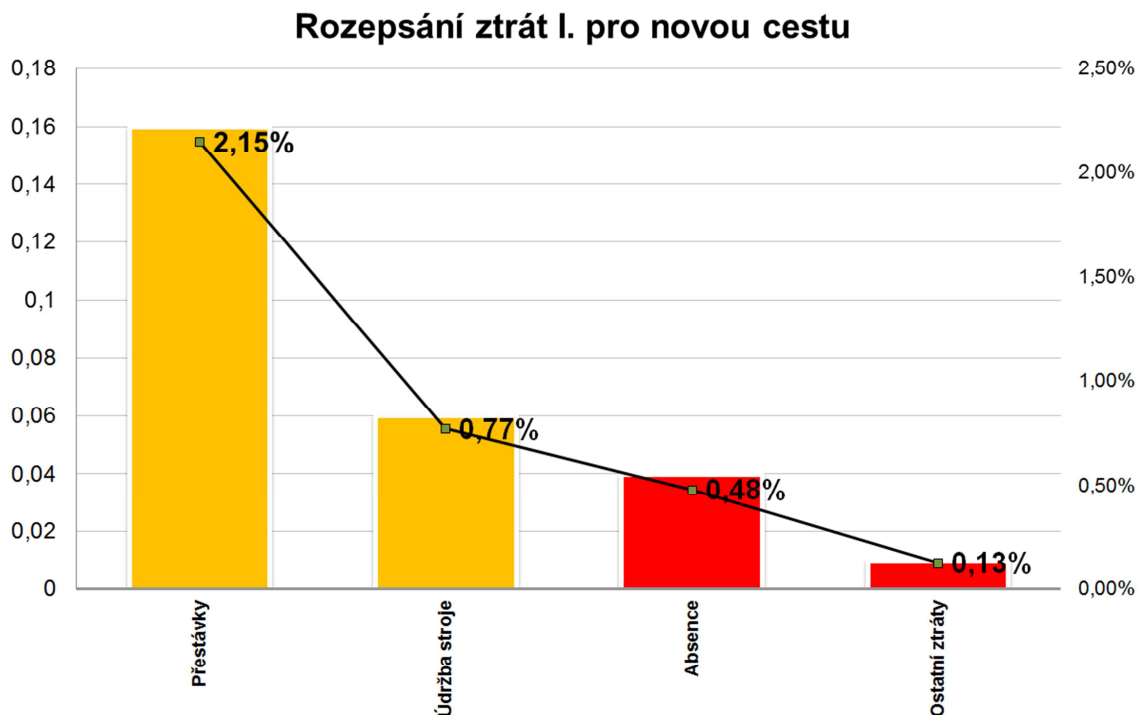
Rovnice 4-15: Úspora času porovnáním obou cest

Dále jsem si opět z aplikace MES vygenerovala ztráty pro tuto novou cestu. Tabulka s vyznačenými barvami ztrát je v Příloha 0-13. Z těchto zaznamenaných ztrát jsem opět sestavila Paretův diagram, který je na Graf 4-24. Dle tohoto diagramu je opět patrný fakt, že největší položkou jsou Ztráty I, stejně jako tomu bylo i při analýze staré cesty.



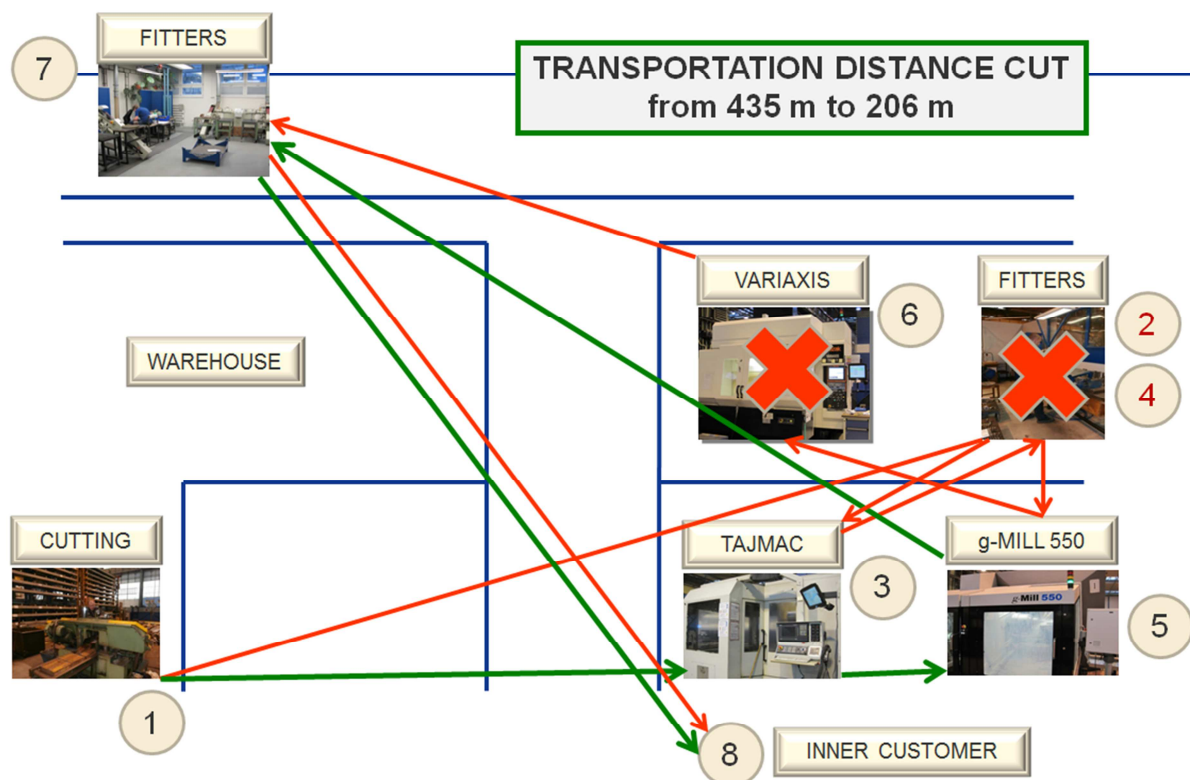
Graf 4-24: Pareto diagram pro vyjádření ztrát strojů pro novou cestu

Skupinu Ztrát I jsem opět, jako u ztrát pro starou cestu rozepsala do jednotlivých položek. Z těchto položek jsem také sestavila Paretův diagram, který je na Graf 4-25. Opět největšími položkami jsou tzv. nutné ztráty, do kterých jsou zahrnuty přestávky dané zákonem a údržba stroje dané dodavatelem. Největší ovlivnitelnou ztrátou v této skupině tedy zůstává absence pracovníků. V porovnání se starou cestou procesu jsou však tyto ztráty již nižší vlivem zastupitelnosti pracovníků.



Graf 4-25: Pareto diagram pro rozepsané ztráty I. pro novou cestu

Co se týká analýzy samotného pracoviště, sestavila jsem nový špagetový diagram, který se již objevil na *Obrázek 4-37*. Tento nový špagetový diagram jsem dále porovnávala se starou cestou procesu. Toto porovnání je na *Obrázek 4-41*. Na tomto diagramu je zřetelně vidět trasa staré cesty, která je vyznačena červenou barvou a poté také trasa nové cesty, která je značena barvou zelenou. Při odebrání stroje Variaxis, jak je patrné z obrázku jsme nejen uspořili čas a zkrátily celkový Lead Time, ale také jsme uspořily délku trasy mezi jednotlivými stroji a to z původní délky 435 metrů na nových 206 metrů. Toto uspořnění se zajistí také promítne na celkovém zkrácení celého procesu.



Obrázek 4-41: Špagetový diagram pro porovnání obou cest

4.5.4. C4 – Předání procesu vlastníkovi

Pro zakončení této fáze kontroly a potvrzení zlepšení jsem opět svolala celý tým, se kterým jsem toto zlepšení realizovala. Tohoto setkání se zúčastnili členové týmu, vlastník procesu a black belt. Schůzka trvala přibližně 2 hodiny, kde jsem vlastníka, tedy Championa seznámila s prodělanou změnou, s výstupy z metody DMAIC a s výsledky této změny. Dále jsme na schůzi projednali celé předání nového vylepšeného procesu. Pro toto předání bylo nutné sestavit ještě předávací protokol. Tento protokol je k nahlédnutí v Příloha 0-14. Předávací protokol jsem předala vlastníkovi procesu a ten protokol podepsal a tím i převzal celý proces a jeho novou zlepšenou verzi.

4.5.5. C5 – Oslava úspěchu

V této fázi je již projekt předán vlastníkovi. Bylo důležité opět svolat celý tým a veřejně pochválit všechny jeho členy. Celý projekt proběhl úspěšně a tak bylo důležité, aby celá organizace o tomto úspěchu věděla a dále motivovala ostatní oddělení a zaměstnance k neustálému zlepšování. Celý tým se zapojil do diskuze a tak probíhala komunikace o aplikaci kroků DMAIC a o celkovém zlepšení daného procesu výroby malých lopatek.

5. Závěr

Cílem této diplomové práce je analýza procesu, jeho optimalizace a zkrácení celkového procesního času výroby malých lopatek turbíny.

V teoretické části práce jsem shrnula nejnámější a nejdůležitější metody pro analýzu a zlepšení způsobilosti procesů. Tyto metody jsem podrobně popsala a rozdělila dle pohledů Lean a Six Sigma. Na základě získaných poznatků z teoretické části jsem provedla analýzu současného stavu zkoumaného procesu.

Praktická část mé práce je zaměřena na analýzu konkrétního procesu výroby. Pro získání potřebných dat jsem použila metodu snímkování pracovního dne a stopkami změřila časy jednotlivých operací. Při sestavování tabulek pro zaznamenání časových hodnot pro jednotlivé operace výrobního postupu jsem se držela příručky softwaru Minitab 17. Pomocí tohoto softwaru jsem provedla analýzu zkoumaného procesu a vyhodnotila naměřená data. Tuto analýzu jsem provedla z pohledu Six Sigma, tedy pohledu způsobilosti procesu. Dále jsem se zabývala pohledem Lean, tedy plýtváním v procesu. Pro získání dat potřebných pro vyhodnocení z pohledu Lean jsem využila aplikaci MES, která je v podniku Doosan Škoda Power využívána pro sledování a řízení výroby. Pomocí této aplikace jsem získala časové hodnoty plýtvání v celém výrobním postupu, opět je analyzovala a vyhodnotila. Ze všech získaných hodnot jsem došla k závěru, že původní proces byl způsobilý.

Sestavený řešitelský tým měl za úkol snížit celkový procesní čas výroby. Pro realizaci tohoto problému jsme našli řešení ve změně základních parametrů upínacího prvku, tedy sklíčidla na stroji G-Mill. Tato změna přinesla i změnu celého výrobního postupu a jeho zkrácení zejména vynecháním stroje Variaxis. Tento nový proces jsem opět pomocí metody snímkování pracovního dne analyzovala a získané hodnoty vyhodnotila pomocí softwaru Minitab 17. Naměřené hodnoty mě dovedly k závěru, že z pohledu Six Sigma je tento nový proces také variabilní a způsobilý. Pomocí aplikace MES jsem opět získala informace o výrobních a ztrátových časech.

Zkrácení průběžného času procesu mělo být splněno dle zadání alespoň o 5%. Z vyhodnocených dat týkajících se nového procesu vyplývá, že došlo ke zkrácení celé výroby malých lopatek turbíny o téměř 30%.

Seznam použité literatury a ostatních zdrojů

- [1] Obchodní rejstřík. [online]. [cit. 2013-12-05]. Dostupné z: <http://rejstrik-firem.kurzy.cz/49193864/skoda-power-sro/>
- [2] Wikipedia. [online]. [cit. 2013-12-05]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0koda_\(podnik\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0koda_(podnik))
- [3] HŮLOVÁ, Marie a Eva JAROŠOVÁ. *Statistické metody v managementu kvality, environmentu a bezpečnosti*. 4. vyd. Praha: Oeconomica, 2011, 119 s. ISBN 978-80-245-1748-3.
- [4] ZVONEČEK, F., ZÍDKOVÁ, H. *Jakost-styl života pro 3. tisíciletí*. Plzeň: ZČU, 2004
- [5] JANEČEK, Z. *Zajišťování jakosti*. Plzeň: ZČU, 2001
- [6] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.
- [7] BLAŽEK, Ladislav a Martin LANDA. *Ekonomika a řízení podniku*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2006, 96 s. ISBN 80-210-3960-4.
- [8] LAMBERT, Douglas M. *Logistika: [příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží]*. Vyd. 2. Brno: CP Books, 2005, xviii, 589 s. ISBN 80-251-0504-0.
- [9] VEBER, Jaromír. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., viii s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1.
- [10] MOHELSKÁ, Libuše. *Kapesní počítačový slovník anglicko-český*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2003, 60 s. ISBN 80-722-6666-7.
- [11] BUZAN, Tony a Barry BUZAN. *Myšlenkové mapy: probud'te svou kreativitu, zlepšete svou paměť, změňte svůj život*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2011, 213 s. ISBN 978-80-251-2910-4.
- [12] *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-726-1071-6.
- [13] Wikipedia. [online]. [cit. 2013-12-05]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=5S_\(methodology\)&oldid=344248082](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=5S_(methodology)&oldid=344248082)
- [14] Managementmania. [online]. [cit. 2013-12-05]. Dostupné z: <http://managementmania.com/index.php/component/content/article/38-ostatni/485-metoda-5s>.]
- [15] Wikipedia. [online]. [cit. 2013-12-05]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=PDCA&oldid=349514785>
- [16] IMAI, Masaaki a [překlad Vilém JUNGSMANN]. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 80-251-1621-2.

- [17] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2001, xi, 115 s. ISBN 80-717-9471-6.
- [18] LIKER, Jeffrey K a David MEIER. *The Toyota way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw-Hill, c2006, xx, 475 s. ISBN 00-714-4893-4.
- [19] PANDE, Peter S. *Zavádíme metodu Six Sigma aneb jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti*. 1. vyd. Brno: TwinsCom, s.r.o., c2002, 416 s. ISBN 80-238-9289-4.
- [20] MAŠÍK, I. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-9-1.
- [21] NOSKIEVIČOVÁ, Darja. *Statistické metody v řízení jakosti*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 1996, 81 s. ISBN 80-707-8318-4.
- [22] PISKÁČEK, Bedřich. *Řízení jakosti*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001, 222 s. ISBN 80-010-2276-5.
- [23] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [24] *Všeobecná encyklopedie ve čtyřech svazcích*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelský dům OP, 1996-, 4 sv. Encyklopedie Diderot. ISBN 80-85841-35-5.
- [25] *Universum: Všeobecná encyklopedie. 6. díl. Mb-Op*. 1. vyd. Praha: Odeon, 2001, 656 s. ISBN 80-207-1068-X.
- [26] Wikipedia. [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Metodologie>
- [27] Wikipedia. [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Metoda>
- [28] PANDE, Peter S. *The six sigma way team fieldbook: an implementation guide for process improvement teams*. New York: McGraw-Hill, 2002, 403 s. ISBN 00-713-7314-4.
- [29] PERNICA, Petr. *Logistika pro 21. století: (supply chain management)*. Vyd. 1. Praha: Radix, 2005, s. 1096-1698. ISBN 80-860-3159-4.
- [30] *Kaizen for the shopfloor*. Portland, Or.: Productivity Press, c2002, xvi, 87 p. ISBN 15-632-7272-5.
- [31] Wikipedia. [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ishikawa_Fishbone_Diagram_cz.svg
- [32] Wikipedia. [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linear_regression.svg
- [33] Wikipedia. [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ControlChart_cz.svg

[34] Wikipedia. [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deming_PDCA_cycle.PNG

[35] DOOSAN ŠKODA POWER. *Brožura adaptačního programu*. Plzeň, 2010.

Seznam příloh

Příloha 0-1: VSM

Příloha 0-2: Použité symboly ve VSM

Příloha 0-3: Tabulka TAJMAC

Příloha 0-4: Tabulka G-MILL

Příloha 0-5: Tabulka VARIAXIS

Příloha 0-6: Tabulka Nový TAJMAC

Příloha 0-7: Tabulka Nový G-MILL

Příloha 0-8: Tabulka Stará cesta

Příloha 0-9: Tabulka Nová cesta

Příloha 0-10: Převodní tabulka mezi Z-Hodnotou a pravděpodobností

Příloha 0-11: Tabulka se ztrátami MES

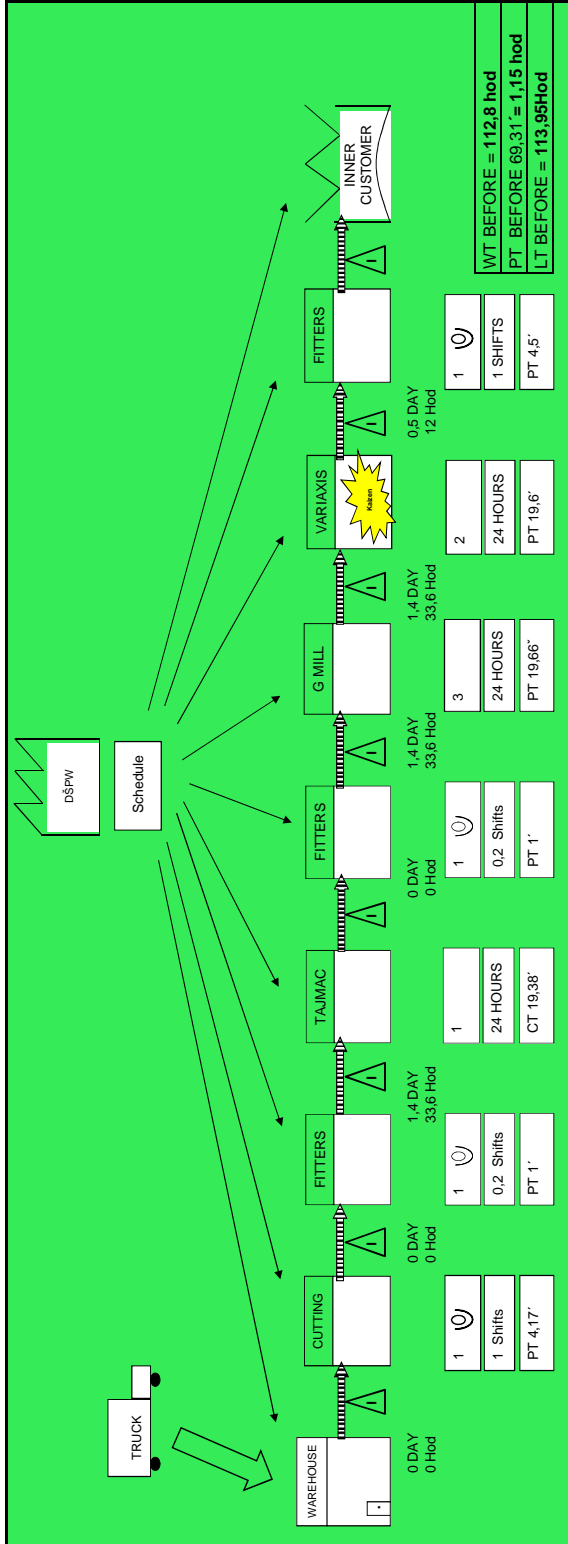
Příloha 0-12: VSM pro novou cestu

Příloha 0-13: Tabulka se ztrátami MES pro novou cestu

Příloha 0-14: Předávací protokol

Value Stream Mapping (VSM)

Mapa současného stavu



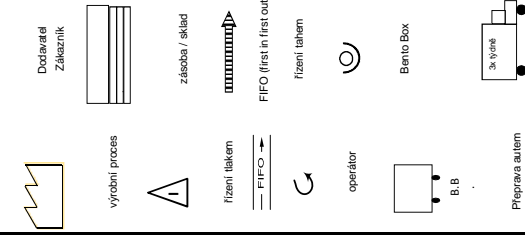
Mapa současného stavu

Datum: 20.2.2014

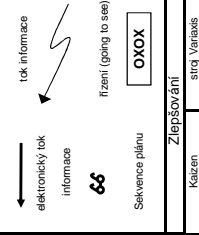
Produkt: Výroba malých lopatek
Díl: Lopatky Temelin

Značky VSM

Materiálový tok



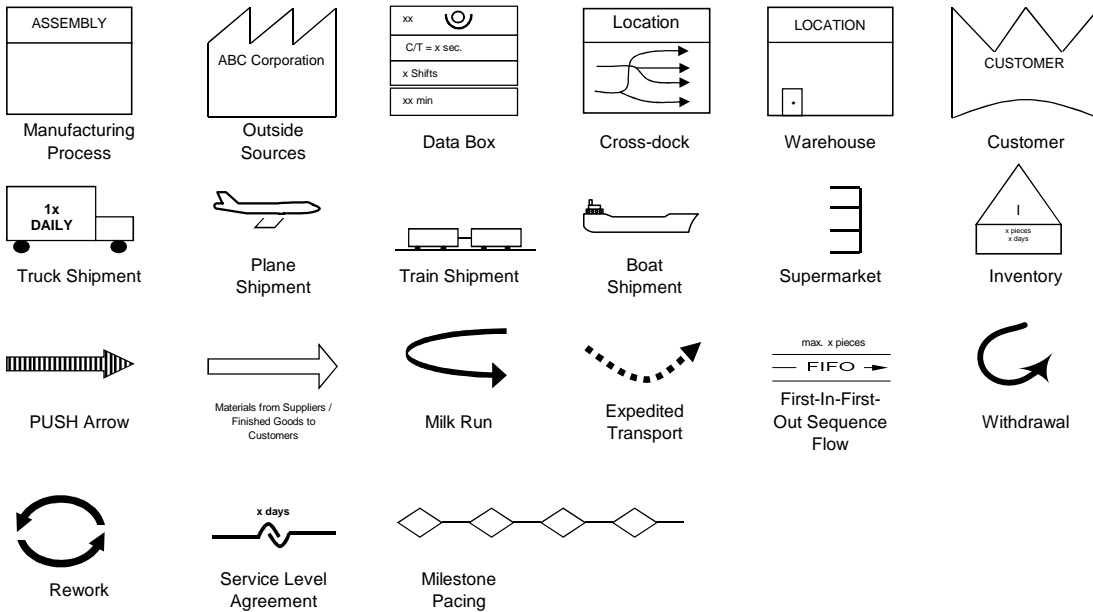
Informační tok



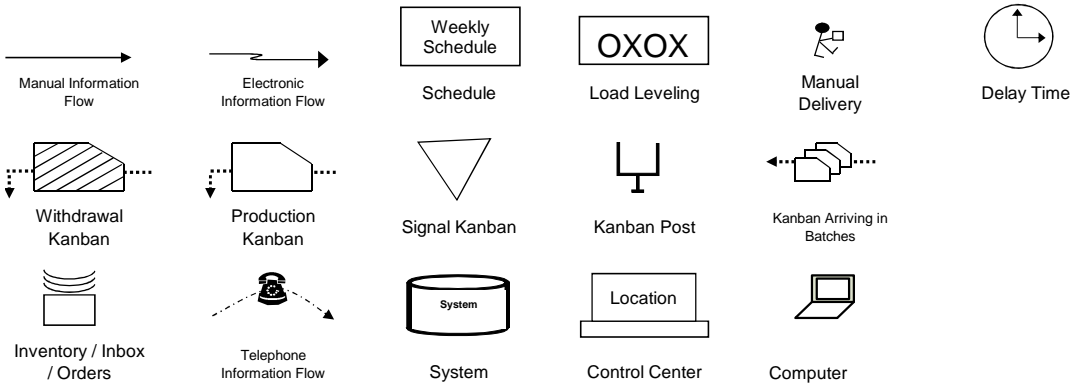
Life: 110 hod

Příloha č.1

Material Flow Icons



Information Flow Icons



General Icons



Data Suggestions

Process Steps Data	
xx	= # of Associates required to complete the process step
C/T	= Cycle Time, the amount of time it takes the smallest unit of measure to complete the process step
x Shifts	= The number of shifts per day that a given Process Step is occurring on
xx Min	= # of minutes available for (1) day, to complete the process step
Stage Point / Inventory Symbol Data	
x QTY	= Quantity of inventory accumulated at the given stage point
x Days	= Weeks/Days/Hours/Minutes of inventory accumulated at the given stage point
Outbound Outside Source / Customer Data	
Volume/Month	= Average Total Volume Shipped per Month (Suggested Minimum of 3-MO's Average)
Volume/Day	= Average Total Volume Shipped per Day (Suggested Minimum of 3-MO's Average)
Deliveries/Month	= Average Total Deliveries <or> Shipments per Month (Suggested Minimum of 3-MO's Average)
Deliveries/Day	= Average Total Deliveries <or> Shipments per Day (Suggested Minimum of 3-MO's Average)
Inbound Outside Source / Customer Data	
Volume/Month	= Average Total Volume Shipped per Month (Suggested Minimum of 3-MO's Average)
Volume/Day	= Average Total Volume Shipped per Day (Suggested Minimum of 3-MO's Average)
Delivery	
Receipts/Month	= Average Total Delivery Receipts <or> Trailers Unloaded per Month (Suggested Minimum of 3-MO's Average)
Delivery	
Receipts/Day	= Average Total Delivery Receipts <or> Trailers Unloaded per Day (Suggested Minimum of 3-MO's Average)

ČASY operací pro stroj TAJMAC [sec]												
Jméno pracovníka		Václav										
Datum měření		4.3.2014										
Číslo lopatky	3.3.2014		4.3.2014									
	1. lopatka 43	2. lopatka 44	3. lopatka 45	4. lopatka 46	5. lopatka 47	6. lopatka 48	7. lopatka 49	8. lopatka 54	9. lopatka 55	10. lopatka 56		
Upnutí lopatky do stroje	76,86	66,54	75,94	71,75	72,50	70,94	79,36	72,94	77,54	96,32		
Zapnutí stroje	12,95	13,47	10,15	10,90	17,96	14,87	16,52	13,26	12,25	11,48		
Nastavení parametrů stroje	7,45	4,83	10,84	10,13	11,75	10,89	12,87	5,65	11,54	14,29		
Stroj- obrábění	982,58	935,26	995,62	954,93	985,00	983,14	959,36	992,15	988,52	1012,11		
Měření - rozpětí nožky	83,65	79,85	75,17	98,28	95,62	96,25	99,25	92,41	95,20	97,72		
Přenastavení parametrů stroje	15,66	11,77	62,13	14,15	16,30	15,94	39,54	25,62	17,95	24,56		
Pilování ploch lopatky	32,65	34,33	56,29	51,23	55,98	54,62	45,68	55,32	52,31	54,29		
Sražení hran	201,36	182,86	178,11	187,00	236,96	185,69	195,65	200,48	220,74	228,64		
Očištění a uložení lopatky do palety	19,65	20,81	18,51	17,78	16,52	18,62	21,12	19,65	23,56	25,17		
Vypnutí a očištění stroje	31,01	34,70	37,21	40,33	36,24	42,65	35,36	39,89	41,12	39,52		
Vyjmutí lopatky	26,73	22,11	22,47	20,81	25,36	23,68	21,86	24,66	20,78	21,15		
Očištění lopatky	11,27	8,76	13,82	11,84	15,69	13,58	13,15	12,65	14,24	15,42		
Očištění stroje	9,64	12,32	17,21	10,68	16,23	16,45	9,95	12,75	16,52	17,21		
Cellkový čas	1158,49	1097,99	1183,26	1131,37	1180,73	1176,20	1148,43	1173,95	1152,51	1227,50		

Popis činnosti

Paralelní činnosti
příchodu stroje

Stroj: TAJMAC
Norma: 26 min

Číslo zakázky:
Číslo výkresu:

ZAP401217
Tp6050777

Číslo VO:
Číslo operace:

311010106
150

ČASY operací pro stroj G-MILL [sec]														
Jméno pracovníka	p. Jirka			p. Jirka			p. Petr			p. Petr				
	24.2.2014			25.2.2014			26.2.2014			26.2.2014				
Datum měření	1. lopatka	2. lopatka	3. lopatka	4. lopatka	5. lopatka	6. lopatka	7. lopatka	8. lopatka	9. lopatka	10. lopatka	90	91	92	93
Číslo lopatky	50	51	52	67	68	69	90	91	92	93				
Upnutí polotovaru	39,79	32,16	27,23	38,26	37,51	30,29	22,56	21,81	21,65	19,62				
Spuštění stroje	14,30	12,40	14,86	16,45	15,91	19,58	14,98	12,66	13,36	15,69				
Nastavení parametrů	5,50	7,30	9,66	5,97	6,18	25,09	9,05	8,12	7,98	8,05				
Stroj- vrtání dílku	263,99	265,19	279,70	267,41	276,59	282,44	346,13	336,33	292,63	305,96				
Vypnutí- čištění	5,03	5,07	5,08	5,64	5,42	4,84	8,75	8,31	8,96	9,25				
Kontrola dílku	6,15	6,74	7,51	6,93	6,37	5,73	8,47	7,15	9,65	9,14				
Stroj- obrábění	2922,06	3318,93	0,00	2996,37	3051,00	3063,87	3206,32	3146,88	3036,95	2939,62				
Vypnutí- čištění	53,86	53,67	0,00	57,62	51,51	55,63	41,94	45,89	52,60	53,46				
Měření- šířka nožky	32,70	29,76	0,00	38,99	58,72	59,13	25,18	26,52	31,52	32,25				
Vyjmutí lopatky- položení na stůl	19,04	18,01	0,00	13,98	19,19	17,45	23,13	25,15	26,47	25,72				
Celkový čas	3362,42	3749,23	344,04	3447,62	3528,40	3564,05	3706,51	3638,82	3501,77	3418,76				

Popis činnosti

Stroj: G-MILL (3)
Norma: 78 min

Číslo zakázky: ZAP401217
Číslo výkresu: Tp6050777

Číslo VO: 311010106
Číslo operace: op. 110

ČASY operací pro stroj VARIAXIS [sec]												
Jméno pracovníka		Martin					Adam					Mirek
Datum měření		25.2.2014					26.2.2014					
Číslo lopatky		1. lopatka	2. lopatka	3. lopatka	4. lopatka	5. lopatka	6. lopatka	7. lopatka	8. lopatka	9. lopatka	10. lopatka	
		60	61	62	63	64	85	86	87	88	89	
Upnutí polotovaru + očištění		45,00	42,58	37,06	41,57	49,78	38,56	39,99	40,15	38,63	35,26	
Spuštění stroje		4,36	4,65	5,94	4,65	4,96	8,47	9,16	8,41	9,65	8,56	
Stroj- obrábění		2142,98	2157,16	2184,56	2147,65	2163,15	2158,65	2180,14	2126,31	2165,20	2123,95	
Pilování předešlé lopatky		165,42	156,25	106,93	135,32	80,19	204,36	241,14	216,56	252,33	296,30	
Měření závěsu předešlé lopatky		89,64	94,92	83,24	95,36	73,98	145,61	154,09	156,25	176,13	158,15	
Sražení hran předešlé lopatky		242,26	256,54	233,29	259,55	266,55	332,36	339,48	312,63	342,02	306,12	
Měření rovinnosti předešlé lopatky		20,12	22,47	18,42	19,53	17,47	23,65	24,15	26,09	27,01	26,15	
Vyražení čísla na předešlou lopatku		18,65	22,47	15,14	17,35	20,15	32,54	31,79	38,15	38,54	37,98	
Výměna destiček		285,61	0,00	237,88	0,00	285,32	0,00	374,25	0,00	375,03	0,00	
Výjmutí lopatky- očištění		71,42	114,32	76,59	123,12	76,40	81,07	141,84	138,22	165,36	146,52	
Celkový čas		2263,76	2318,71	2304,15	2316,99	2294,29	2286,75	2371,13	2313,09	2378,84	2314,29	

Popis činnosti

Paralelní činnosti při chodu stroje

Stroj:

Variaxis

Číslo zakázky:

ZAP401358

Číslo VO:

111060152

Číslo výkresu:

Tr6089137

Číslo operace:

op. 62

ČASY operací pro stroj TAJMAC [sec]												
Mirek												
14.3.2014												
13.3.2014												
11. lopatka												
12. lopatka												
13. lopatka												
14. lopatka												
15. lopatka												
16. lopatka												
17. lopatka												
18. lopatka												
19. lopatka												
20. lopatka												
Popis činnosti	Uprnutí lopatky do stroje	82,65	65,24	78,94	77,52	81,45	70,96	75,36	81,47	76,32	73,52	
	Zapnutí stroje	13,25	14,65	12,85	11,69	14,63	14,87	13,62	12,52	14,15	11,48	
	Nastavení parametrů stroje	8,12	9,65	7,52	8,36	8,33	9,01	8,54	7,96	8,21	7,65	
	Stroj - obrábění	954,93	956,32	992,56	986,32	956,22	985,14	956,40	987,53	964,38	974,68	
	Měření - rozpětí nožky	82,56	76,85	77,15	89,87	95,26	99,13	95,25	94,21	92,50	92,72	
	Přenastavení parametrů stroje	26,31	24,57	27,89	26,31	24,86	25,98	23,68	21,98	26,53	25,98	
	Přívání ploch lopatky	39,16	38,54	41,52	37,85	38,06	39,46	38,51	39,46	42,16	43,25	
	Sražení hran	195,63	192,45	189,62	195,47	202,35	201,68	199,57	198,86	201,45	199,62	
	Očištění a uložení lopatky do palety	20,36	19,85	21,45	19,85	20,74	19,65	19,48	18,95	21,57	20,36	
	Vyjmnutí a očištění stroje	35,21	33,87	35,96	36,48	31,47	34,96	33,41	32,25	37,62	31,25	
	Vyjmutí lopatky	23,15	24,65	22,95	23,98	24,85	24,16	26,85	22,07	23,49	21,88	
	Očištění lopatky	12,56	11,98	12,36	14,57	13,65	12,45	12,39	13,66	14,24	16,52	
	Očištění stroje	10,25	11,45	14,63	10,28	13,96	11,87	12,54	13,87	13,69	14,78	
	Celkový čas	1140,12	1127,81	1177,77	1169,20	1144,56	1163,42	1139,11	1171,33	1152,10	1151,76	

Stroj: TAJMAC

Číslo zakázky: ZAP401217

Číslo VO: 311010106

Číslo výkresu: Tp6050777

Číslo operace: 150

ČASY operací pro stroj G-MILL [sec]																					
Jméno pracovníka		p. Václav						p. Jirka						p. Petr							
Datum měření		16.3.2014						17.3.2014						19.3.2014							
Číslo lopatky		11. lopatka	12. lopatka	13. lopatka	14. lopatka	15. lopatka	16. lopatka	17. lopatka	18. lopatka	19. lopatka	20. lopatka	11. lopatka	12. lopatka	13. lopatka	14. lopatka	15. lopatka	16. lopatka	17. lopatka	18. lopatka	19. lopatka	20. lopatka
		50	51	52	67	68	69	90	91	92	93	50	51	52	67	68	69	90	91	92	93
Upnutí polotovaru		38,56	39,62	34,56	36,21	38,56	37,84	36,25	37,14	35,69	34,95										
Spuštění stroje		13,24	14,65	15,65	12,00	14,58	14,69	14,98	12,66	13,36	14,96										
Nastavení parametrů		6,25	7,89	9,56	8,41	7,56	8,23	8,25	8,15	8,96	9,01										
Stroj- vrtání dílku		265,31	264,52	279,63	268,36	274,62	275,14	286,45	293,14	292,63	298,04										
Vypnutí- čištění		6,03	6,25	6,14	6,98	5,99	6,25	6,37	6,14	7,12	7,52										
Kontrola dílku		8,25	8,96	9,01	8,25	8,74	9,23	8,65	8,23	8,41	8,55										
Stroj- obrábění		2945,23	3104,21	3052,26	2998,63	3041,25	3036,25	3106,86	3046,21	2997,56	2999,65										
Dokončovací obrábění		2142,98	2157,16	2184,56	2147,65	2163,15	2158,65	2180,14	2126,31	2165,20	2123,95										
Vypnutí- čištění		54,68	54,98	56,98	52,31	52,62	53,14	54,96	53,85	53,53	52,12										
Měření- šířka nožky		29,65	31,04	28,65	28,54	27,99	28,96	28,45	29,65	30,48	30,15										
Vyjmutí lopatky- položení na stůl		18,65	17,98	19,36	19,65	19,45	17,36	20,48	19,65	20,14	21,04										
Celkový čas		5528,83	5707,26	5696,36	5586,99	5654,51	5645,74	5751,84	5641,13	5633,08	5599,94										

Popis činnosti

Stroj:

G-MILL (3)

Číslo zakázky:

ZAP401217

Číslo VO:

311010106

Číslo výkresu:

Tr6050777

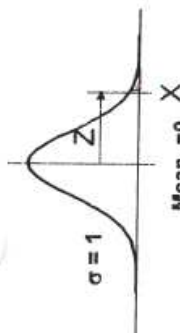
Číslo operace:

op. 110

Celkové časy operací pro všechny stroje [sec]				
Lopatka	Tajmac	G-mill	Variaxis	Celkový čas
1	1158,49	3362,42	2263,76	6784,67
2	1097,99	3749,23	2318,71	7165,93
3	1183,26	344,04	2304,15	3831,45
4	1131,37	3447,62	2316,99	6895,98
5	1180,73	3528,40	2294,29	7003,42
6	1176,20	3564,05	2286,75	7027,00
7	1148,43	3706,51	2371,13	7226,07
8	1173,95	3638,82	2313,09	7125,86
9	1152,51	3501,77	2378,84	7033,12
10	1227,50	3418,76	2314,29	6960,55
průměr	1163,04	3226,16	2316,20	6705,41

Celkové časy operací pro všechny stroje nové cesty [sec]			
Lopatka	Tajmac	G-mill	Celkový čas
11	1140,12	5528,83	6668,95
12	1127,81	5707,26	6835,07
13	1177,77	5696,36	6874,13
14	1169,20	5586,99	6756,19
15	1144,56	5654,51	6799,07
16	1163,42	5645,74	6809,16
17	1139,11	5751,84	6890,95
18	1171,33	5641,13	6812,46
19	1152,10	5633,08	6785,18
20	1151,76	5599,94	6751,70
průměr	1153,72	5644,57	6798,29

Standard Normal Distribution



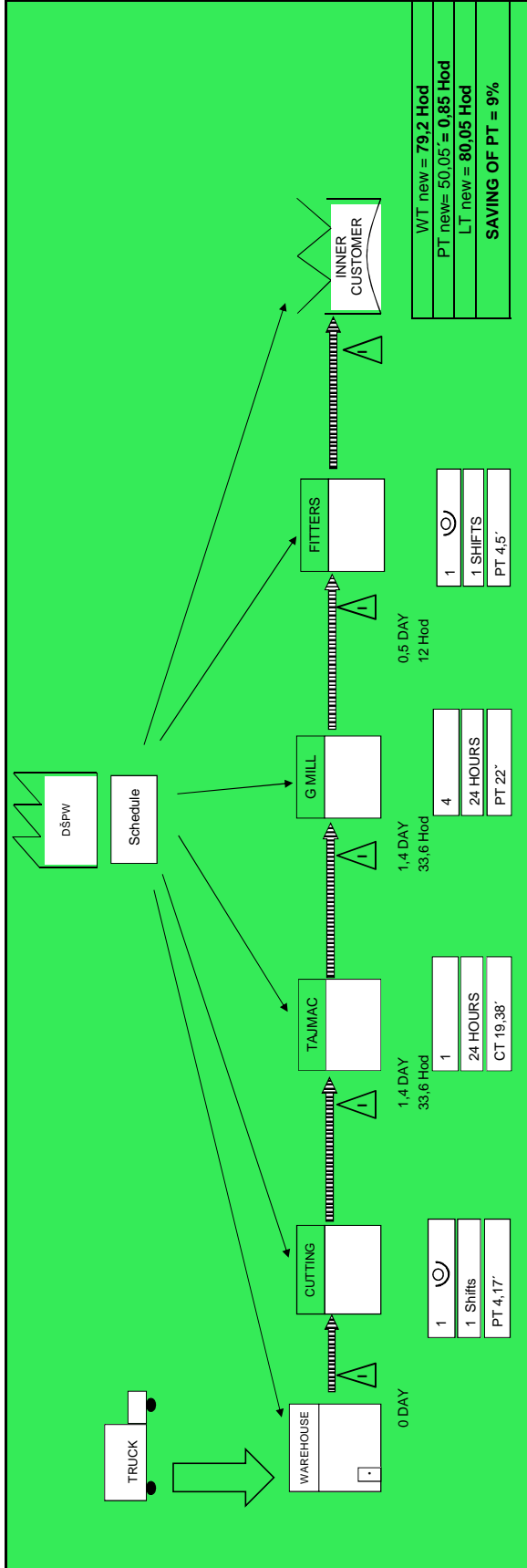
z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.7	.2420	.2389	.2359	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
1.0	.1587	.1563	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.6	.0548	.0537	.0526	.0515	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0376	.0367
1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.3	.01072	.01044	.01017	.00990	.00964	.00939	.00914	.00889	.00866	.00842
2.4	.00820	.00795	.00776	.00755	.00734	.00714	.00695	.00676	.00657	.00639
2.5	.00621	.00604	.00587	.00570	.00554	.00539	.00523	.00508	.00494	.00480
2.6	.00468	.00453	.00440	.00427	.00415	.00402	.00391	.00379	.00368	.00357
2.7	.00347	.00336	.00326	.00317	.00307	.00298	.00289	.00280	.00272	.00264
2.8	.00256	.00248	.00240	.00233	.00226	.00219	.00212	.00205	.00199	.00193
2.9	.00187	.00181	.00175	.00169	.00164	.00159	.00154	.00149	.00144	.00139
3.0	.00135	.00131	.00126	.00122	.00118	.00114	.00111	.00107	.00104	.00100
3.1	.00098	.00096	.00094	.00092	.00090	.00088	.00086	.00084	.00083	.00081
3.2	.00080	.00078	.00077	.00076	.00074	.00073	.00072	.00071	.00070	.00069
3.3	.00067	.00066	.00065	.00064	.00063	.00062	.00061	.00060	.00059	.00058
3.4	.00057	.00056	.00055	.00054	.00053	.00052	.00051	.00050	.00049	.00048
3.5	.00047	.00046	.00045	.00044	.00043	.00042	.00041	.00040	.00039	.00038
3.6	.00037	.00036	.00035	.00034	.00033	.00032	.00031	.00030	.00029	.00028
3.7	.00027	.00026	.00025	.00024	.00023	.00022	.00021	.00020	.00019	.00018
3.8	.00017	.00016	.00015	.00014	.00013	.00012	.00011	.00010	.00009	.00008
3.9	.00007	.00006	.00005	.00004	.00003	.00002	.00001	.00000	.00000	.00000

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
4.0	3.17E-5	3.04E-5	2.91E-5	2.79E-5	2.67E-5	2.56E-5	2.45E-5	2.35E-5	2.25E-5	2.16E-5
4.1	2.07E-5	1.98E-5	1.90E-5	1.81E-5	1.74E-5	1.66E-5	1.59E-5	1.52E-5	1.46E-5	1.40E-5
4.2	1.34E-5	1.28E-5	1.22E-5	1.17E-5	1.12E-5	1.07E-5	1.02E-5	9.78E-6	9.35E-6	8.94E-6
4.3	8.55E-6	8.17E-6	7.81E-6	7.46E-6	7.13E-6	6.81E-6	6.51E-6	6.22E-6	5.94E-6	5.67E-6
4.4	5.42E-6	5.17E-6	4.94E-6	4.72E-6	4.50E-6	4.30E-6	4.10E-6	3.91E-6	3.74E-6	3.56E-6
4.5	3.40E-6	3.24E-6	3.09E-6	2.95E-6	2.82E-6	2.68E-6	2.56E-6	2.44E-6	2.33E-6	2.22E-6
4.6	2.11E-6	2.02E-6	1.92E-6	1.83E-6	1.74E-6	1.66E-6	1.58E-6	1.51E-6	1.44E-6	1.37E-6
4.7	1.30E-6	1.24E-6	1.18E-6	1.12E-6	1.07E-6	1.02E-6	9.69E-7	9.22E-7	8.78E-7	8.35E-7
4.8	7.94E-7	7.58E-7	7.19E-7	6.84E-7	6.50E-7	6.18E-7	5.88E-7	5.59E-7	5.31E-7	5.05E-7
4.9	4.80E-7	4.58E-7	4.33E-7	4.12E-7	3.91E-7	3.72E-7	3.53E-7	3.35E-7	3.18E-7	3.02E-7
5.0	2.87E-7	2.73E-7	2.59E-7	2.46E-7	2.33E-7	2.21E-7	2.10E-7	1.99E-7	1.89E-7	1.79E-7
5.1	1.70E-7	1.61E-7	1.53E-7	1.45E-7	1.38E-7	1.30E-7	1.24E-7	1.17E-7	1.11E-7	1.05E-7
5.2	9.98E-8	9.46E-8	8.96E-8	8.49E-8	8.04E-8	7.62E-8	7.22E-8	6.84E-8	6.47E-8	6.13E-8
5.3	5.80E-8	5.49E-8	5.20E-8	4.92E-8	4.66E-8	4.41E-8	4.17E-8	3.95E-8	3.73E-8	3.53E-8
5.4	3.34E-8	3.16E-8	2.99E-8	2.82E-8	2.67E-8	2.52E-8	2.39E-8	2.26E-8	2.13E-8	2.01E-8
5.5	1.90E-8	1.80E-8	1.70E-8	1.61E-8	1.52E-8	1.43E-8	1.35E-8	1.28E-8	1.21E-8	1.14E-8
5.6	1.07E-8	1.01E-8	9.57E-9	9.04E-9	8.53E-9	8.04E-9	7.59E-9	7.16E-9	6.75E-9	6.37E-9
5.7	6.01E-9	5.67E-9	5.34E-9	5.04E-9	4.75E-9	4.48E-9	4.22E-9	3.98E-9	3.75E-9	3.53E-9
5.8	3.33E-9	3.13E-9	2.95E-9	2.78E-9	2.62E-9	2.47E-9	2.32E-9	2.19E-9	2.06E-9	1.94E-9
5.9	1.82E-9	1.72E-9	1.62E-9	1.52E-9	1.43E-9	1.35E-9	1.27E-9	1.19E-9	1.12E-9	1.05E-9
6.0	9.90E-10	9.31E-10	8.75E-10	8.23E-10	7.73E-10	7.27E-10	6.83E-10	6.42E-10	6.03E-10	5.67E-10
6.1	5.32E-10	5.00E-10	4.70E-10	4.41E-10	4.14E-10	3.89E-10	3.65E-10	3.43E-10	3.22E-10	3.02E-10
6.2	2.83E-10	2.66E-10	2.50E-10	2.34E-10	2.20E-10	2.06E-10	1.93E-10	1.81E-10	1.70E-10	1.59E-10
6.3	1.49E-10	1.40E-10	1.31E-10	1.23E-10	1.15E-10	1.08E-10	1.01E-10	9.49E-11	8.89E-11	8.33E-11
6.4	7.80E-11	7.31E-11	6.86E-11	6.41E-11	6.00E-11	5.62E-11	5.26E-11	4.92E-11	4.61E-11	4.31E-11
6.5	4.04E-11	3.78E-11	3.53E-11	3.30E-11	3.09E-11	2.89E-11	2.70E-11	2.53E-11	2.38E-11	2.21E-11
6.6	2.07E-11	1.93E-11	1.81E-11	1.69E-11	1.58E-11	1.47E-11	1.38E-11	1.29E-11	1.20E-11	1.12E-11
6.7	1.05E-11	9.79E-12	9.14E-12	8.53E-12	7.96E-12	7.43E-12	6.93E-12	6.48E-12	6.04E-12	5.64E-12
6.8	5.26E-12	4.91E-12	4.59E-12	4.27E-12	3.95E-12	3.71E-12	3.46E-12	3.23E-12	3.01E-12	2.81E-12
6.9	2.62E-12	2.44E-12	2.27E-12	2.12E-12	1.97E-12	1.84E-12	1.71E-12	1.59E-12	1.49E-12	1.38E-12
7.0	1.29E-12	1.20E-12	1.12E-12	1.04E-12	9.66E-13	8.96E-13	8.30E-13	7.69E-13	7.26E-13	6.75E-13
7.1	6.28E-13	5.84E-13	5.43E-13	5.05E-13	4.70E-13	4.37E-13	4.06E-13	3.78E-13	3.51E-13	3.26E-13
7.2	3.03E-13	2.82E-13	2.62E-13	2.43E-13	2.28E-13	2.10E-13	1.95E-13	1.81E-13	1.68E-13	1.56E-13
7.3	1.45E-13	1.35E-13	1.25E-13	1.16E-13	1.08E-13	9.99E-14	9.27E-14	8.60E-14	7.98E-14	7.40E-14
7.4	6.86E-14	6.37E-14	5.90E-14	5.47E-14	5.07E-14	4.70E-14	4.36E-14	4.04E-14	3.75E-14	3.47E-14
7.5	3.22E-14	2.88E-14	2.70E-14	2.55E-14	2.37E-14	2.19E-14	2.03E-14	1.88E-14	1.74E-14	1.61E-14
7.6	1.49E-14	1.38E-14	1.28E-14	1.18E-14	1.10E-14	1.01E-14	9.38E-15	8.68E-15	8.03E-15	7.42E-15
7.7	6.86E-15	6.35E-15	5.87E-15	5.43E-15	5.02E-15	4.64E-15	4.29E-15	3.96E-15	3.65E-15	3.36E-15
7.8	3.12E-15	2.89E-15	2.67E-15	2.46E-15	2.27E-15	2.10E-15	1.94E-15	1.79E-15	1.65E-15	1.53E-15
7.9	1.41E-15	1.30E-15	1.20E-15	1.11E-15	1.02E-15	9.42E-16	8.69E-16	8.01E-16	7.39E-16	6.82E-16

Ztráty vygenerované z aplikace MES- Stará cesta		G-Mill	Tajmac	Variaxis	celekm
Nastavení/Setup		6,97%	13,82%	9,28%	10,02%
	Upínání obrobku	1,13%	1,72%	0,83%	1,23%
	Programování	0,98%	4,04%	7,51%	4,18%
	Seřízení nástrojů	3,72%	2,75%	0,59%	2,35%
	Ruční výměna nástrojů	0,64%	0,09%	0,00%	0,24%
	Měření	0,50%	0,69%	0,35%	0,51%
	Opětovné upínání (ztráta)	0,00%	4,53%	0,00%	1,51%
Ztráty I./Losses operation		2,94%	4,93%	4,70%	4,19%
	Práce jinde	0,00%	0,00%	0%	0,00%
	Porada	0%	0,00%	0%	0,00%
	Zlepšování procesu	0,00%	0,04%	0,13%	0,06%
	Přestávka	0,10%	3,62%	4,42%	2,71%
	Absence	1,17%	0,77%	0%	0,65%
	Ostatní	0%	0,22%	0,00%	0,07%
	Doprava	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Údržba operátorem	1,67%	0,28%	0,15%	0,70%
Ztráty II./Losses support		0,88%	1,20%	0,33%	0,80%
	Problém kvality	0%	0,05%	0%	0,02%
	TPV / technologie	0,37%	0,12%	0,03%	0,17%
	TPV / konstrukce	0,00%	0,00%	0%	0,00%
	Kontrola kvality	0,42%	0,93%	0,30%	0,55%
	Problém s materiálem	0%	0%	0%	0,00%
	Chybí nástroj, přípravek	0%	0,01%	0%	0,00%
	Vedlejší technologické časy	0,09%	0%	0%	0,03%
	Nedostatek práce	0%	0,08%	0%	0,03%
Výroba/Production		83,82%	45,42%	74,69%	67,98%
	NC cyklus / řezný čas	72,62%	34,64%	55,12%	54,13%
	NC cyklus / ostatní	11,19%	10,78%	19,57%	13,85%
	Ruční výroba	0%	0%	0%	0,00%
Ztráty III. /Losses comp.		0,11%	0,13%	0,14%	0,13%
	Události ve společnosti	0,03%	0,11%	0,04%	0,06%
	Školení	0,08%	0,02%	0,10%	0,07%
Údržba, porucha/Failure		0,99%	1,33%	10,18%	4,17%
	Požadavek na údržbu	0,10%	0,01%	0,01%	0,04%
	Oprava	0,86%	1,03%	0,85%	0,91%
	Kontrola a údržba stroje	0,03%	0,28%	0,22%	0,18%
	Oprava dodavatelem	0%	0%	9,10%	3,03%
Automatický poplach/Alarm		0,34%	1,96%	0,06%	0,79%
	Stroj je vypnutý	0,00%	1,94%	0%	0,65%
	Terminál je vypnutý	0,00%	0%	0,00%	0,00%
	Porucha	0,21%	0%	0,05%	0,09%
	Nadbytečné čekání	0,12%	0,02%	0,01%	0,05%
Přepnutí/Change		3,95%	6,02%	0,62%	3,53%
	Změna stavu	3,95%	6,02%	0,62%	3,53%

Value Stream Mapping (VSM)

Mapa současněho stavu



Mapa současněho stavu

Datum: 15.3.2014
 Produkt: Výroba malých lopatek
 Díl: Lopatky Temelin

Značky VSM

Materiálový tok

Dotavatel
Zákazník

výrobní proces

zásoba / sklad

fizení látkem

— FIFO (first in first out)

fizení látkem

operátor

Bento Box

B. B.

Přeprava autem

Informační tok

tok informace

elektronický tok

informace

6σ řízení (going to six sigma)

Sekvence plánu

OXO

Zlepšování

Kaizen

Ztráty vygenerované z aplikace MES- Nová cesta		G-Mill	Tajmac	celekm
Nastavení/Setup		4,94%	15,45%	10,20%
	Upínání obrobku	0,96%	1,78%	1,37%
	Programování	0,65%	5,06%	2,86%
	Seřízení nástrojů	2,56%	3,25%	2,91%
	Ruční výměna nástrojů	0,54%	0,11%	0,33%
	Měření	0,23%	0,69%	0,46%
	Opětovné upínání (ztráta)	0,00%	4,56%	2,28%
Ztráty I./Losses operation		1,94%	5,15%	3,55%
	Práce jinde	0,00%	0,00%	0,00%
	Porada	0%	0,00%	0,00%
	Zlepšování procesu	0,00%	0,05%	0,03%
	Přestávka	0,09%	4,21%	2,15%
	Absence	0,60%	0,35%	0,48%
	Ostatní	0%	0,25%	0,13%
	Doprava	0,00%	0,00%	0,00%
	Údržba operátorem	1,25%	0,29%	0,77%
Ztráty II./Losses support		0,68%	1,38%	1,03%
	Problém kvality	0%	0,05%	0,03%
	TPV / technologie	0,25%	0,28%	0,27%
	TPV / konstrukce	0,00%	0,00%	0,00%
	Kontrola kvality	0,35%	0,96%	0,66%
	Problém s materiálem	0%	0%	0,00%
	Chybí nástroj, přípravek	0%	0,01%	0,01%
	Vedlejší technologické časy	0,08%	0%	0,04%
	Nedostatek práce	0%	0,08%	0,04%
Výroba/Production		89,12%	59,20%	74,16%
	NC cyklus / řezný čas	76,54%	45,62%	61,08%
	NC cyklus / ostatní	12,58%	13,58%	13,08%
	Ruční výroba	0%	0%	0,00%
Ztráty III. /Losses comp.		0,08%	0,14%	0,11%
	Události ve společnosti	0,02%	0,12%	0,07%
	Školení	0,06%	0,02%	0,04%
Údržba, porucha/Failure		0,90%	1,38%	1,14%
	Požadavek na údržbu	0,09%	0,01%	0,05%
	Oprava	0,78%	1,12%	0,95%
	Kontrola a údržba stroje	0,03%	0,25%	0,14%
	Oprava dodavatelem	0%	0%	0,00%
Automatický poplach/Alarm		0,28%	2,03%	1,16%
	Stroj je vypnutý	0,00%	2,01%	1,01%
	Terminál je vypnutý	0,00%	0%	0,00%
	Porucha	0,18%	0%	0,09%
	Nadbytečné čekání	0,10%	0,02%	0,06%
Přepnutí/Change		3,65%	3,15%	3,40%
	Změna stavu	3,65%	3,15%	3,40%

Předávací protokol

Název projektu:	Proces výroby malých lopatek turbíny
Předávající:	Řešitelský team problému procesu
Přebírající:	Champion projektu

Předání	
Předmět předání	Zlepšený proces výroby malých lopatek turbíny. Celkový Lead Time celého procesu je zkrácen o 30%, přičemž byl požadavek minimálního zkrácení o 5%.
	Celkový proces je variabilní a způsobilý.
Způsob předání	Proces předán symbolicky, skutečné řešení probíhá ve výrobní hale a na příslušných výrobních NC strojích.

Poznámka	
Proces byl fyzicky představen a vyzkoušen. Proběhlo měření a zkoumání předávaného procesu přímo ve výrobní hale.	

Místo předání:	Doosan Škoda Power, Tylova 1/57, 301 28 Plzeň
Datum, čas:	7.4.2014, 15:00

Podpisová tabulka			
<i>Přebírající</i>		<i>Předávající</i>	
Jméno:	Ing. Jaroslav Milsimer	Jméno:	Ing. Pavel Justin
Podpis:		Podpis:	

