

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA EKONOMICKÁ**

Diplomová práce

**Analýza a optimalizace vybraných podnikových  
procesů**

**Business Process Analysis and Optimization**

Petr Lundák

Plzeň 2014

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta ekonomická  
Akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU UNĚROPECHEHO DLA. CMBLLCKRMBLO VYKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr LUNDÁK**  
Osobní číslo: **K11N0012P**  
Studijní program: **MG208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Podniková ekonomika a management**  
Název tématu: **Analýza a optimalizace výrobných podnikových procesů**  
Zadávající katedra: **Katedra podnikové ekonomiky a managementu**

### Z A S A D Ů P R O V Y P R A C O V Á N Í :

1. Charakterizujte vybavení podniku.
2. Proveďte analýzu podnikových procesů ve vybavení podniku.
3. Na základě provedené analýzy určete vhodné metody pro analýzu a optimalizaci procesů na vybavení pracoviště podniku.
4. Vyzkoušejte případně vhodné výpočtové a grafické metody.
5. Proveďte analýzu vhodně navržených změn na účinnost podnikových procesů a pro-  
vedte je odesívané přílohy navržená řešení.

Hrozba grafického práva: **neuváděna**  
Rozsah pracovní zprávy: **60 - 80 stran**  
Forma zpracování diplomové práce: **tisková/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

- **GEORGE, Michael L., a kol.** *Kapitoly řízení*. Léan Šis Sigra. Praha : SČGC  
Partners, 2010. **ISBN 978-80-904099-2-7-**
- **PETŘÍK, Tomáš.** *Procesní a behaviorální řízení firmy a organizace - základová  
teorie a implementační manažerské metody*. ABC/AMA. Praha: Linde, 2007. **ISBN  
978-80-7201-948-8.**
- **RPPA, Václav.** *Podnikové procesy: poznání řízení a modelování*. Praha: Grada  
Publishing a. s., 2007. **ISBN 978-80-247-2252-8.**
- **ŠVOZILOVÁ, Alena.** *Základy podnikových procesů*. Praha: Grada  
Publishing, 2011. **ISBN 978-80-247-3038-0.**
- **ŠKRTIČ, Filip.** *Zakládání a rozvoj profesního týmu ve firmě*. Praha: Grada  
Publishing a. s., 2007. **ISBN 978-80-247-1679-4.**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Martin Jannška, Ph.D.**  
Katedra podnikové ekonomiky a managementu

Datum zadání diplomové práce:


**25. října 2013**

Termín odevzdání diplomové práce:

**25. dubna 2014**

  
Doc. Dr. Ing. Zdeněk Turek  
děkan



  
Doc. Ing. Petr Špink  
vedoucí katedry

V Plzni dne 25. října 2013

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma

*Analýza a optimalizace vybraných podnikových procesů*

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce za použití pramenů uvedených v příloženém seznamu použité literatury.

V Plzni dne .....

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Na tomto místě bych, jako autor této diplomové práce, rád poděkovala všem, kdo se podíleli na jejím zpracování a uspořádání.

Poděkování patří zejména vedoucímu mé diplomové práce Ing. Martinu Januškovi, Ph.D. za jeho spolupráci, potřebné rady a konzultace.

Dále bych chtěl poděkovat kolegům z podniku Doosan Škoda Power včetně pracovníků ručního leštění lopatek za spolupráci při měření hodnot a mapování procesu.

Poděkování patří i mé rodině a přátelům, kteří mě v průběhu studia finančně i psychicky podporovali.

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>7</b>
<b>1 Charakteristika podniku Doosan Škoda Power</b>	<b>9</b>
1.1 Výpis z obchodního rejstříku	10
1.2 Historie	11
1.3 Produkty Doosan Škoda Power	12
1.4 Skupina Doosan	13
1.5 Organizační struktura Doosan Škoda Power	14
<b>2 Výroba turbín</b>	<b>16</b>
2.1 Výroba lopatek	16
2.2 Pracoviště LLEST	17
<b>3 Štíhlá výroba a Six Sigma</b>	<b>19</b>
3.1 Štíhlá výroba	19
3.2 Six Sigma	20
3.3 Rozdíly štíhlé výroby a Six Sigma	21
3.4 Nástroje používané ve štíhlé výrobě a Six Sigma	22
<b>4 Uplatnění štíhlé výroby na pracovišti LLEST</b>	<b>25</b>
4.1 D – Definice problému	26
4.1.1 D1 – Výběr vhodného projektu	26
4.1.2 D2 – Sestavení projektového týmu	27
4.1.3 D3 – Naplánování projektu	28
4.1.4 D4 – Analýza stakeholderů	29
4.1.5 D5 – Určení rozsahu projektu	31
4.1.6 D6 – Sběr hlasu zákazníka	32
4.1.7 D7 – Nastavení CTQ a cíle projektu	32
4.1.8 D8 – Identifikace rizik projektu	33
4.1.9 D9 – Zjištění přínosů projektu	35
4.1.10 D10 – Sepsání zakládací listiny	35
4.2 M – Měření	36
4.2.1 M1 – Mapování procesu	36
4.2.2 M2 – Generování kořenových příčin	42
4.2.3 M3 – Redukce kořenových příčin	43
4.2.4 M4 – Plán sběru dat	45
4.2.5 M5 – Ověření měřicího systému	47

4.2.6	M6 – Sběr dat	47
4.3	A – Analýza	51
4.3.1	A1 – Hodnotová analýza	51
4.3.2	A2 – Analýza produktivity lidí	52
4.3.3	A3 – Analýza pracoviště	54
4.3.4	A4 – Závěr analýzy	54
4.4	I – Zlepšení (Improvement)	55
4.4.1	I1 – Hledání řešení	55
4.4.2	I2 – Určení priorit řešení	59
4.4.3	I3 – Zeštíhlení procesu	61
4.4.4	I4 – Implementace změn do procesu	64
4.4.5	I5 – Zajištění přijetí změny	68
4.5	C – Řízení (Control)	70
4.5.1	C1 – Nastavení procesních KPI	70
4.5.2	C2 – Plán kontroly procesu	71
4.5.3	C3 – Potvrzení zlepšení	72
4.5.4	C4 – Vyhodnocení projektu	73
	<b>Závěr</b>	<b>75</b>
	<b>Seznam obrázků</b>	<b>76</b>
	<b>Seznam tabulek</b>	<b>78</b>
	<b>Seznam použitých zkratk</b>	<b>79</b>
	<b>Seznam použité literatury</b>	<b>81</b>
	Tištěné zdroje	81
	Elektronické zdroje	82
	Interní zdroje	82
	<b>Abstrakt</b>	<b>83</b>
	<b>Abstract</b>	<b>84</b>

## Úvod

Předložená diplomová práce se zabývá analýzou a optimalizací respektive racionalizací podnikových procesů na pracovišti ručního leštění lopatek ve společnosti Doosan Škoda Power. Hlavním cílem práce je zvýšit produktivitu práce na vybraném pracovišti a snížit dodací lhůtu lopatek pomocí aplikace metod štíhlé výroby na tomto pracovišti. Snižování dodací lhůty je také jednou ze současných strategických iniciativ společnosti Doosan Škoda Power v úseku Turbíny.

Pracoviště ručního leštění lopatek (dále označeno také dle vnitropodnikové zkratky pracoviště, LLEST) bylo vybráno z důvodu dlouhé dodací lhůty a jejího prodlužování oproti plánu. Dalším problémem je nedostatečně specifikovaný proces broušení a leštění lopatek, který probíhá na tomto pracovišti. V diplomové práci bude proces zmapován, analyzován a budou hledány cesty pro zvýšení produktivity pracovníků na tomto pracovišti. Navržená opatření jsou prostředkem, jak dosáhnout hlavního cíle této diplomové práce.

Díky zkrácení dodací lhůty z procesu broušení a leštění lopatek, bude zkrácena dodací lhůta lopatek. Tím by mělo dojít i ke zkrácení dodací lhůty celé turbíny a zvýšení konkurenceschopnosti společnosti Doosan Škoda Power.

Diplomová práce je strukturována do čtyř základních kapitol. V první kapitole je charakterizována společnost Doosan Škoda Power. Tato kapitola je zařazena pro lepší uvedení do problematiky. Kapitola zahrnuje historii společnosti Doosan Škoda Power a skupiny Doosan, organizační strukturu a nabídku produktů společnosti, které jsou spjaty s výrobou parních turbín.

V kapitole druhé je přiblížena hlavní činnost společnosti, kterou je výroba parních turbín. V této kapitole je také blíže popsána výroba lopatek jako jeden z hlavních procesů společnosti. V rámci této kapitoly je také blíže popsáno pracoviště ručního leštění lopatek.

Ve třetí kapitole jsou stručně v teoretické rovině popsány metodologie zlepšování procesů. Základními metodologiemi zlepšování procesů jsou štíhlá výroba a Six Sigma. V této kapitole jsou oba koncepty popsány a poté porovnány. Dále jsou představeny některé nástroje a metody používané jak ve štíhlé výrobě, tak i v metodologii Six Sigma.

Vybrané metody štíhlé výroby jsou následně ve čtvrté kapitole aplikovány na pracovišti LLEST. Aplikace metod štíhlé výroby ve čtvrté kapitole je stěžejní částí práce. Čtvrtá kapitola obsahuje definici problému, měření včetně mapování procesu a její následnou analýzu. Důležitou součástí této kapitoly jsou navržená opatření produktivity práce na pracovišti LLEST a tím snížení dodací lhůty výrobků. Na závěr čtvrté kapitoly a tedy i celé práce je provedena analýza implementovaných změn a je vyčíslen přínos přijatých opatření pro společnost Doosan Škoda Power.





V rámci integrace do skupiny Doosan došlo i ke změně loga společnosti. V logu firmy (viz obrázek 2) je logo skupiny Doosan a doplňuje ho text celého názvu firmy, Doosan Škoda Power.

Okřídlený šíp Škoda (obrázek 3) je však stále používán pro označení parních turbín společnosti DŠPW. Obchodní známka Škoda tak nadále zůstává označením výrobků společnosti a odkazuje k její dlouholeté historii. DŠPW si díky tomu ponechává identitu na tradičních trzích. Na druhou stranu díky značce Doosan posiluje tam, kde značka Škoda nemá tak významné postavení.

Obrázek 3: Obchodní známka Škoda



Zdroj: Doosan Škoda Power, © 2014b

## 1.1 Výpis z obchodního rejstříku

**IČ:** 49193864

**Obchodní firma:** Doosan Škoda Power s.r.o.

**Sídlo:** Tylova 1/57,  
301 28 Plzeň

**Datum zápisu:** 1. 7. 1993

**Vlastník:** Doosan Power Systems S.A. (Lucembursko) 100%

**IČ:** 28896572

**Sídlo:** 65, Boulevard Grande-Duchesse Charlotte, L-1331  
Lucemburk, Lucemburské velkovévodství

**Kapitál:** 3 298 345 000 Kč

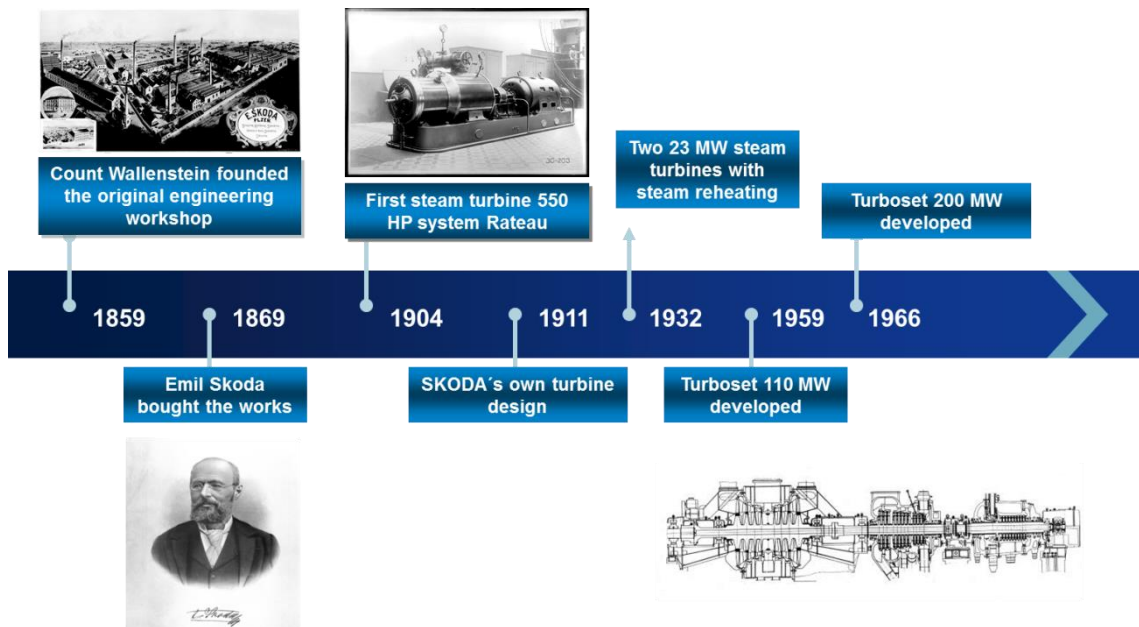
**Hlavní činnost:** 28110: Výroba motorů a turbín, kromě motorů pro letadla, automobily a motocykly

**Velikostní kategorie dle počtu zaměstnanců:** 1000 - 1499 zaměstnanců

## 1.2 Historie

Historie DŠPW sahá do roku 1856, kdy byla založena strojírenská dílna hrabětem Waldštejnem. V roce 1869 koupil dílnu Emil Škoda, který byl v tu dobu její hlavní inženýr. První turbína byla vyrobena v roce 1904. Jednalo se o parní turbínu systému Rateau o výkonu 412 kW. O sedm let později byla turbína systému Rateau nahrazena vlastním designem Škoda. V roce 1976 byla vyrobena parní turbína pro jaderné elektrárny o výkonu 220 MW. Historie společnosti je graficky zobrazena na obrázcích 4, 5.

Obrázek 4: Historie 1/2

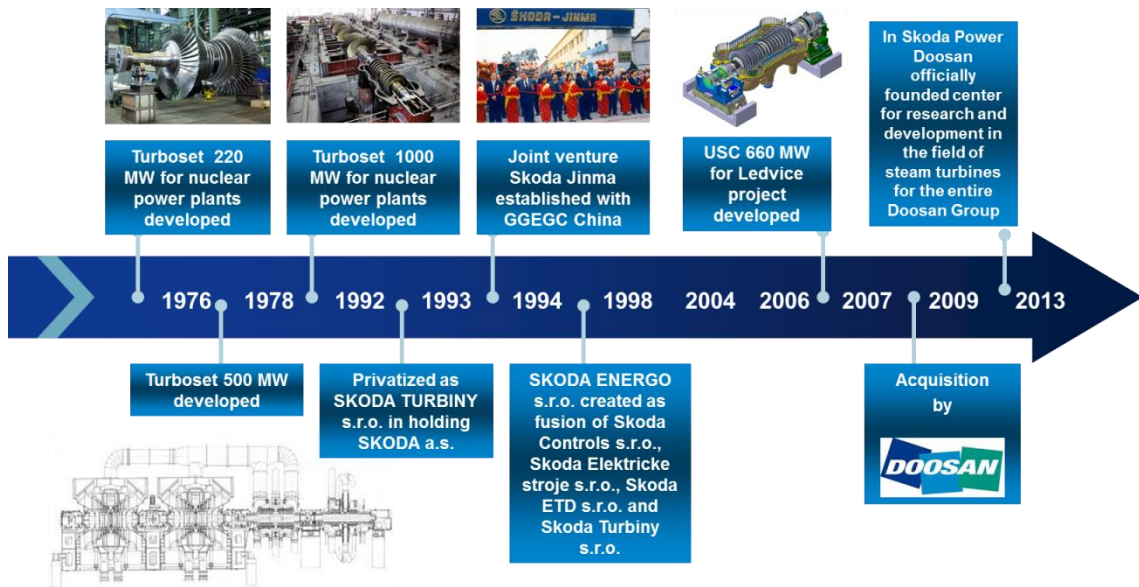


Zdroj: Doosan Škoda Power, 2013

Po privatizaci od roku 1993 byla výroba turbín součástí koncernu Škoda a.s. a v roce 2004 vzniká Škoda Power jako nástupnická společnost Škoda Energo s.r.o., která původně vznikla sloučením dceřiných společností Škoda a.s. v roce 1998. Konkrétně se jednalo o sloučení Škoda Control s.r.o., Škoda Elektrické stroje, Škoda ETD a Škoda Turbíny.

V roce 2009 ukončuje společnost Doosan akvizici Škoda Power a Škoda Power se stává dceřinou společností Doosan Power Systems (DPS). V roce 2012 se společnost přejmenovává na Doosan Škoda Power s.r.o. (Doosan Škoda Power, © 2014)

Obrázek 5: Historie 2/2

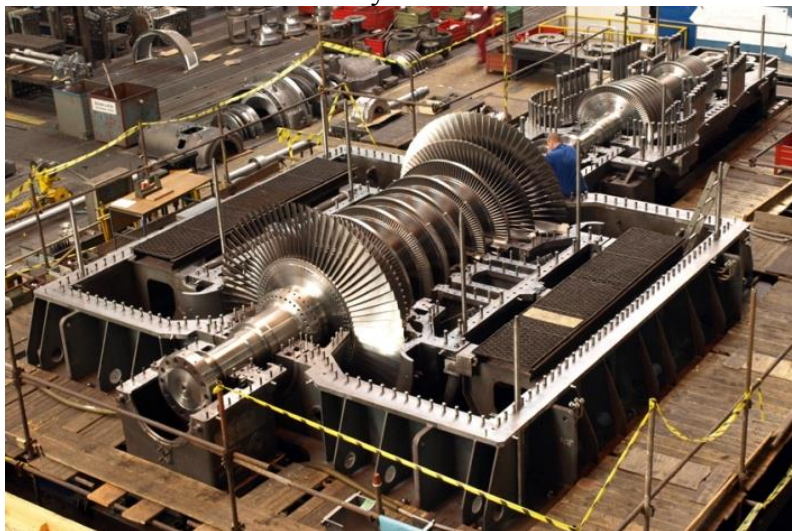


Zdroj: Doosan Škoda Power, 2013

### 1.3 Produkty Doosan Škoda Power

Základními produkty DŠPW jsou parní turbíny, turbosoustrojí a strojovny včetně výměníků tepla založené na vlastním výzkumu, vývoji a designu. Zařízení jsou určena pro: fosilní elektrárny, kogenerační jednotky na bázi odběrových respektive protitlakových parních turbín, paroplynové elektrárny, jaderné elektrárny, spalovny komunálního odpadu a biomasy.

Obrázek 6: Parní turbína řady MTD 60



Zdroj: Doosan Škoda Power, 2013

Dalšími produkty jsou:

- Povrchové kondenzátory s příslušenstvím
- Systémy ohřevu napájecí vody
- Výměníky tepla pro ohřev topné vody
- Rekonstrukce a retrofity výměníků tepla (zvyšuje výkon a prodlužuje životnost)
- Servis: řízení a dodávky náhradních dílů, odborné služby s využitím pokrokových diagnostických metod, generální opravy turbín a běžná údržba, servis „HOTLINE“, linka pro nouzové případy, vyhodnocení zbytkové životnosti zařízení, měření poklesu výkonu způsobeného stárnutím zařízení

(Doosan Škoda Power, [2013])

Obrázek 7: Vyvažování rotoru ve vysokootáčkovém odstředivém tunelu



Zdroj: Doosan Škoda Power, [2013]

## 1.4 Skupina Doosan

Skupina Doosan byla založena v roce 1896. Je nestarší firmou v Jižní Koreji, která se vyvinula v přední mezinárodní firmu. Tvoří ji síť více než 4 000 obchodních míst a zaměstnává 43 000 lidí v 35 zemích světa. Produktové portfolio firmy Doosan zahrnuje jaderné elektrárny, tepelné elektrárny, elektrárny na odsolování mořské vody i tzv. zelenou energii. Dále např. odlitky a výkovky, systémy pro manipulaci s materiálem, komplexní řadu stavebního a strojního zařízení, obráběcí stroje, lodní dieselové motory, prostředky kolejové dopravy, stavebnictví, ocelové mosty atd. (RED, 2014)

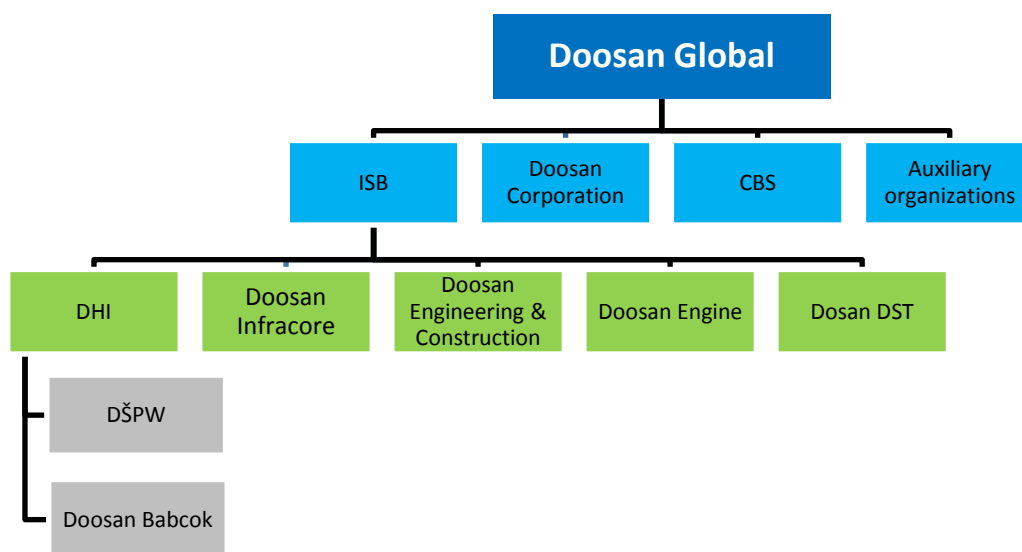


Jak již bylo řečené v předchozím odstavci, tak celá skupina Doosan má velmi široký záběr. Její působení se dá rozdělit do pěti oblastí. Těmi jsou ISB (Infrastructure Support Business), Doosan Corporation, CBS (Consumer and Service Business) a Auxiliary Organizations. Oblast ISB, kam patří i DŠPW se dělí na pět divizí. Stručné schéma struktury koncernu Doosan je na obrázku 8.

Do ISB se řadí divize Doosan Heavy Industries & Constructions (DHI), Doosan Infracore, Doosan Engineering & Construction, Doosan Engine a Doosan DST. Společnost Doosan Škoda Power patří spolu s Doosan Babcock do divize DHI. (Doosan Global, © 2014)

DHI nabízí produkty a služby v oblasti elektráren ve všech třech základních komponentách (kotel, turbína, generátor). Další oblastí je odsolování mořské vody, odlévání a výkovky pro elektrárenský, lodní a další průmysly. (Doosan Heavy Industries & Construction, © 2014)

Obrázek 8: Struktura skupiny Doosan



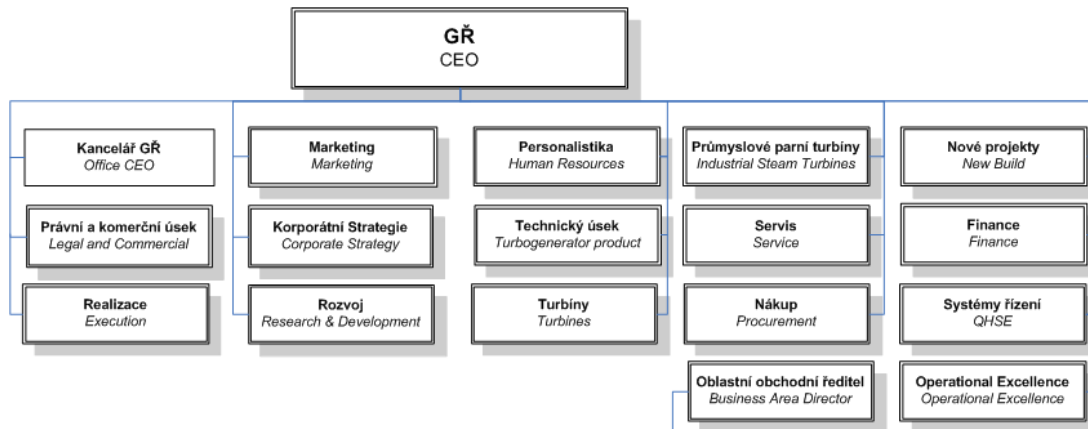
Zdroj: vlastní zpracování na základě Doosan Global, © 2014

## 1.5 Organizační struktura Doosan Škoda Power

Vedení společnosti DŠPW tvoří generální ředitel a ředitelé úseků. Generálním ředitelem je Ing. Jiří Šmondrk. Úseků, které jsou nejvyšším organizačním útvarem společnosti, je

celkem sedmnáct (viz obrázek 9). Úseky se dále dělí na sekce, odbory, oddělení/provozy a skupiny.

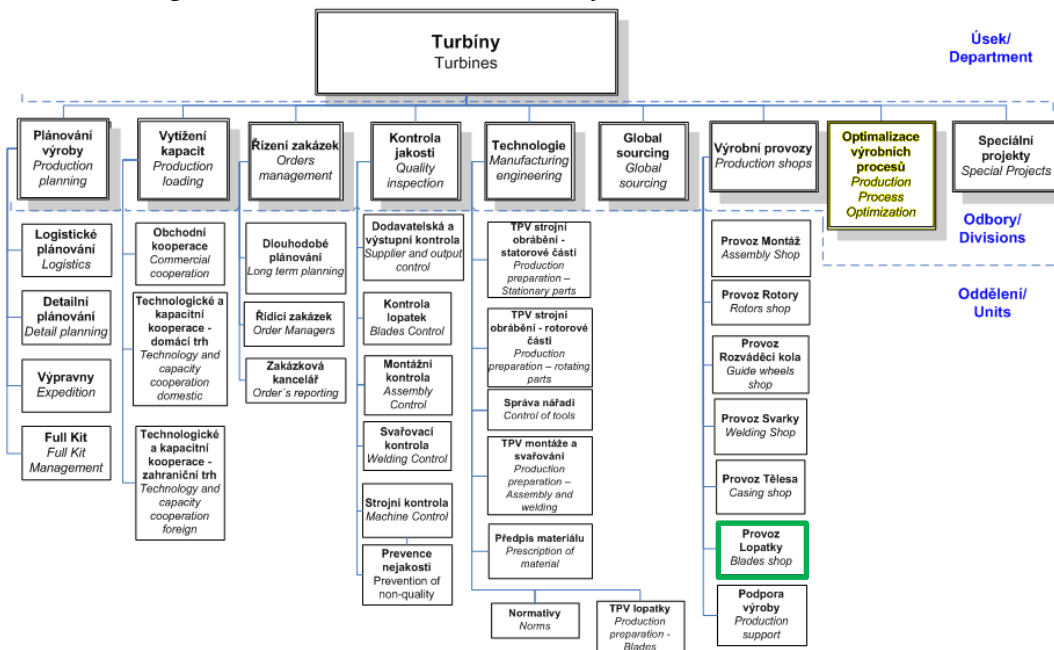
Obrázek 9: Organizační struktura DŠPW



Zdroj: Doosan Škoda Power, 2006

Analyzované pracoviště LLEST se řadí do úseku Turbíny a do odboru Výrobní provozy. Pracoviště spadá do provozu Lopatky. Na obrázku 10 je provoz Lopatky označen zeleným rámečkem).

Obrázek 10: Organizační struktura úseku Turbíny



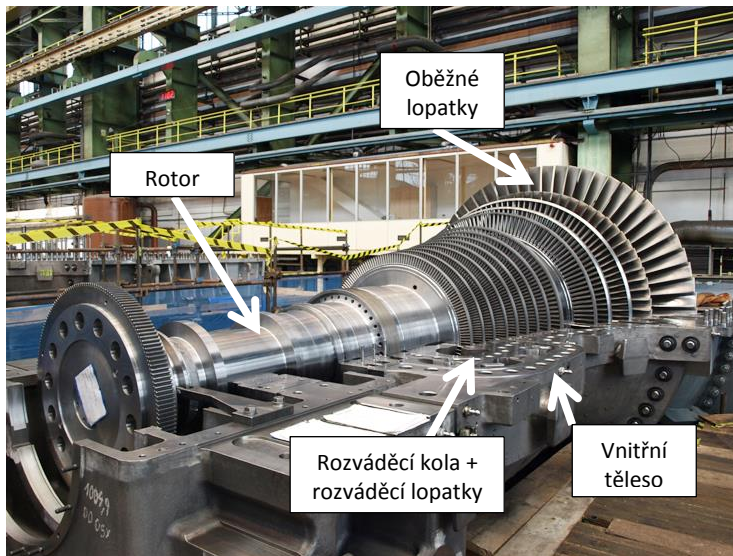
Zdroj: Doosan Škoda Power, 2006

## 2 Výroba turbín

Jak již bylo naznačeno v organizační struktuře úseku Turbíny v předchozí kapitole (obrázek 10), tak se výroba dělí na výrobní provozy. Těmito provozy jsou Lopatky, Tělesa, Rozváděcí kola, Rotory, Svarky a Montáž. Mimo provozu Montáž a Svarky je výroba rozdělena na provozy dle části výrobku (turbíny), které jednotlivé provozy vyrábějí. Svarky a Montáž pak jednotlivé komponenty turbíny spojují dohromady. Tyto provozy jsou doplněny o provoz Podpora výroby, kam spadá například údržba, nebo doprava.

Jednotlivé základní komponenty parní turbíny jsou popsány na obrázku 11 na parní turbíně řady MTD 50. Parní turbína se skládá z těchto základních komponent: *těleso*, *rotor*, *rozváděcí kola*<sup>1</sup>, *lopatky*.

Obrázek 11: Parní turbína řady MTD 50



Zdroj: Doosan Škoda Power, 2013

### 2.1 Výroba lopatek

Na obrázku 11 bylo naznačeno, že se lopatky dělí dle místa jejich určení v turbíně na dva základní typy. Může se jednat o tzv. lopatky „oběžné“ (na obrázku 12) nebo „rozváděcí“. Oběžné lopatky jsou upnuty na rotor a obíhají kolem osy rotoru. Lopatky

---

<sup>1</sup> Rozváděcí kola nejsou na obrázku dobře vidět, ale jsou v podstatě zasazeny do tělesa tak, aby se nepohybovala. Na nich upevněny rozváděcí lopatky. Naopak oběžné lopatky jsou přímo na rotoru.



„rozdávěcí“ jsou upnuty na rozváděcí kolo a při pohybu rotoru stojí na místě. Oba základní typy lopatek se v DŠPW vyrábějí.

Samotná výroba lopatek probíhá na 10 střediscích, kterými jsou: Turbomill, broušení a leštění lopatek-strojní (LLESS), Tajmac, G-Mill, Mazak 1, Mazak 2, broušení a leštění lopatek-ruční (LLEST), zámečníci, Deckel Maho a Mori Seiky. Na těchto střediscích je celkem 14 strojů a 2 střediska jsou ruční pracoviště (LLEST a zámečníci).

Za provoz Lopatky je zodpovědný vedoucí provozu<sup>2</sup>. Vedoucí provozu má dva podřízené mistři a ti mají vždy přímo na starosti určená střediska.

Obrázek 12: Oběžné lopatky



Zdroj: Doosan Škoda Power, 2013

## 2.2 Pracoviště LLEST

Jak již bylo zmíněno výše, tak pracoviště ručního leštění lopatek je jedním ze dvou ručních pracovišť provozu Lopatky. Na pracovišti LLEST se brousí a leští takzvané malé a střední lopatky. Ve společnosti se vyrábí také velké lopatky, které jsou leštěny na pracovišti strojního leštění lopatek (LLESS).

Na pracovišti je celkem osm stálých pracovníků. Ti jsou rozděleni do dvou směn po čtyřech pracovnících. Každá směna má jednoho tzv. „partáka“, který pomáhá mistrovi s organizací práce a je zástupcem pracovníků, který většinou s mistrem jedná. V případě potřeby mohou být najati další tři externí pracovníci.

Pracoviště je ve dvousměnném provozu, což značí, že jsou dvě směny každý den. Směny jsou osmihodinové a jsou pouze v pracovních dnech, od pondělí do pátku. Ranní

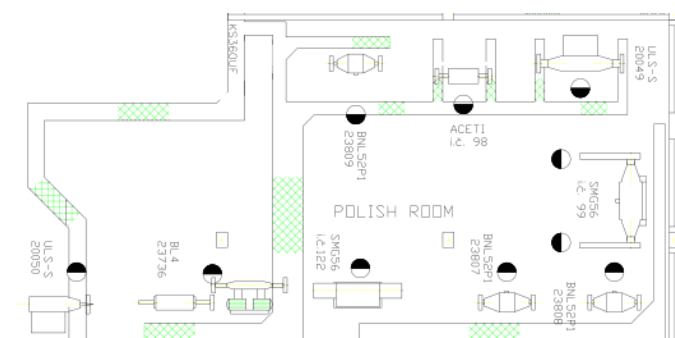
---

<sup>2</sup> Nebo také jiným názvem vrchní mistr.

směna začíná v 6 hodin a končí ve 14 hodin. Odpolední směna na ni navazuje. Začíná ve 14 hodin a končí ve 22 hodin. Navíc mohou být zařazeny sobotní přesčasové směny. Během směny mají pracovníci půlhodinovou přestávku. Jelikož se jedná o ruční pracoviště, tak tato pauza navíc není překrývána žádnými jinými pracovníky, jako tomu bývá u strojní obsluhy na některých pracovištích v DŠPW.

Specifikem pracoviště jsou dvě patnáctiminutové technologické přestávky, kdy stroje nejsou v chodu kvůli jejich přehřívání po broušení lopatek. Na rozdíl od většiny ostatních pracovišť v provozu lopatky se pracoviště LLEST nenachází přímo na hlavní výrobní hale, ale je v samostatné místnosti. V té se nachází celkem 10 strojů. Jejich rozložení je na obrázku 13.

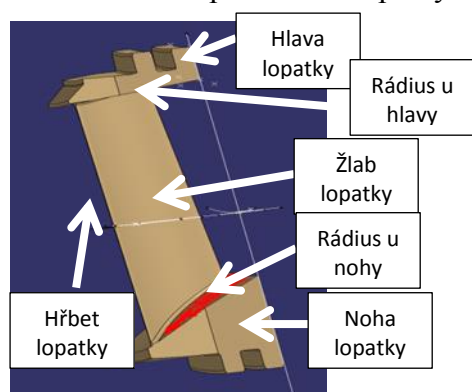
Obrázek 13: Layout pracoviště LLEST



Zdroj: Doosan Škoda Power, 2014a

Na obrázku 14 je popsána oběžná lopatka. Popis jednotlivých částí lopatky je důležitý pro mapování procesu broušení a leštění lopatek na pracovišti LLEST v podkapitole 4.2. M – Měření.

Obrázek 14: Popis oběžné lopatky



Zdroj: Doosan Škoda Power, 2013

### 3 Štíhlá výroba a Six Sigma

Ve třetí kapitole jsou ve stručnosti představeny dvě základní metodologie zlepšování procesů. Těmi jsou štíhlá výroba a Six Sigma. Následně jsou pak obě metodologie porovnány a jsou popsány jejich rozdíly. Metodologie Six Sigma je uvedena především pro uvědomění si rozdílnosti mezi oběma metodologiemi. V další části práce jsou uplatněny metody štíhlé výroby.

#### 3.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba<sup>3</sup> je sdružení principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření produktů (Womack, 2003). Womack (2003) definuje i štíhlé myšlení<sup>4</sup>, který označuje celkový způsob myšlení, které je velmi jednoduché, přímočaré a logické. V české terminologii by se dal označit také jako „selský rozum“.

Košturiak (2006, str. 17) říká že, „štíhlost podniku je v tom, že děláme přesně to, co chce náš zákazník, a to s minimálním počtem činností, které hodnotu výrobku nebo služby nezvyšují.“

Štíhlá výroba využívá sadu analytických nástrojů a metod. Pokud má být štíhlá výroba opravdu účinná nestačí pouze využívat nástroje a metody, ale je nutné, aby štíhlý způsob myšlení pronikl do myšlení zaměstnanců, a musí se stát součástí firemní kultury. (Svozilová, 2011)

Na důležitost myšlení upozorňuje i Bauer (2012), který říká, že štíhlá výroba není pouze sbírka metod, ze které by bylo možné vybrat libovolně pouze jednotlivé části. Spíš se totiž jedná o ucelenou filozofii řízení, která zahrnuje celý podnik. Její implementace by se tedy neměla omezit pouze na výrobní části podniku, ale na podnik jako celek.

Počátky štíhlé výroby je možné najít již v období rané masové výroby (kolem roku 1910). Na vznik štíhlé výroby měla největší vliv rodina Toyodů, avšak mezi další významné osobnosti se řadí Henry Ford, James P. Womack, Frederick Taylor, Frank Gilbreth, Henry Gantt nebo Taiichi Ohno. (Svozilová, 2011)

---

<sup>3</sup> V angličtině označováno jako Lean Manufacturing nebo Lean Production.

<sup>4</sup> V angličtině označováno jako Lean Thinking



### 3.3 Rozdíly štihlé výroby a Six Sigma

Již na začátku této kapitoly bylo zmíněno, že štihlá výroba i Six Sigma se zabývají zlepšováním procesů. Porovnání obou metodologií a jejich nalezení jejich rozdílnosti je možné v tabulce 1.

Tabulka 1: Porovnání štihlé výroby a Six Sigma

	Štihlá výroba	Six Sigma
<b>Záměr</b>	- Efektivní vytvoření hodnoty, která je definována na základě znalosti požadavku zákazníka.	- Efektivní zajištění kvality, která je vymezena kritickými vlastnostmi předmětu podle zákazníka.
<b>Cesta</b>	- Odstranění plýtvání.	- Snížení variability.
<b>Předmět zkoumání</b>	- Horizontální pohled na zkoumání a souhrn procesních kroků	- Vertikální pohled na vyhledávání a eliminaci problémových míst v procesech.
<b>Hlavní předpoklady</b>	- Odstranění plýtvání ovlivní celkovou výkonnost proces. - Opakovaná malá zlepšení přinášejí jistější úspěchy a méně rizik než jedna rozsáhlá změna.	- Odstranění variability procesu zvýší celkovou kvalitu jeho výstupů. - Poznání vycházející z faktů je obrovskou výhodou.
<b>Nejvýraznější přínos</b>	- Zkrácení doby trvání procesu.	- Zvýšená uniformita výstupů procesu
<b>Další přínosy</b>	- Omezení plýtvání. - Zrychlený průchod. - Snížení provozních zásob. - Řízení prostřednictvím měření procesů. - Zvýšená kvalita zajištěná prostřednictvím zlepšování toku činností.	- Omezení variability výstupů. - Stabilita kvality výstupů. - Snížení provozních zásob. - Řízení prostřednictvím měření chybovosti. - Zvýšená kvalita zajištěná prostřednictvím odstraňování rušivých vlivů.
<b>Organizace cyklu projektu</b>	- Cyklický/interaktivní PDCA/PDSA.	- Přímý DMAIC.
<b>Organizace týmů</b>	- Integrované zlepšovateľské týmy.	- Integrované zlepšovateľské týmy s doporučenou strukturou rolí.
<b>Klíčové metody</b>	- Mapování a měření procesních toků. - Optimalizace toků.	- Měření výskytů a četností. - Analýzy příčin a následků

Zdroj: Svozilová, 2011

Jak je vidět v prvním řádku tabulky 1, tak obě metody se zaměřují na vytváření hodnoty pro zákazníka. Štihlá výroba však volí spíše cestu odstranění plýtvání a Six Sigma snížení variability. Pomocí štihlé výroby se realizují spíše projekty, které přinášejí malé ale jistější zlepšení. Tyto projekty jsou tak spojeny s nižším rizikem.

Přínosem Six Sigma jsou stabilní výstupy a snížení chybovosti pomocí opravení problémových míst. Six Sigma je oproti štihlé výrobě také více strukturována. Naopak štihlá výroba více proniká do organizační struktury a přináší zlepšovateľského ducha.

### 3.4 Nástroje používané ve štihlé výrobě a Six Sigma

Nástroje používané ve štihlé výrobě jsou například DMAIC, VSM (Value Stream Mapping, česky mapování toku hodnot), Procesní mapy, SIPOC diagram, Is/Is not analýza, Paretova analýza, Brainstorming, FMEA, 5 krát proč, Rybí kost, 5S, Poka Yoke, Matice přínosů a úsilí nebo také SMED.

DMAIC, IS/IS not analýza, Brainstorming, FMEA, Paretova analýzy, Rybí kost, Procesní mapy a Matice přínosů a nákladů jsou použity v této práci a dále vysvětleny přímo v kapitole 4 *Uplatnění štihlé výroby na pracovišti LLEST*. Zde jsou dále stručně popsány tyto nástroje štihlé výroby a Six Sigma: SIPOC, 5 krát proč, VSM, 5S, Poka Yoke a SMED.

**SIPOC** je složeno z prvních písmen slov Supplier (dodavatel), Input (vstup), Process (proces), Output (výstup), Customer (zákazník). SIPOC je vhodný pro vymezení rozsahu zlepšovateľského procesu. Pomocí metody SIPOC si uživatelé lépe uvědomí, jaké jsou vstupy, výstupy, kdo je zákazníkem a kdo dodavatelem procesu. (Miller, 2008)

**5 krát proč** je jednoduchý nástroj, který pomáhá nalézt kořenové příčiny určitého problému. Pomáhá se nad problémy hlouběji zamyslet. Sám název už napovídá, jak postupovat. Musí se vždy zeptat na určitý problém otázkou *proč*. (Miller, 2008)

Číslo pět v názvu metody je pouze orientační a naznačuje, že se má jít do co nejhlubšího detailu. Někdy mohou stačit dvě otázky, jindy jich ani pět nemusí být dostačujících. Zpravidla je po získání odpovědi velmi těžké stanovit, zda se jedná o jádro problému, nebo o symptom. Sled odpovědí však může dovést řešitele až k řešení problému, které může být relativně jednoduché. (Svozilová, 2011)

Příklad (Svozilová, 2011):

1. Proč se tak často stává, že jsou objednávky vyřizovány se zpožděním?

Protože nejsou k dispozici úplné údaje o adresátovi.

2. Proč nemáme k dispozici úplné údaje o adresátovi?

Protože telefonistky nikdy nezapiší vše potřebné.

3. Proč telefonistky nezapiší všechny potřebné údaje?

Protože si každá zapamatuje ze školení něco jiného.

4. Proč je seznam zapsaných informací závislý na tom, co si telefonistky pamatují?

Protože nemají k dispozici standardní formulář.

5. Proč nemají k dispozici standardní formulář?

Protože nikdo neschválil návrh formuláře, který se loni připravil.

Závěr: schválit standardní formulář pro získávání potřebných údajů a začít ho používat.

**VSM (Value Stream Mapping)** je jedním z nejpoužívanějších nástrojů štihlé výroby. Slouží k znázornění toku materiálu a informací napříč řetězcem aktivit, které se podílejí na vytváření hodnoty v podniku. VSM je vhodný k objevení „úzkých hrdel“ a také k objevením míst, kde je vysoká doba čekání. Tok ve VSM je zobrazován pomocí jednoduchých smluvených symbolů. Průběžná doba je rozdělena na výrobní časy a čekání. (Miller, 2008)

**5S** je původně japonská metoda, která patří k základním metodám v oblasti štihlé výroby. Název 5S pochází z japonských slov začínajících „S“ (Moulding, 2010), které dnes mají i anglické ekvivalenty a představuje pět fází procesu 5S:

- Seiri (Sort) – organizace, kdy cílem je snížit plýtvání
- Seiton (Set in order) – přesná definice míst pro jednotlivé prvky a tím zvýšení efektivity
- Seisou (Shine) – vyčištění pracoviště a identifikace zdrojů znečištění
- Seiketsu (Standardize) – standardizace a minimalizace odchylek
- Shitsuke (Sustain) – udržení a disciplína

Moulding (2010) uvádí jako největší přínosy zavedení 5S na pracovišti, aby pro zaměstnance bylo pracoviště příjemnější, bezpečnější, a tím zvyšuje spokojenost

zaměstnanců. Zároveň implementace 5S také snižuje náklady, dobu dodání a tím snižuje náklady v celé organizaci. Moulding (2010) dále také zdůrazňuje, že je důležité, aby se do procesu 5S zapojili všichni zaměstnanci od vrcholového managementu po dělníky.

**Poka Yoke** s českým ekvivalentem „vyhnout se neúmyslným chybám“<sup>5</sup> je metoda, která podobně jako 5S má kořeny v Japonsku. Jak již český ekvivalent napovídá, tak se jedná o systém, který má za cíl vyhnout se chybám. Shimbun (1988) tvrdí, že téměř všechny chyby jsou způsobeny lidským faktorem. Většinu těchto chyb může být zabráněno právě použitím metody Poka Yoke. Poka Yoke využívá tří typů obrany proti chybám: vypnutí, řízení a varování. Hlavním cílem Poka Yoke je ale především prevence vzniku chyb a tím zvýšení kvality.

**SMED** je dalším nástrojem využívaným ve štihlé výrobě. Název SMED je zkratka počátečních písmen slov Single Minute Exchange of Die. Tento nástroj se používá k minimalizaci prostojů a především ke snížení časů potřebných na seřízení stroje mezi opravami dvou po sobě jdoucích různých typů výrobků. (George, 2005)

---

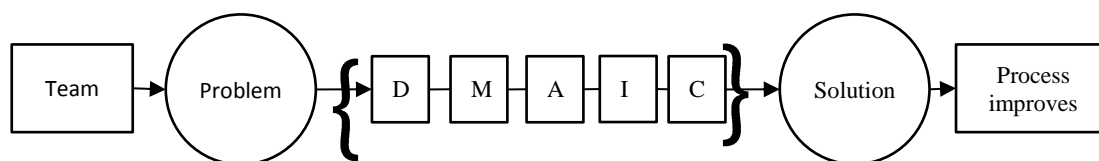
<sup>5</sup> Anglicky „to avoid inadvertent errors“ nebo „mistake-proofing“



## 4 Uplatnění štíhlé výroby na pracovišti LLEST

V této stěžejní kapitole diplomové práce jsou uplatněny metody štíhlé výroby na pracovišti LLEST s využitím strukturovaného procesu DMAIC, který je orientovaný na řešení problému. Tento postup rozděluje kapitolu do pěti podkapitol dle logické návaznosti jednotlivých fází DMAIC. Na obrázku 15 je zobrazen postup DMAIC jako proces, kdy vstupem je samotný problém a výstupem je řešení (Solution).

Obrázek 15: Proces DMAIC



Zdroj: Shnakar, 2009

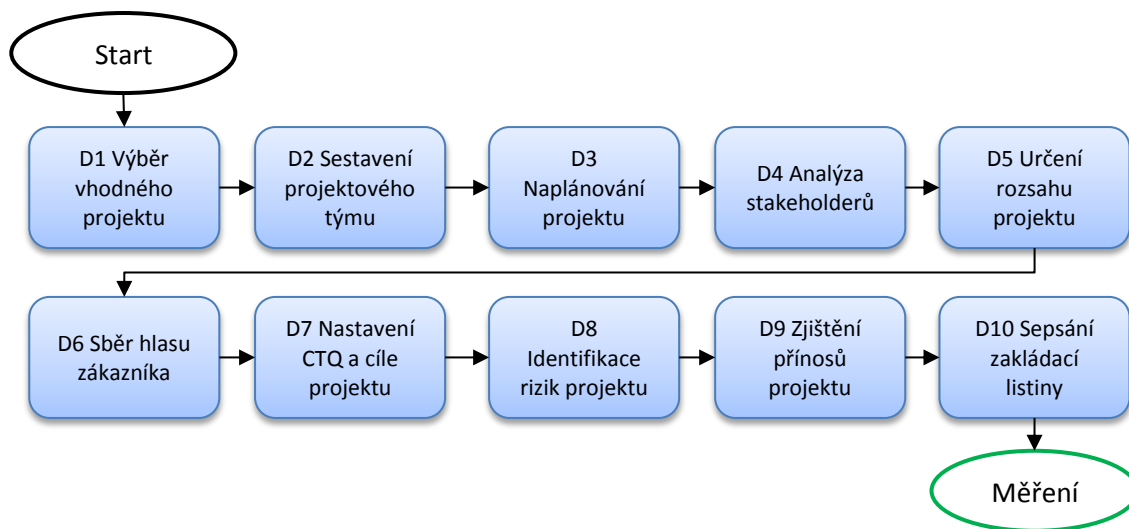
Metodologie DMAIC je akronymem pro pět fází *Define* (definuj), *Measure* (měř), *Analyse* (analyzuj), *Improve* (zlepši) a *Control* (řid). Původně byla používána pro řešení problémů pomocí Six Sigma. George (2005) navrhuje použití této metodologie i pro projekty Lean (tedy štíhlé výroby), protože metodologie je vhodná pro povzbuzení kreativního myšlení. George (2005) dále rozděluje DMAIC dle dvou základních přístupů. Těmi jsou přístup „projektově týmový“ a přístup Kaizen. V této práci je využit právě přístup „projektově týmový“.

Cílem prvního fáze *Definuj* (*Definice problému*) je definovat problém, rozsah projektu a určit jeho cíle. Na to navazuje druhá fáze *Měř* (*Měření*), kde je popsán současný stav, a probíhají měření. Na základě provedených měření jsou následně prováděny analýzy v další fázi projektu, *Analýze*. Třetí fází je *Analýzuj* (*Analýza*), kde jsou naměřené údaje analyzovány a prokazují se příčiny současného stavu. Cílem čtvrté fáze *Zlepši* (*Zlepšení*) je najít, ověřit a realizovat řešení problému. V poslední fázi *Řid* (*Řízení*) je měřena účinnost realizovaných opatření. (George, 2005)

## 4.1 D – Definice problému

Ve fázi *Definice problému* je přiblížen projekt a naplánovány jednotlivé fáze jeho řešení. Postup této fáze je zobrazen na obrázku 16. Skládá se celkem z deseti na sebe navazujících kroků. Cílem této fáze je definovat problém, vytvořit k němu vhodný projektový tým, zjistit potřeby zákazníka a určit samotný cíl projektu.

Obrázek 16: Navigace fází Definice problému



Zdroj: vlastní zpracování na základě ICG Capability, 2013

### 4.1.1 D1 – Výběr vhodného projektu

Cílem prvního kroku je zodpovědět otázku, jaký procesní problém bude řešen. Jako vhodný přístup pro výběr projektu byl zvolen hlas zákazníka spolu s využitím reportů. Vnitřní zákazník poukazuje na dlouhou dobu výroby při leštění lopatek, čímž se zvyšuje dodací lhůta lopatek a v důsledku toho i dodací lhůta celé turbíny. Snížení dodací lhůty na výrobu turbín je také jednou ze strategických iniciativ společnosti DŠPW.

Hlas vnitřního zákazníka je podpořen i faktem, že došlo k navýšení reklamací norem<sup>6</sup> na pracovišti LLEST z 380 hodin v roce 2012 na 1 578 hodin v roce 2013, což představuje navýšení reklamací normy o 315 %. To je nejvyšší nárůst reklamací v tomto období v celé výrobě a absolutní hodnota 1 578 hodin je čtvrtou nejvyšší ze všech

<sup>6</sup> Reklamace normy v terminologii DŠPW znamená, že dělník říká, že nemohl ze specifikovaných objektivních důvodů splnit předepsanou technologickou normu, která je daná technologií na vykonání jeho práce. Při reklamaci normy je jasné, že se opozdila skutečná dodávka výstupu oproti plánu.

středisek v rámci výroby. Díky tomuto nárůstu dochází ke zpoždění dodávek lopatek do dalších procesů ve výrobě lopatek.

Procesní problém je na základě výše zmíněných faktů formulován takto: *V roce 2013 došlo k nárůstu reklamací norem o 315 % na pracovišti LLEST, což signalizuje zpoždění dodávek lopatek do dalších procesů ve výrobě turbíny a tím i zvyšuje problémy s včasným dodáním celé turbíny.*

#### 4.1.2 D2 – Sestavení projektového týmu

Druhým krokem Definice problému je vytvoření projektového týmu, jehož cílem je zlepšení procesu broušení a leštění lopatek na pracovišti LLEST. Tým by měl mít dostatek kapacity a motivace k řešení problému. Zvolení členové týmu jsou z různých rolí a funkcí ve společnosti DŠPW. Šampion je vlastníkem daného procesu a tím je ředitel úseku Turbíny. Do role Black Belt (vedoucí týmu) je určen vedoucí odboru zlepšování výroby. Dalšími členy týmu jsou mistr na daném pracovišti a SFI<sup>7</sup> tým lídři, kteří vedou směny a zastupují tak dělníky na analyzovaném pracovišti. Zastoupena je také technologie, kontrola kvality a plánování. Kompletní projektový tým, který se skládá z Šampiona, Black Belt a sedmi členů týmu je v tabulce 2.

Tabulka 2: Projektový tým

Role	Pozice
<b>Šampion</b>	Ředitel úseku Turbíny
<b>Black Belt</b>	Vedoucí odboru zlepšování výroby
Člen týmu	Mistr v provozu Lopatky
Člen týmu	Brusič kovů, leštič (SFI tým lídr)
Člen týmu	Brusič kovů, leštič (SFI tým lídr)
Člen týmu	Specialista průmyslového inženýrství
Člen týmu	Technolog (lopatky)
Člen týmu	Plánovač
Člen týmu	Kontrolor kvality (lopatky)

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

---

<sup>7</sup> SFI – Shop For Innovation je projekt na optimalizaci procesů v DŠPW

### 4.1.3 D3 – Naplánování projektu

Třetím krokem v rámci fáze Definice problému je časové vymezení daného projektu. Projekt je rozplánován do tří měsíců, kdy budou probíhat jednotlivé fáze projektu dle postupu DMAIC.

V tabulce 3 je plán jednotlivých fází a kroků projektu. Celý plán je rozdělen podle pěti fází DMAIC, které jsou dále rozděleny do jednotlivých kroků. Navigace těmito kroky je vždy na začátku každé fáze. Pro snazší orientaci celým projektem a diplomovou prací jsou jednotlivé kroky postupu DMAIC i názvy všech podkapitol ve čtvrté kapitole.

Tabulka 3: Plán projektu

		Měsíc		Červen							Červenec				Srpen				Září			
		Týden		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39			
D1	Výběr vhodného projektu																					
D2	Sestavení projektového týmu																					
D3	Naplánování projektu																					
D4	Analýza stakeholderů																					
D5	Určení rozsahu projektu																					
D6	Sběr hlasu zákazníka																					
D7	Nastavení CTQ a cíle projektu																					
D8	Identifikace rizik projektu																					
D9	Zjištění přínosů projektu																					
D10	Sepsání Project Charter																					
M1	Mapování procesu																					
M2	Generování kořenových příčin																					
M3	Redukce kořenových příčin																					
M4	Plánování sběru dat																					
M5	Ověření měřicího systému																					
M6	Sběr dat																					
A1	Hodnotová analýza																					
A2	Analýza produktivity lidí																					
A3	Analýza pracoviště																					
A4	Závěr analýzy																					
I1	Hledání řešení																					
I2	Určení priorit																					
I3	Zeštíhlení procesu																					
I4	Implementace změn																					
I5	Zajištění procesní změny																					
C1	Nastavení procesních KPI																					
C2	Plán kontroly procesu																					
C3	Potvrzení zlepšení																					
C4	Vyhodnocení projektu																					

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Celý projekt by měl trvat 3 měsíce, tedy 14 týdnů. Konkrétně fáze Definice problému (Define) je plánována na 2 týdny (vyznačena v plánu tmavě modře), fáze Měření

(Measure) na 4 týdny (vyznačena zeleně), fáze Analýzy (Analyse) na 2 týdny (fialově), fáze Zlepšení (Improve) na 4 týdny (oranžově) a fáze Řízení (Control) na týdny 2 (světle modře).

#### 4.1.4 D4 – Analýza stakeholderů

V kroku analýzy stakeholderů musí být zodpovězena otázka, koho projekt ovlivňuje a kdo ovlivňuje projekt. Případně, jak může stakeholder pomoci. Nejdříve se identifikují stakeholderi a následně se zjišťují jejich potřeby a postoje. Je vytvořena mapa pozice stakeholderů s žádanou budoucí pozicí stakeholderů a také matice vlivu stakeholderů. Právě uvědomění si pozice a vlivu stakeholderů může být důležité pro úspěch celého projektu. (ICG Capability, 2013)

Jako stakeholdeři projektu jsou uvažovány osoby, které mají vliv na projekt, nebo které projekt ovlivňuje a nejsou součástí projektového týmu. Jako stakeholdeři bylo identifikováno pět osob. Operátoři na daném pracovišti byli souhrnně identifikováni jako jeden stakeholder, protože jejich zájmy a důležitost i podpora jsou stejné. V tabulce 4 je zobrazen vliv stakeholderů na projekt<sup>8</sup> (jejich důležitost) a současná pozice vůči projektu na pětistupňové škále označená písmenem „S“. Doplněna je také žádaná budoucí pozice na stejné škále. Je tak vidět nutný posun stakeholderů.

Tabulka 4: Mapa pozice stakeholderů

Pracovní pozice	Důležitost (1-9)	Pozice (Současná, Budoucí)				
		Zcela proti	Proti	Neutrální	Podpora	Velká podpora
Vedoucí provozu Lopatky (LO)	9				S	B
Vedoucí oddělení Technologie-lopatky	9			S	B	
Vedoucí Výrobních provozů (VP)	3			S, B		
Brusič kovů, leštič	3	S		B		
Vedoucí Plánování výroby	1			S, B		

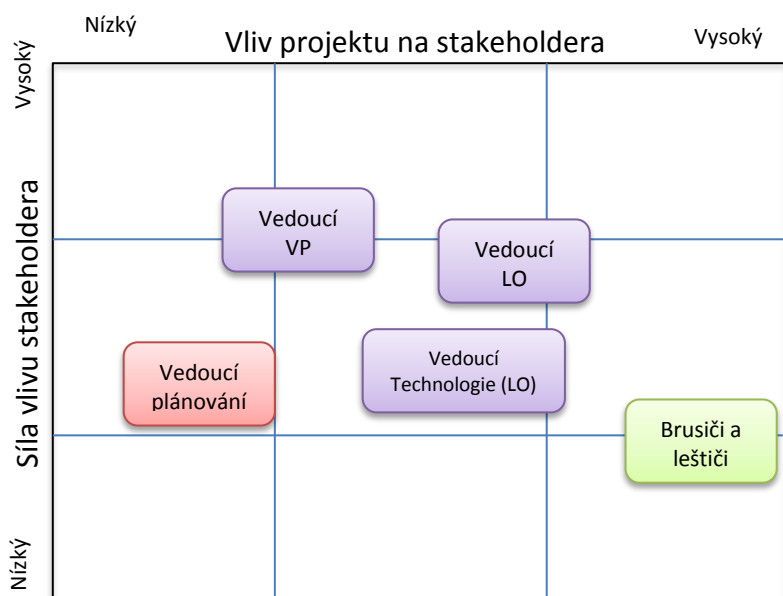
Zdroj: vlastní zpracování, 2014

<sup>8</sup> 1 – nízký, 3 – střední, 9 - vysoký

Vedoucí provozu Lopatky projekt podporuje a žádoucí je jeho ještě větší podpora projektu. Neutrální pozici má vedoucí oddělení Technologie-lopátky, vedoucí Plánování výroby a vedoucí Výrobních provozů. Žádoucí je podpora projektu od vedoucího oddělení Technologie-lopátky. Brusiči kovů a leštiči jsou zástupci dělníků na pracovišti LLEST a jsou zcela proti projektu. Jejich rezistencí je odpor vůči veškerým změnám na jejich pracovišti. V rámci projektu bude důležité tyto pracovníky přesvědčit, že je změna nezbytná a vytvořit alespoň neutrální pozici vůči projektu. V lepším případě je do projektu vtáhnout, aby ho podpořili.

Z matice vyplývá, že bude klíčové přesvědčit pracovníky na pracovišti LLEST, aby se z pozice odporovatelů projektu dostali do neutrální pozice, nebo ještě lépe projekt podporovali. Jako opatření budou s nimi svolány čtyři schůzky, které by měli vést k jejich většímu zapojení. Na první bude vysvětlena nutnost projektu a problémy, které se na pracovišti objevily. Na druhé se s nimi budou přímo diskutovat možné příčiny problémů. To bude navíc přínosné i pro samotné řešení projektu. Na třetí schůzce jim budou prezentovány návrhy na zlepšení a následně na čtvrté schůzce i výsledky projektu.

Obrázek 17: Matice vlivu stakeholderů



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Matice vlivu stakeholderů (obrázek 17) zobrazuje vliv projektu na stakeholdery a sílu stakeholdera prosazovat změnu v organizaci (síla vlivu). Brusiči kovů a leštiči mají

slabou pozici, ale projekt na ně má velký vliv. Jejich podpora je tedy výhodná a je nutné je informovat. Jak již bylo dříve řečeno, budou s nimi svolány schůzky.

Vedoucí provozu Lopatky (LO) a oddělení Technologie-lopatek mají silnější pozici v organizaci a jejich podpora je nutná pro úspěch projektu. Proto s nimi bude konzultován zejména postup změn. Velmi silnou pozici má vedoucí Výrobních provozů (VP), ale projekt se ho nedotýká tak jako dříve jmenovaných stakeholderů. Může však projekt zastavit, pokud by byl proti.

Vedoucího plánování se projekt týká méně, než výše jmenovaných. Jeho pozice není tak silná, aby mohl projekt zastavit a tak jeho podpora není pro projekt přímo nutná. Při realizaci projektu budou tyto vlivy brány v úvahu.

#### 4.1.5 D5 – Určení rozsahu projektu

V pátém kroku fáze Definice se určuje rozsah projektu. Cílem tohoto kroku je určit na co se zaměřit a na co se naopak nezaměřit. Důležité je, aby rozsah projektu byl takový, aby mohl být zvládnut v daném čase. Naopak je také třeba myslet na to, aby nebyl projekt definován příliš úzce a přinesl tím očekávaný přínos včetně vyřešení definovaných problémů. Pro určení rozsahu projektu je využita Is / Is not analýza.

Tabulka 5: Is / Is not analýza

	Je (Is)	Není (Is Not)
Co	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leštění a broušení středních oběžných lopatek s bandáží a válcovým profilem</li> <li>- Změna procesu leštění</li> <li>- Normy leštění středních oběžných lopatek s bandáží a válcovým profilem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leštění a broušení ostatních lopatek</li> <li>- Změna jiných procesů</li> <li>- Normy leštění ostatních lopatek</li> </ul>
Kde	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leštění a broušení lopatek na LLEST</li> <li>- Uspořádání pracoviště LLEST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leštění a broušení lopatek na LLESS (strojní)</li> <li>- Uspořádání ostatních pracovišť</li> </ul>
Kdo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brusiči lopatek a leštiči na LLEST</li> <li>- Plánovači procesu výroby</li> <li>- Technologové z oddělení lopatek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brusiči lopatek a leštiči na LLESS</li> <li>- Ostatní pracovníci a operátoři</li> <li>- Ostatní technologové</li> </ul>

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Jak je možné vidět v tabulce 5, tak zaměření projektu v této diplomové práci je na leštění středních oběžných lopatek s bandáží a válcovým profilem, včetně změny procesu na pracovišti LLEST. Projekt se tedy nezaměřuje na jiná pracoviště, ani neřeší

proces broušení a leštění jiných typů lopatek, než těch, které mají bandáž a válcový profil a jsou definovány jako střední.

#### 4.1.6 D6 – Sběr hlasu zákazníka

Sběr hlasu zákazníka (anglicky Voice of the Customer, VOC) je dalším krokem Definice problému. V rámci tohoto kroku se naslouchá hlasu zákazníka, co ho trápí a co potřebuje. Cílem je zlepšit proces z pohledu zákazníka. Nejdříve je identifikován zákazník. Následně je nasloucháno jeho hlasu (VOC) a z něj je odvozena potřeba zákazníka.

Vnitřním zákazníkem procesu leštění oběžných lopatek je provoz rotorů, kde jsou oběžné lopatky namontovány na rotory. Proto je nasloucháno hlasu provozu rotorů. Jak je vidět v tabulce 6, hlas zákazníka je následně převeden na potřeby zákazníka. Jako tyto potřeby byly definovány *kvalita* a *včasnost* dodávek. S kvalitou lopatek je vnitřní zákazník spokojen, ale je pro něj důležitá a proto bude důležité ji brát v potaz při řešení projektu, aby nedošlo ke zhoršení kvality na úkor včasnosti. Naopak vnitřní zákazník není spokojen s včasností dodávek. Zákazník říká, že dodávka není dodána ve stanoveném termínu. Dále zákazník upozorňuje na nutnost přepravy z místa, kam je dodávka převezena.

Tabulka 6: VOC

VOC (hlas zákazníka)	Potřeba
"Počet úplných zmetků je minimální."	Kvalita
"Dodaná dokumentace je v pořádku."	
"Dodávka není dodána ve stanoveném termínu."	Včasnost
"Dodávka je dovozena na jiné místo - nutnost přepravy."	
"Ztrácíme čas zbytečnou přepravou"	

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

#### 4.1.7 D7 – Nastavení CTQ a cíle projektu

V sedmém kroku Definice problému jsou potřeby zákazníků, které byly definovány výše, převedeny na konkrétní cíle. Tyto cíle se nazývají Critical to Quality (CTQ). Cíle jsou pro přehlednost zobrazeny v tabulce 7.



Tabulka 7: Převod potřeba zákazníka na CTQ

Potřeba	CTQ
Kvalita	<b><i>Udržet rozměry všech dodaných lopatek do provozu Rotory v roce 2015 v požadované toleranci +/- 0,2mm</i></b>
Včasnost	<b><i>Každá dodávka bude v roce 2015 dodána do provozu Rotory včas a na určené místo</i></b>

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

První cíl se týká kvality a zní: *udržet rozměry všech dodaných lopatek do provozu Rotory v roce 2015 v požadované toleranci +/- 0,2mm*. Druhým cílem je včasnost dodávek, která byl označen jako daleko větší problém. Cíl byl formulován takto: *každá dodávka bude v roce 2015 dodána do provozu Rotory včas a na určené místo*.

#### 4.1.8 D8 – Identifikace rizik projektu

Identifikací rizik se zjišťují možné situace, které by mohli ohrozit dokončení projektu. K identifikaci rizik je využito metody projektová FMEA<sup>9</sup>, pomocí níž se hledají nejzásadnější rizika a navrhuje se opatření k jejich eliminaci. Opatření jsou dále také vyhodnocována.

FMEA umožňuje systematicky analyzovat proces nebo v tomto případě i projekt a vyhledat jeho potenciální slabiny. Zároveň se pomocí této metody hledají preventivní opatření. Pomocí metody FMEA se nehodnotí rizika, která již nastala, ale je to typická preventivní metoda. Hodnotí se tedy rizika, která nastat teprve mohou. (Miller, 2008)

Jako rizika projektu bylo identifikováno pět rizik: *nízká podpora Šampiona, rozsah projektu je příliš úzký, chybějící podpora stakeholderů, přínosy projektu se zmenšují a získání dat je obtížné a zdlouhavé*. Rizika jsou ohodnocena v tabulce 8. „PV“ značí pravděpodobnost výskytu rizika (jak často se může objevit). „V“ značí vliv dopadu na projekt. Obě kritéria jsou hodnoceny na škále 1-10, kdy 1 je minimální hodnota a 10 maximální. „MR“ je míra rizika a je součinem všech kritérií. Standardně se hodnotí ještě pravděpodobnost odhalení chyby zákazníkem. V tomto případě však bylo zvoleno, že bude vhodnější hodnotit projekt pouze na základě dvou výše popsaných kritérií.

Jak doporučuje Miller (2008), tak hranice míry rizika pro nutnost přijetí preventivních opatření není stanovena. Nejdříve jsou tedy vyhodnocena kritéria (viz výše) a až následně jsou určena největší potenciální rizika, pro které jsou prováděna preventivní

<sup>9</sup> Zkratka z anglického Failure Mode and Effect Analysis

opatření. Tato potenciální rizika jsou ta, která dosáhnout MR nejvyšší z hodnocených potenciálních rizik.

Tabulka 8: Potenciální riziko

Potenciální riziko	Hodnocení 1-10		MR
	PV	V	
Nízká podpora Šampiona	3	6	<b>18</b>
Rozsah projektu je příliš úzký	7	3	<b>21</b>
Chybí podpora stakeholderů	6	6	<b>36</b>
Přínosy projektu se zmenšují	3	5	<b>15</b>
Získání dat je obtížné a zdlouhavé	5	6	<b>30</b>

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Dle hodnocení potenciálních rizik je možné určit největší riziko, kterým je, že bude chybět podpora stakeholderů. Toto riziko bylo ohodnoceno nejvyšší mírou rizika (MR) 36. Klíčový stakeholderi a jejich žádaná podpora byly určeny ve čtvrtém kroku fáze Definice problému. Jako další nápravné opatření bylo zvoleno dostatečné komunikace se všemi klíčovými stakeholdery. Především je nutné se zaměřit na samotné pracovníky na pracovišti LLEST. Ostatní rizikové faktory jsou přijaty a je nutné je dále monitorovat.

Riziko po přijetí opatřeních představených v předchozím odstavci je vypočítáno v tabulce 9. U rizika „chybí podpora stakeholderů“ klesá po přijetí navržených opatření ohodnocení pravděpodobnosti výskytu (PV) z původní hodnoty 6 na hodnotu 3. Ohodnocení celkové míry rizika (MR) tak klesá z původní hodnoty 36 na hodnotu 18.

Tabulka 9: Riziko po opatřeních

Riziko po opatřeních	Hodnocení 1-10		MR
	PV	V	
Nízká podpora Šampiona	3	6	<b>18</b>
Rozsah projektu je příliš úzký	7	3	<b>21</b>
Chybí podpora stakeholderů	<b>3</b>	6	<b>18</b>
Přínosy projektu se zmenšují	3	5	<b>15</b>
Získání dat je obtížné a zdlouhavé	5	6	<b>30</b>

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

#### 4.1.9 D9 – Zjištění přínosů projektu

Cílem devátého kroku je identifikovat přínosy projektu. Očekávané přínosy projektu jsou zrychlení procesu (zkrácení dodací lhůty) a také zvýšení produktivity práce a efektivita využití pracoviště LLEST. Ohodnocení přínosů projektu proběhne v poslední kapitole při uzavírání a hodnocení celého projektu.

#### 4.1.10 D10 – Sepsání zakládací listiny

Zakládací listina (Project Charter) je výstupem z fáze Definice problému. Je dohodou mezi projektovým týmem a Šampion projektu. Definuje problém a určuje cíle a také rizika a přínosy projektu. Zakládací listina je zobrazena ve formuláři v tabulce 10.

Tabulka 10: Zakládací listina

<b>Proces</b>	Leštění lopatek	
<b>Šampion</b>	Ředitel úseku Turbíny	
<b>Black Belt</b>	Vedoucí odboru Optimalizace výrobních procesů	
<b>Start projektu</b>	23. 6. 2014	
<b>Ukončení projektu</b>	26. 9. 2014	
<b>Problém</b>		
Zpoždění dodávek turbín		
Zvýšení počtu reklamací norem na pracovišti LLEST		
<b>Popis problému</b>		
V roce 2013 došlo k nárůstu reklamací norem o 315 % na pracovišti LLEST, což signalizuje zpoždění dodávek lopatek do dalších procesů ve výrobě turbíny a tím i zvyšuje problémy s včasným dodáním celé turbíny.		
<b>Cíl projektu</b>		
Od října 2014 zpřesnit rozměry dodaných lopatek do provozu Rotory v požadované toleranci +/- 0,20 mm a současně snížit průměrné zpoždění dodávek o 4 dny na hodnotu průměrného zpoždění 1 den. Dalším cílem je zvýšení produktivity práce o 5% na tomto pracovišti v obdobích následujících po realizaci projektu (od října 2014).		
<b>Měřitelný výstup procesu (CTQ)</b>		
Udržet rozměry všech dodaných lopatek do provozu Rotory v roce 2015 v požadované toleranci +/- 0,2mm	Stávající hodnota +/- 0,20 mm	Cílová hodnota +/- 0,20 mm
Každá dodávka bude v roce 2015 dodána do provozu Rotory včas a na určené místo	Průměrné zpoždění 5 dnů	Včas
<b>Rizika projektu</b>		<b>Přínosy projektu</b>
Nízká podpora Šampion	Vyšší efektivita využití pracoviště	
Rozsah projektu je příliš úzký	Zvýšení produktivity práce	
Chybí podpora stakeholderů	Zkrácení dodací lhůty	
Přínosy projektu se zmenšují		
Získání dat je obtížné a zdlouhavé		

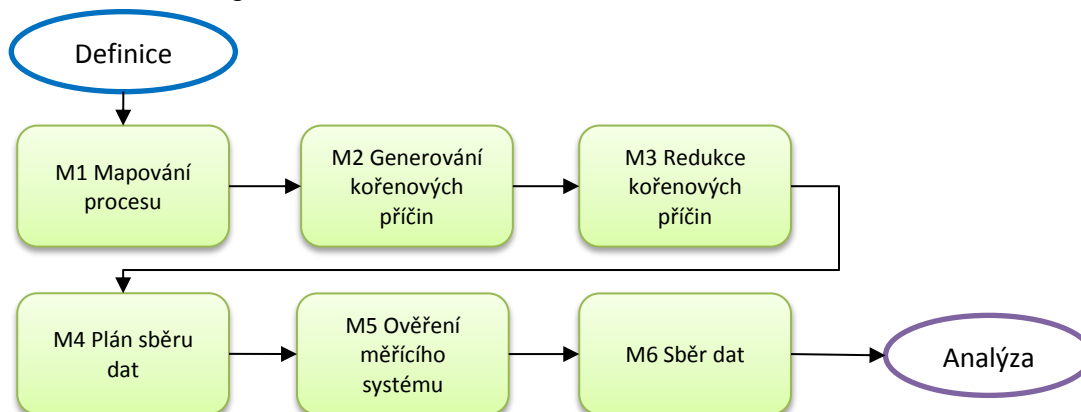
Zdroj: vlastní zpracování, 2014

## 4.2 M – Měření

Druhou fází v rámci postupu DMAIC je fáze *Měření*. Tato fáze se skládá ze sedmi postupných kroků, které jsou na obrázku 18. Součástí fáze je mapování procesu, generování a následná redukce kořenových příčin, plán sběru dat, ověření měřicího systému a samotný sběr dat.

Základním cílem této fáze je zmapovat proces broušení a leštění lopatek, identifikovat potenciální kořenové příčiny a sesbírat data, které budou potřeba v další fázi postupu DMAIC.

Obrázek 18: Navigace fází Měření



Zdroj: vlastní zpracování na základě ICG Capability, 2013

### 4.2.1 M1 – Mapování procesu

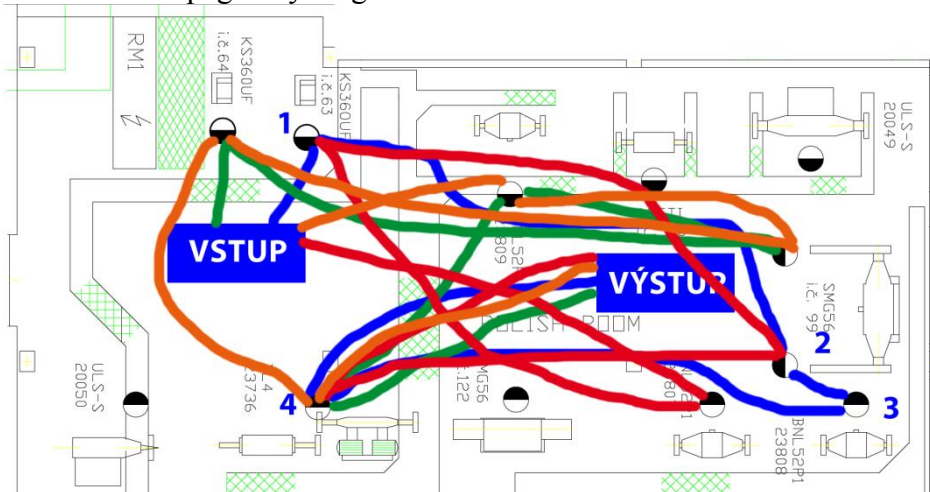
Úkolem prvního kroku fáze měření je zmapovat proces broušení a leštění lopatek, který probíhá na pracovišti LLEST. Cílem je poznat blíže proces, jeho procesní kroky a vytvořit procesní mapu.

Problémem procesu broušení a leštění lopatek je, že není standardizován. Pracovníci pracují na stejném typu lopatek dle různých postupů. Na základě pozorování a rozhovory s operátory byl proces zmapován. Postup, který byl operátory označen jako „optimální“ je nazván jako postup A. Tento postup je popsán špagetovým diagramem na obrázku 19 a procesní mapou na obrázku 25 vytvořenou v programu Aris Express od společnosti Software AG.



Ostatní dělníci během směny<sup>10</sup> procházejí stejným procesem, ale je u nich jiné pořadí strojů. Využívají typově stejné stroje, ale jiná pracoviště a v různém pořadí. Pohyb čtyř pracovníků během pozorování je zakreslen na obrázku 20, který je však kvůli velkému pohybu na stejných strojích už značně nepřehledných.

Obrázek 20: Špagetový diagram – Celá směna



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Procesní mapa je modelována pomocí metody ARIS<sup>11</sup>, která je úzce spojená s počítačovými nástroji. Metoda byla vyvinuta prof. DR. Augustem-Wilhelmem Sheerem. Z této metody je využito modelu procesů, který je označován jako eEPC<sup>12</sup> diagram. Ten popisuje časově logický vztah funkcí se zřetelem na průběh procesu. Modely procesu využívají tyto prvky: událost, funkce a logické operátory (AND, OR, XOR<sup>13</sup>). (Řepa, 2007)

Celý proces je nejdříve slovně popsán spolu s obrázky jednotlivých strojů a potom je vytvořena procesní mapa na obrázku 25 pomocí již zmíněného softwaru Aris Express od společnosti Software AG.

Procesní mapa je vytvořena pomocí tzv. „štíhlé“ formy diagramu eEPC, kde procesy jsou zachyceny pouze formou řetězců událostí a funkcí za pomoci vazeb a logických operátorů. Oproti tomu „široké“ eEPC diagramy zachycují i vstupní a výstupní data, odpovědné organizační jednotky a další skutečnosti. (Řepa, 2007)

<sup>10</sup> Jejich počet se liší, ale pohybuje se od 4 do 6.

<sup>11</sup> Zkratka pro Architecture of Integrated Information Systems.

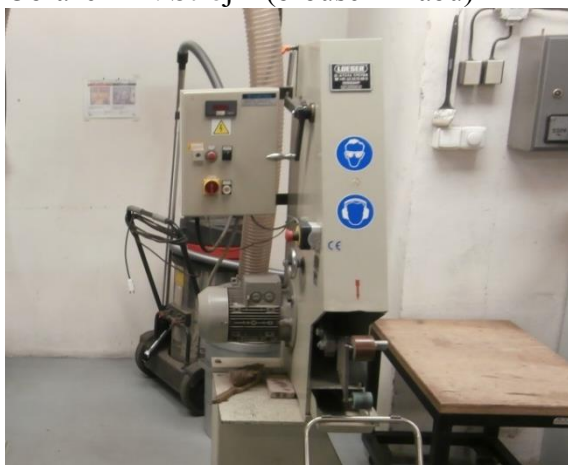
<sup>12</sup> Zkratka pro extended Event Process Chain.

<sup>13</sup> Logický operátor AND je značen plusem, OR je značen kolečkem a XOR křížkem.

Celý proces začíná objednávkou a přivezením hrubých lopatek na pracoviště LLEST. Operátor si nejdříve vyzvedne lopatky, které by dle normy měl za danou směnu opracovat. Pracuje tedy vždy v určitých dávkách, které si sám dle normy vypočítá. Celou směnu opracovává stejné lopatky, se kterými pracuje na různých pracovištích.

Dle postupu A si operátor dopraví lopatky k pásové brusce dávku, označené jako „Stroj 1“. Dále si zvolí šířku pásu a brousí žlab lopatky.

Obrázek 21: Stroj 1 (broušení žlabu)



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Následně si operátor sám převezde „svoje“ lopatky na pásovou brusku označenou jako „Stroj 2“, kde po zvolení šířky pásu brousí hřbet lopatky.

Obrázek 22: Stroj 2 (broušení hřbetu)



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Nejsložitější a časově nejdelší část procesu broušení a leštění lopatek nastává na kotoučové brusce označené jako „Stroj 3“. Zde operátor brousí rádiusy lopatky, tedy její

boční strany, u nohy i bandáže lopatky a z obou jejích stran (žlabu i hřbetu). Před každou suboperací na tomto stroji operátor volí jiný typ brusného kotouče, dle poloměru radiusů lopatky. Následně kontroluje, zda nemusí použít jiný kotouč, aby byl povrch lopatky dostatečně hladký. Na závěr brousí na tomto stroji hrany lopatky.

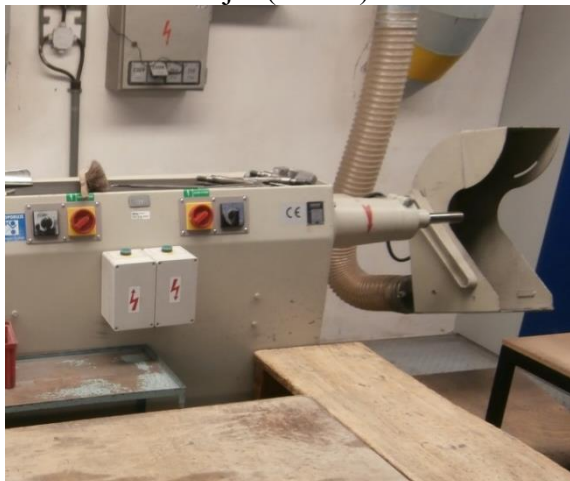
Obrázek 23: Stroj 3 (broušení radiusu)



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Posledním převozem je převoz na kotoučovou brusku („Stroj 4“), která umožňuje uchycení speciálního sklíčidla na kotouče určené pro lepší leštění. Na tomto stroji probíhá závěrečné leštění povrchu lopatky. Poté jsou lopatky převezeny na určené místo, kde je vyzvedává kontrola kvality, která je následně předává do dalšího procesu (do provozu Rotory).

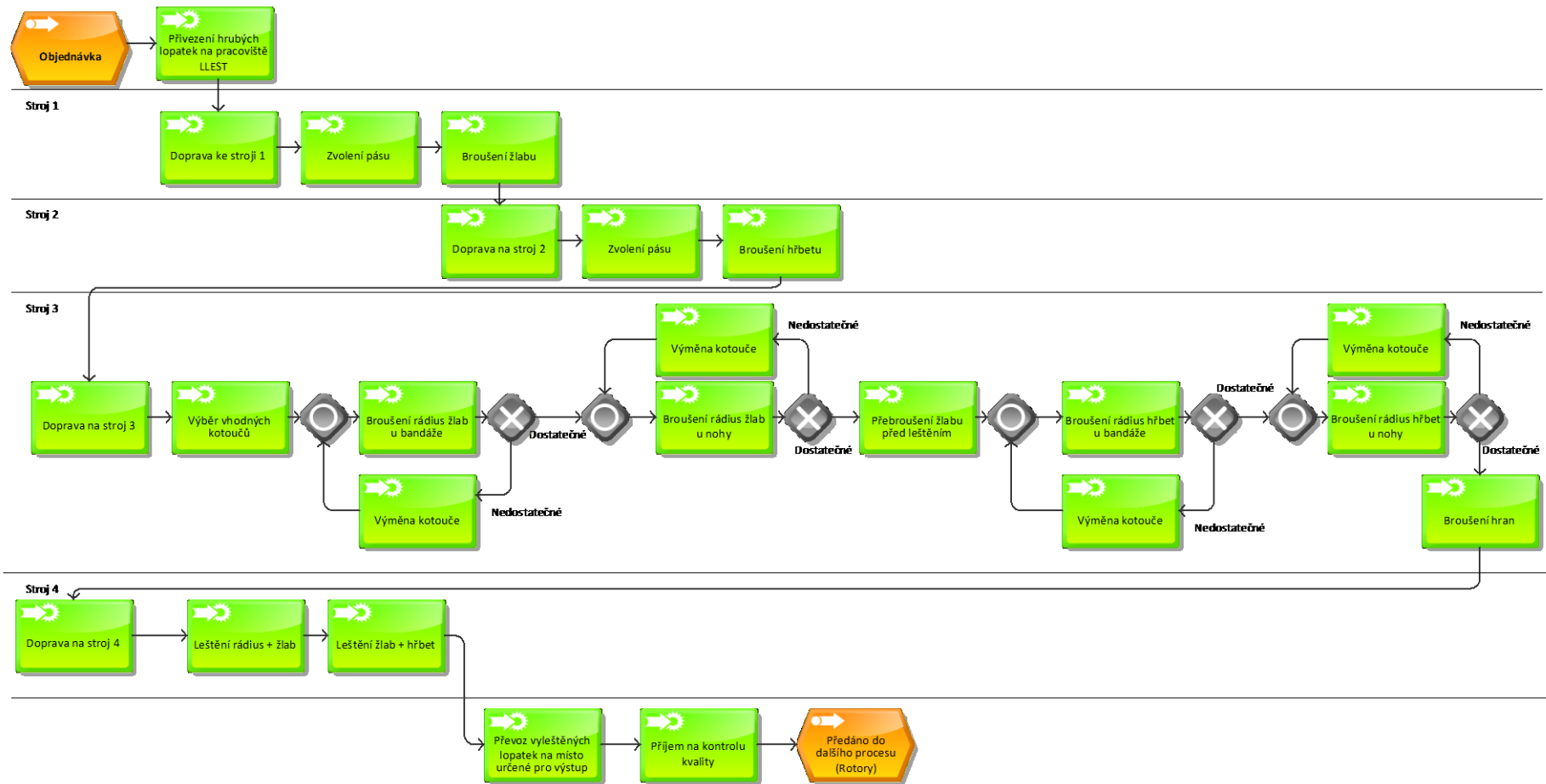
Obrázek 24: Stroj 4 (leštění)



Zdroj: vlastní zpracování, 2014



Obrázek 25: Procesní mapa – Popstup A



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

#### 4.2.2 M2 – Generování kořenových příčin

Cílem druhé kroku fáze Měření je zjistit, co způsobuje problémy a jaké jsou kořenové příčiny problému. Pro identifikaci kořenových příčin je použita analýza příčin a následků (nebo také označovaná jako rybí kost)<sup>14</sup>.

Rybí kost je systematickým nástrojem pro výzkum vztahů mezi určitými ději a jejich vlivem na další vývoj procesu. Analýza je používána především pro ucelený výčet všech možných vlivů na daný problém. Zároveň však hledá potřebný logický detail a soustředí se na hledání skutečných příčin problému. (Svozilová, 2011)

Svozilová (2011) popisuje, že první krokem v procesu tvorby rybí kosti je pojmenování problému. Pro tento problém jsou následně zjišťovány potencionální příčiny jeho vzniku. Problém tvoří „hlavu ryby“. Následně jsou vymezeny kategorie vlivů na zkoumaný problém a dále jsou k nim přiřazeny možné vlivy. Tyto vlivy tvoří „kosti ryby“. Identifikované jevy jsou diskutovány a vybrány jsou nejdůležitější kořenové příčiny (viz následující krok fáze Měření, M3). Kořenové příčiny jsou poté potvrzovány ve fázi Analýza. Následně je pro každou kořenovou příčinu sestaven plán jejich odstranění ve fázi Zlepšení. V této fázi je tento plán také implementován.

Jako problém analyzovaného procesu broušení a leštění lopatek na pracovišti LLEST byla identifikovaná *dlouhá dodací lhůta*. Dále byly identifikovány skupiny vlivů. Těmi jsou technologie, lidé, zařízení, materiál a metody.

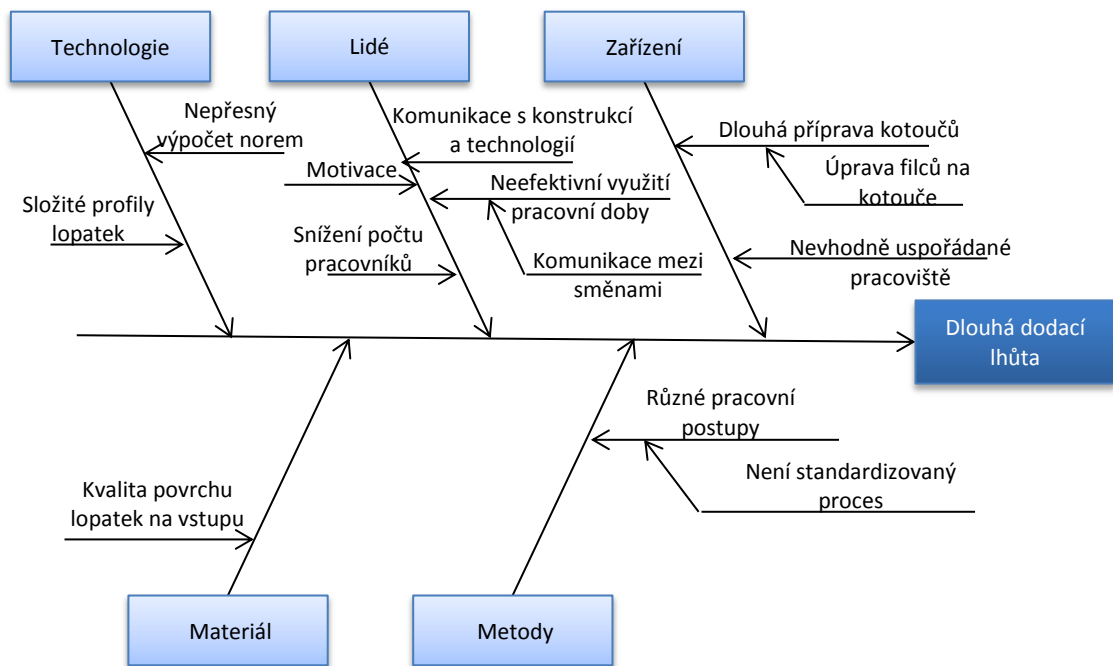
Jako potenciální kořenové příčiny v oblasti *technologie* byly identifikovány složité profily lopatek, které se neustále mění kvůli snaze zvýšit efektivnost turbíny. Na reklamaci norem a prodloužení dodací lhůty má vliv také nepřesný výpočet norem, kdy některé normy jsou příliš náročné a jiné naopak „volné“.

Ve větvi lidé byly jako kořenové příčiny dlouhé dodací lhůty identifikovány motivace dělníků, snížení počtu pracovníků na pracovišti, špatná nebo žádná komunikace s konstrukcí a technologií, neefektivní využití pracovní doby, se kterou souvisí i horší komunikace mezi směny.

---

<sup>14</sup> V některé literatuře se objevuje i název Ishikawův diagram.

Obrázek 26: Rybí kost



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

V oblasti vlivů spadajících pod *zařízení* byly jako kořenové příčiny identifikovány nevhodně uspořádané pracoviště a dlouhá příprava brusných kotoučů. Dělníci na pracovišti LLEST si sami musí připravovat brusné kotouče a také si musí upravovat tzv. filc, ze kterého následně kotouče připravují.

Kořenovou příčinou ze skupiny *materiál* byla identifikována kvalita povrchu lopatek, které vstupují do procesu broušení a leštění lopatek. Poslední skupinou jsou *metody*, kde jako kořenová příčina byl identifikován fakt, že proces broušení a leštění lopatek není standardizovaný a dělníci používají různé pracovní postupy.

#### 4.2.3 M3 – Redukce kořenových příčin

Ve třetím kroku fáze měření jsou redukovány vygenerované kořenové příčiny z předchozího kroku a vybrány nejdůležitější kořenové příčiny. K vybrání nejdůležitějších kořenových příčin je využita matice příčin a následků, která navazuje na analýzu příčin a následků.

V matici jsou jako následky určeny CTQ projektu. Tedy včasná dodávka (dlouhá dodací lhůta) a dodržení rozměrů. Oba faktory jsou ohodnoceny na škále 1-10, dle důležitosti pro zákazníka (10 nejdůležitější). Dodržení rozměrů se dle VOC jeví jako menší

problém. Zákazník je s kvalitou lopatek spokojen. Proto je dodržení rozměrů hodnoceno stupněm 3 a včasná dodávka stupně 9. Včasnost dodávky je dle zákazníka totiž největším problémem.

Příčiny jsou ohodnoceny na základě síly jejich vztahu s procesními výstupy dle stupnice podle metodiky ICG Capability (2013)<sup>15</sup>:

- 0 = žádná korelace
- 1 = vzdálená korelace
- 3 = střední korelace
- 9 = silná korelace

Koeficient důležitosti pro jednotlivé příčiny je vypočten jako suma vah vstupů a výstupů a zobrazeny v tabulce 11. Jednotlivé příčiny jsou generovány v předchozím kroku fáze Měření pomocí metody Rybí kost (analýza příčin a následků). Těchto příčin je celkem deset a jsou označeny x1-x10. Tyto příčiny jsou: nepřesný výpočet norem (x1), složité profily lopatek (x2), motivace pracovníků (x3), snížení počtu pracovníků (x4), komunikace s konstrukcí a technologií (x5), neefektivní využití pracovní doby (x6), náročná příprava kotoučů (x7), různé pracovní postupy (x8), kvalita povrchu lopatek na vstupu (x9), nevhodně uspořádané pracoviště (x10).

Tabulka 11: Matice příčin a následků

	Příčiny / Následky	Včasná dodávka	Dodržení rozměrů	Celkem
	<b>Váha</b>	9	3	
x1	Nepřesný výpočet norem	9	0	81
x2	Složité profily lopatek	3	3	36
x3	Motivace	3	1	30
x4	Snížení počtu pracovníků	1	0	9
x5	Komunikace s konstrukcí a technologií	3	0	27
x6	Neefektivní využití pracovní doby	9	0	81
x7	Příprava kotoučů	9	1	84
x8	Různé pracovní postupy	9	3	90
x9	Kvalita povrchu lopatek na vstupu		3	36
x10	Nevhodně uspořádané pracoviště	9	0	81

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

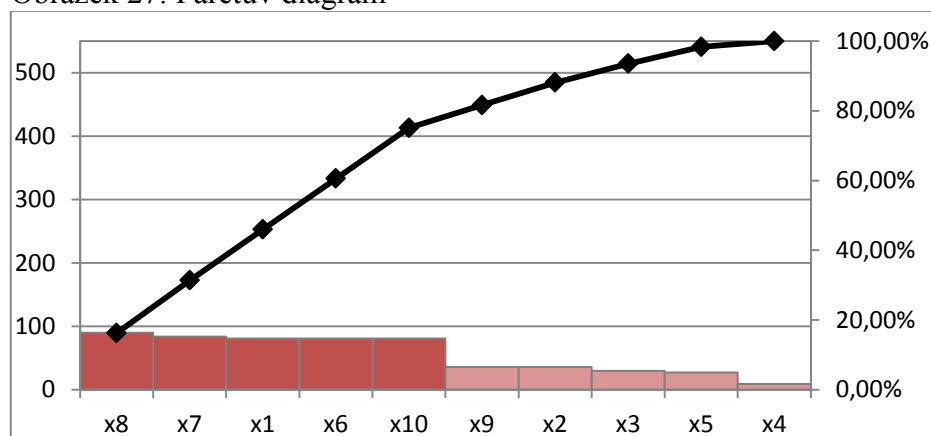
<sup>15</sup> Tato metodika určení vah bere především velkou váhu na silnou korelaci příčin a následků, kdy tuto silnou korelaci ohodnocuje číselnou hodnotou 9 a střední korelaci pouze hodnotou 3. Tento rozdíl tedy klade daleko vyšší váhu na silnou korelaci příčin a následků.

Na základě matice příčin a následků (tabulka 11) je sestrojen Paretův diagram (obrázek 27), který zobrazuje významnost příčin.

Pomocí Paretova diagramu je možné najít dvacet procent příčin, které způsobují osmdesát procent následků. Jedná se tedy o metodu pro účelné stanovení pořadí důležitosti příčin problémů. Pomocí této analýzy jsou tak odděleny významné příčiny od těch mnoha nevýznamných. (Miller, 2008)

Nejvýznamnějšími příčinami dlouhé dodací lhůty při leštění a broušení lopatek jsou *různé pracovní postupy* (nestandardizovaný proces), *dlouhý čas na přípravu kotoučů*, *neefektivní využití pracovní doby*, *nepřesný výpočet norem* a *nevhodně uspořádané pracoviště*.

Obrázek 27: Paretův diagram



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

#### 4.2.4 M4 – Plán sběru dat

V dalším kroku v rámci fáze Měření je naplánován sběr dat. Je tedy nutné odpovědět na otázku kolik a jaká data sbíráme. Nejdříve je sestaven vzorek, tedy malé množství dat z celkové populace, což umožňuje povést analýzu na malém množství dat. Data by měla splňovat pravidlo 3R (Random, Representative, Right sample). Tedy musí být náhodná, reprezentativní a správně veliká. (ICG Capability, 2013)

Při mapování procesu broušení a leštění lopatek bylo provedeno celkem 20 měření (n). Výběrová směrodatná odchylka (s) z měření je 1,63. Na základě těchto dat je možné vypočítat přesnost měření ( $\Delta$ ). Výpočet je v rovnici 1. Přesnost tohoto vzorku tedy je dle uvedeného výpočtu  $\pm 0,73$  minuty (2,96% z průměru), což je považováno za dostatečnou přesnost.

Rovnice 1: Výpočet přesnosti měření ( $\Delta$ )

$$\Delta = \frac{2 \cdot s}{\sqrt{n}} = \frac{2 \cdot 1,63}{\sqrt{20}} = 0,73$$

V rámci mapování procesu broušení a leštění lopatek byl vybrán jako vzorek středních lopatek oběžná lopatka na NT díl<sup>16</sup> pro elektrárnu Gardanne (Francie). Její označení je NT4. Měření nebylo provedeno na jiných lopatkách. V rámci středních lopatek se jedná o reprezentativní vzorek, který však nemůže být považován za reprezentativní vzorek všech lopatek.

Jako datum měření bylo zvoleno 10. 6. 2013 a 11. 6. 2014, kdy se stejná zakázka na pracovišti LLEST opakovala a mohlo tak být provedeno dostatečný počet měření. Jedná se o ruční sběr dat a jedna lopatka je vyráběna během celé směny (viz mapování procesu), proto by bylo náročné zvolit náhodný výběr. Do sběru dat byly zahrnuty dvě směny, kdy proběhlo měření a pozorování celé dané směny. Ve sběru dat tedy nebylo z důvodů vysoké náročnosti sběru dat postupováno dle zásady náhodnosti (Random).

Měření je zaměřeno na změření časů jednotlivých podoperací a ztrátových časů (efektivnost využití pracovní doby, čas na výrobu kotoučů) na pracovišti LLEST při broušení a leštění středních lopatek. Co bude měřeno, bylo určeno dle stanovených nejdůležitějších kořenových příčin (viz tabulka 12). Měření probíhají ručně na stopkách a měřitelem je specialista průmyslového inženýrství.

Tabulka 12: Určení měřených vlastností

	Kořenová příčina	Co je měřeno	Měřidlo	Měřitel	Den
x1	Nepřesný výpočet norem	Čas broušení a leštění	Stopky	Specialista průmyslového inženýrství	10-11/03
x6	Využití pracovní doby	Ztrátové časy	Stopky	Specialista průmyslového inženýrství	10-11/03
x7	Dlouhá příprava kotoučů	Čas na přípravu kotoučů	Stopky	Specialista průmyslového inženýrství	10-11/03
x8	Různé pracovní postupy	Čas broušení a leštění	Stopky	Specialista průmyslového inženýrství	10-11/03
x10	Nevhodně uspořádané pracoviště	Čas na dopravu	Stopky	Specialista průmyslového inženýrství	10-11/03

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

<sup>16</sup> Nízkotlaková turbína

#### 4.2.5 M5 – Ověření měřicího systému

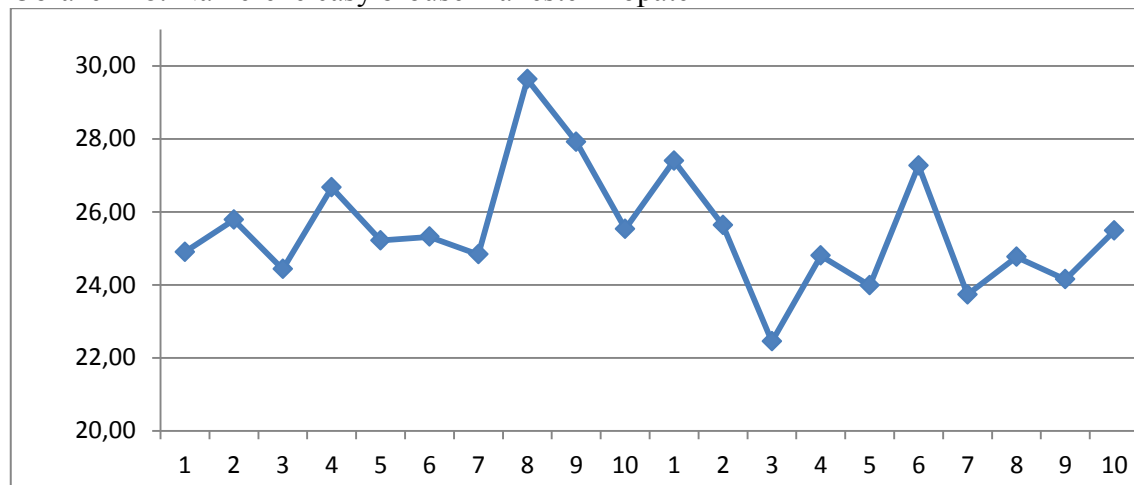
Otázkou kroku *Ověření měřicího systému* je, zda nejsou data zkreslena chybou měřitele a zda byl měřicí systém zvolen vhodně. U měření se mohou vyskytnout chyby dvou typů. Prvním typem je chyba přesnosti, kdy je správná hodnota nepřesně měřena. Druhou chybou je správnost, při které je rozdílná naměřená a skutečná hodnota. (ICG Capability, 2013)

Pro minimalizaci chyby přesnosti měření by bylo vhodné, pokud by měřili procesy dva měřitelé. Z důvodu vysoké náročnosti však bylo od minimalizace této chyby opuštěno. Správnost měření je ověřena funkčností stopek a jejich poměřením s jinými měřidly času.

#### 4.2.6 M6 – Sběr dat

Proběhli celkem dva sběry dat. První sběr byl proveden 10. 6. 2014 od 14:00 do 22:00 (odpolední směna). Druhé měření proběhlo 11. 6. 2014 od 14:00 do 22:00. V každém z měření byl měřen jiný operátor (označení jsou jako operátor I a operátor II). Naměřené časy broušení a leštění lopatek jednotlivých lopatek<sup>17</sup> jsou zobrazeny na obrázku 28.

Obrázek 28: Naměřené časy broušení a leštění lopatek



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

<sup>17</sup> Naměřené časy bez ztrátových časů a časů nutných na přípravu.

Zápis z prvního měření je v tabulce 13, z druhého pak v tabulce 14. V řádku je vždy operace a ve sloupcích je rozděleno, zda se jedná o přípravu, operaci pro lopatky<sup>18</sup>, anebo různé druhy plýtvání. Osm základních druhů plýtvání bylo popsáno ve třetí kapitole této diplomové práce.

Data jsou barevně podbarvena, což je příprava pro hodnotovou analýzu dat, která následuje po tomto kroku. Zeleně jsou podbarveny aktivity s přidanou hodnotou. Aktivity pro proces potřebné, ale nepřinášející přidanou hodnotu jsou zbarveny žlutě. V tomto případě se jedná o přípravné časy. Červeně jsou zbarveny aktivity bez přidané hodnoty a nepotřebné pro proces. Graficky je dále toto rozdělení procesů zpracováno právě v následujícím kroku, který už se řadí do fáze Analýzy. Navazuje na něj také výpočet efektivního pracovního cyklu.

---

<sup>18</sup> Lopatky jsou vždy označeny svým pořadovým číslem (1-10).



Tabulka 13: Zápis měření I

Pracoviště:		LLEST	Zakázka:	Gardanne - NT díl, Lopatka oběžná NT4									Den:	10.6.2014	Od	14:00	Do	22:00		
Aktivita		Operátor:					Operátor I						Plýtvání							
pořadové číslo	Příprava	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Nad výroba	Zbytečné postupy	Opravy/vady	Nadbytečný pohyb	Nevyužití potenciál prac.	Doprava	Čekání	Zásoby	
0	Příprava práce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	
1	Broušení povrchu - žlab	180	187	175	195	164	179	181	189	171	177	155	0	0	0	0	25	0	0	
2	Broušení povrchu - hřbet	25	92	120	117	118	101	85	101	101	112	108	0	0	0	0	101	0	0	
3	Broušení - rádiusy žlab u bandáže	339	152	157	229	238	182	168	214	254	163	130	0	0	0	0	65	0	0	
4	Broušení - rádiusy žlab u bandáže 2	54	117	34	46	51	45	35	48	32	52	78	0	0	0	0	0	0	0	
5	Broušení - rádiusy žlab u nohy	50	66	83	85	102	98	86	82	119	79	81	0	0	0	0	0	0	0	
6	Broušení - rádiusy žlab u nohy 2	40	42	36	39	47	43	34	31	48	44	35	0	0	0	0	0	0	0	
7	Příprava pro leštění - žlab	74	94	65	58	91	80	129	71	117	149	83	0	0	0	0	0	0	0	
8	Broušení - rádiusy hřbet u bandáže	245	141	145	129	144	172	161	188	215	263	154	0	0	0	0	0	0	0	
9	Broušení - rádiusy hřbet u bandáže 2	33	178	103	129	97	82	119	0	44	0	101	0	0	0	0	0	0	0	
10	Broušení - rádiusy hřbet u nohy	56	110	208	0	106	95	122	136	154	130	142	0	0	0	0	0	0	0	
11	Broušení - rádiusy hřbet u nohy 2	28	74	86	66	60	34	45	32	48	0	75	0	0	0	0	0	0	0	
12	Broušení hran	303	129	174	219	241	248	212	217	297	293	231	0	0	0	0	0	0	0	
13	Leštění - rádiusy žlab u bandáže	15	55	67	67	69	59	63	73	65	119	66	0	0	0	0	102	0	0	
14	Leštění - žlab + hřbet	88	57	94	87	72	95	79	108	113	94	93	0	0	0	0	42	0	0	
0	Příprava kotoučů	5783	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1458	0	0	0	

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Tabulka 14: Zápis z měření II

Pracoviště:		LLEST	Zakázka:	Gardanne - NT díl, Lopatka oběžná NT4									Den:	11.6.2014	Od	14:00	Do	22:00		
Aktivita		Operátor:					Operátor II						Plýtvání							
	pořadové číslo	Příprava	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Nad výroba	Zbytečné postupy	Opravy/vady	Nadbytečný pohyb	Nevyužití potenciál prac.	Doprava	Čekání	Zásoby
0	Příprava práce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	420	0	0	0
1	Broušení povrchu - žlab	180	220	230	195	253	265	323	192	200	161	215	0	0	0	0	0	27	0	0
2	Broušení povrchu - hřbet	120	107	90	67	62	61	83	64	87	68	76	0	0	0	0	0	96	0	0
3	Broušení - rádiusy žlab u bandáže	398	209	236	185	200	203	249	172	174	218	158	0	0	0	0	0	195	110	0
4	Broušení - rádiusy žlab u bandáže 2	150	323	178	76	91	119	165	189	195	160	166	0	0	0	0	0	418	0	0
5	Broušení - rádiusy žlab u nohy	27	33	45	45	37	35	28	34	34	32	62	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Broušení - rádiusy žlab u nohy 2	35	28	21	27	18	15	26	21	21	15	26	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Příprava pro leštění - žlab	28	62	58	76	83	73	69	56	59	72	59	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Broušení - rádiusy hřbet u bandáže	14	85	86	93	109	103	83	140	132	172	145	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Broušení - rádiusy hřbet u bandáže 2	125	92	131	122	142	102	139	108	86	79	143	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Broušení - rádiusy hřbet u nohy	17	122	81	67	53	69	71	55	63	64	73	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Broušení - rádiusy hřbet u nohy 2	15	91	71	46	99	89	52	85	91	65	81	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Broušení hran	27	123	156	174	183	133	176	157	179	163	159	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Leštění - rádiusy žlab u bandáže	22	65	84	71	82	87	65	83	59	81	64	0	0	0	0	0	354	135	0
14	Leštění - žlab + hřbet	85	84	71	103	76	85	107	68	106	99	102	0	0	0	0	0	35	0	0
X	Příprava kotoučů	5822	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1365	0	0

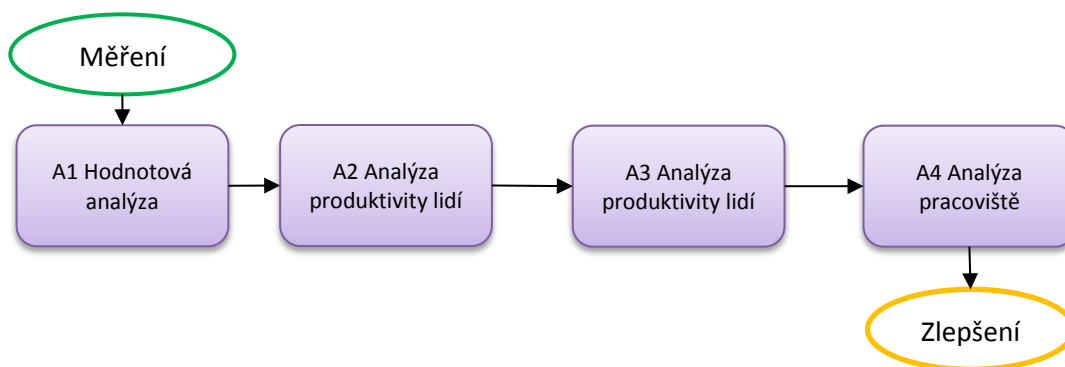
Zdroj: vlastní zpracování, 2014

### 4.3 A – Analýza

Cílem fáze *Analýza* je potvrdit kořenové příčiny definované ve fázi *Měření* a analyzovat získaná data za použití nástrojů procesní analýzy. Procesní analýza se skládá ze čtyř postupných kroků. Těmito kroky jsou *hodnotová analýza*, *analýza produktivity lidí*, *analýza pracoviště*, a *závěry analýzy*.

Výstupem z fáze *Analýza* je seznam potvrzených kořenových příčin, které mají významný dopad na výstup procesu. Na tyto kořenové příčiny se budou hledat nápravná opatření ve fázi *Zlepšení*.

Obrázek 29: Navigace fází Analýza



Zdroj: vlastní zpracování na základě ICG Capability, 2013

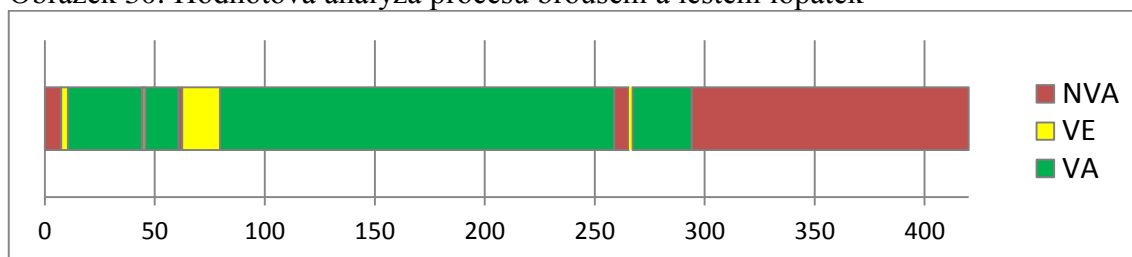
#### 4.3.1 A1 – Hodnotová analýza

Cílem hodnotové analýzy je určit, zda aktivity přinášejí zákazníkovi přidanou hodnotu. Jednotlivé aktivity v procesu se tak rozdělí dle hodnoty. Buď přinášejí zákazníkovi hodnotu a je ochoten za ně platit anebo nepřidávají zákazníkovi hodnotu a tvoří tak plýtvání. Hodnoty nepřinášející hodnotu by se měli eliminovat.

Aktivity se dělí na aktivity s přidanou hodnotou (VA), aktivity pro proces potřebné, ale nepřinášející přidanou hodnotu (VE) anebo aktivity bez přidané hodnoty a nepotřebné pro proces (NVA). (ICG Capability, 2013)

Rozdělené aktivity pro proces broušení a leštění lopatek dle výše uvedeného rozdělení je zobrazen na obrázku 30. Součet těchto aktivit je celkový čas, který produkt stráví v procesních krocích, tedy celková dodací lhůta. Pro analýzu je využito naměřených dat. Je vypočítán aritmetický průměr ze dvou měřených směn, což představuje přepočítané hodnoty na jednu směnu.

Obrázek 30: Hodnotová analýza procesu broušení a leštění lopatek



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Následně je vypočítána efektivita procesního cyklu (PCE), který počítá, jak efektivně je využit čas a zdroje. PCE je vypočítán jako podíl času přidávající hodnotu na celkové dodací lhůtě (viz rovnice 2). PCE je 60,7%.

Rovnice 2: Výpočet efektivity pracovního cyklu (PCE)

$$PCE = \frac{\text{Celkový čas přidávající hodnotu (VA)}}{\text{Celková dodací lhůta}} = \frac{255}{420} = 60,7 \%$$

#### 4.3.2 A2 – Analýza produktivity lidí

V analýze produktivity je řešena otázka, jestli lidé pracují efektivně a jaký je dostupný čas lidí v procesu. Odhaluje se také plýtvání v práci lidí.

K analýze produktivity bylo opět využito naměřených dat. Je počítáno s daty jako průměr ze dvou měřených směn. Výpočet je zobrazen v tabulce 15. *Celkové smluvní hodiny* jsou 8 hodin (480 minut). Od nich je odečteno 30 minut, které má každý pracovník jako *zákonnou přestávku na oběd*. Tak je vypočtená hrubá doba práce. Od té je následně odečtena nepoužitelná doba, kterou je dvakrát 15 minutová technologická přestávka, kdy pracovník vypíná stroj. Tím je vypočtena *čistá použitelná doba*. Od ní je odečten čas, kdy pracovník nepracuje optimálně, a jsou vypočítány *produktivní hodiny*. Tyto neproduktivní hodiny představují například dopravu lopatek mezi pracovišti, pauzu na kouření, ale také nevyužitou pracovní dobu na začátku a konci směny. Po odečtení neefektivně vynaložené doby, tedy především čas strávený na přípravě kotoučů pro broušení, vyjde výsledné *efektivní hodiny*.

Největší ztráty jsou způsobené přípravou kotoučů (119,8 minut), nevyužitím pracovní doby (45,2 minuty) a také je nevyužitá technologická pauza při vypnutí stroje (30 minut).

Tabulka 15: Výpočet produktivity operátora

Ukazatel	Čas (v min)	Poznámka
Smluvní hodiny	480,0	
<i>Nepřítomnost</i>	30,0	<i>zákonná přestávka na oběd</i>
Hrubá doba práce	<b>450,0</b>	
<i>Nepoužitelná doba</i>	30,0	<i>technologická pauza (vypnutí stroje)</i>
Čistá použitelná doba	<b>420,0</b>	
<i>Ztráta produktivity</i>	45,2	<i>doprava, nevyužití pracovní doby</i>
Produktivní hodiny	<b>374,8</b>	
<i>Ztráta efektivity</i>	119,8	<i>ztráty způsobené přípravou kotoučů</i>
<b>Efektivní hodiny</b>	<b>255,0</b>	

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Na základě vypočtených časů je možné vypočítat celkovou časovou efektivitu (TTE). Výpočet TTE je v rovnici 3. Celková časová efektivita je 56,7 %. Největší ztrátu způsobuje ztráta způsobená přípravou kotoučů na broušení. Další významnou ztrátou je doprava a neefektivní využití pracovní doby. Nevyužitá zůstává i technologická pauza, kdy musí být vypnuté stroje, ale pracovníci tuto dobu mohou využít jinak. Zákonná přestávka na oběd nemůže být snížena.

Rovnice 3: Ukazatel celkové časové efektivity (TTE)

$$TTE = \frac{\text{Efektivní hodiny}}{\text{Hrubá doba práce}} = \frac{255}{450} = 56,7 \%$$

Ukazatel TTE může být porovnán s ukazatelem produktivity práce (PP), který je počítán v DŠPW. Tento ukazatel (viz rovnice 4) je vypočítán jako podíl hodin odvedené práce do programu BaaN (dle technologické normy) na celkové odpracované době. Je vidět, že PP překračuje dokonce 100 %, přičemž ukazatel TTE dosáhl hodnoty 53,1 %. Na základě toho je možné tvrdit, že technologická norma není stanovena přesně a je příliš „mírná“.

Rovnice 4: Výpočet produktivity práce (PP) dle metodiky DŠPW

$$PP = \frac{\text{Odvedené hodiny do BaaN}}{\text{Odpracovaná doba}} = \frac{7,87}{7,5} = 104,9 \%$$

#### 4.3.3 A3 – Analýza pracoviště

Analýza pracoviště navazuje na Špagetový diagram, který byl pro celou směnu zobrazen na obrázku 20. Úkolem této analýzy je odhalit plýtvání způsobené špatným rozvržením pracoviště.

Stroje jsou na pracovišti uspořádány dle jejich funkce. Jedná se tedy o funkční uspořádání pracoviště. Toto uspořádání odpovídá tomu, že postup, jak se pracovníci pohybují mezi jednotlivými stroji, je nestandardizovaný. Jejich postup se tedy liší. Celkově působí tuto uspořádání nevhodně a pracovníci jsou nuceni využít pouze stroj, kde se v tu chvíli nenachází jiný pracovník.

Kvůli tomuto uspořádání hrozí riziko nutnosti čekat na vhodný stroj k úpravě, kterou daný pracovník potřebuje udělat a také snižuje využití jednotlivých strojů. Během pozorování k problému čekání na vhodný stroj na pracovišti LLEST nedošlo, ale nevyužívaných strojů bylo vždy v danou chvíli více.

#### 4.3.4 A4 – Závěr analýzy

Výstupem z analýzy je seznam potvrzených kořenových příčin. Na základě analýzy produktivity lidí mohou být jako nejzávažnější kořenové příčiny dlouhé dodací lhůty potvrzeny *neefektivní využití pracovní doby* a *vysoký čas na přípravu kotoučů*. *Různé pracovní postupy* a *nevhodně uspořádané pracoviště* mohou být jako kořenové příčiny potvrzeny na základě hodnotové analýzy spolu s analýzou pracoviště.

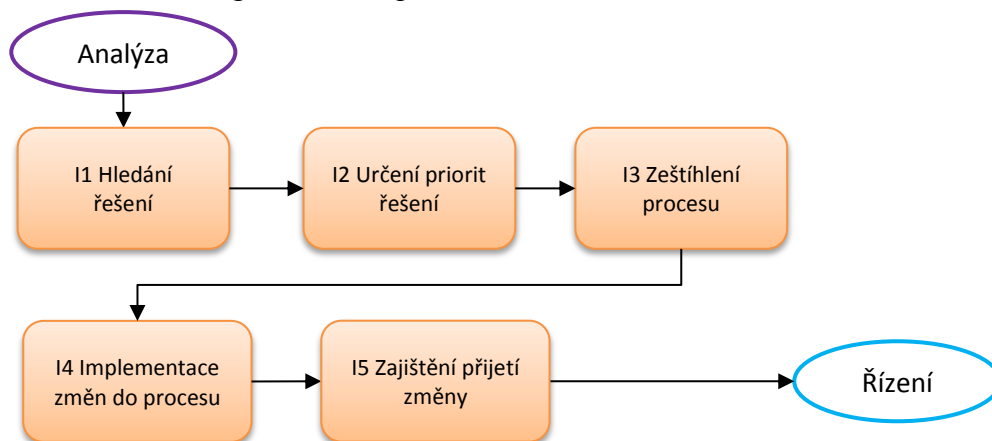
Produktivita práce dle metodiky DŠPW překračuje 100 %, ale ve skutečnosti pracovníci věnovali efektivní práci přidávající hodnotu pro zákazníka pouze 56,7 % své pracovní doby. To poukazuje na „mírnou“ normu. *Nepřesně stanovená norma* nemá přímý důsledek v prodloužení dodací lhůty. Působí však nepřímo. Má totiž za následek, že pracovníci nejsou motivováni udělat více práce, než jim norma stanovuje.

## 4.4 I – Zlepšení (Improvement)

Základním cílem fáze *Zlepšení* je identifikovat sadu zlepšení pro proces pomocí technik štíhlé výroby a zvážit všechny přínosy a náklady spojené s implementací. Dále je důležité vybrané změny implementovat. Konkrétní navržená opatření pro zlepšení současného stavu při broušení a leštění lopatek na pracovišti LLEST jsou tedy přímo na pracovišti implementována.

Nejdříve jsou tedy hledána řešení a následně jsou určeny jejich priority. Některá řešení jsou poté více rozpracována v kroku Zeštíhlení procesu. Všechna vybraná řešení jsou pak implementována do procesu. Důležité je také přijetí implementovaných změn stakeholdery.

Obrázek 31: Navigace fází Zlepšení



Zdroj: vlastní zpracování na základě ICG Capability, 2013

### 4.4.1 I1 – Hledání řešení

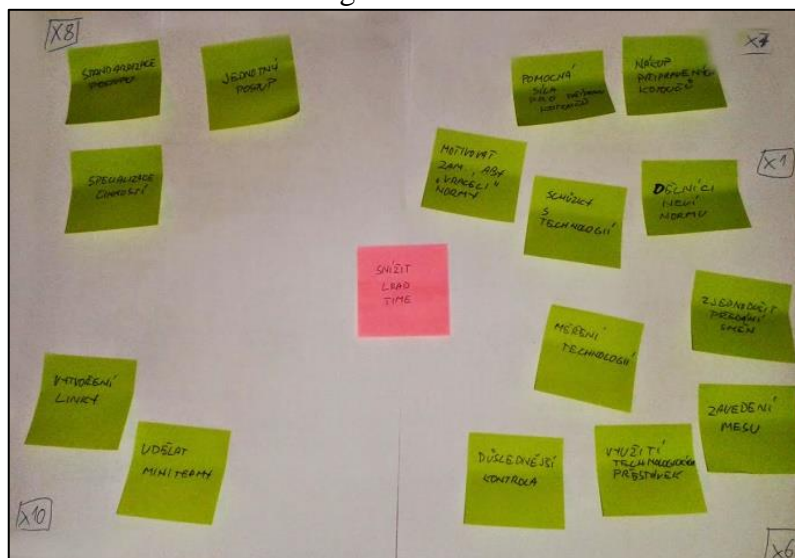
Cílem prvního kroku fáze *Zlepšení* je navrhnout řešení, která odstraní kořenové příčiny. Potenciální řešení jsou hledána na workshopu v rámci projektového týmu pomocí brainstormingu.

*Brainstorming* je nástroj pro vytváření kreativních nápadů. Je vhodný, když je potřeba vymyslet nové způsoby a opustit zavedené názory. Brainstorming kombinuje uvolněný, neformální přístup s laterálním myšlením. Vyžaduje, aby účastníci přicházeli s nápady a myšlenkami, které mohou na první pohled vypadat nemožně. Později však mohou být

některé z nich převedeny do originálního a kreativního řešení. Jiné mohou být základem pro další nápady. (Cory, 2003)

V rámci projektového týmu bylo vygenerováno šestnáct nápadů na snížení dodací lhůty v rámci broušení a leštění lopatek na pracovišti LLEST. Tyto nápady byly zaznamenány na společné schůzce při brainstormingu (viz obrázek 32).

Obrázek 32: Brainstorming



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Nápady byly shrnuty do matice v tabulce 16 dle toho, jak řeší jednotlivé nejdůležitější kořenové příčiny dlouhé dodací lhůty. Tyto kořenové příčiny byly vygenerovány ve fázi Měření a potvrzeny ve fázi Analýzy. Označení kořenových příčin v tabulce je dle jejich označení ve fázi Měření:

- x8: různé pracovní postupy
- x7: náročná příprava kotoučů
- x1: nepřesný výpočet norem
- x6: neefektivní využití pracovní doby
- x10: nevhodně uspořádané pracoviště



Tabulka 16: Výstup z brainstormingu

x8	x7	x1	x6	x10
1) Standardizace procesu	4) Pomocná síla pro přípravu kotoučů	6) Dělníci nevědí normu	9) Mezi směny může být rozdělaná práce	15) Vytvoření linky
2) Jednotný postup pro všechny dělníky	5) Nákup vhodnějších kotoučů	7) Schůzky s technologií (úprava norem)	10) Zavedení MESu	16) Udělat "minitýmy"
3) Specializace činností		8) Motivovat zaměstnance, aby "vraceli" normy	11) Měření technologií	
			12) Využití technologických přestávek	
			13) Důslednější kontrola pracovní doby	
			14) Zákaz kouření v pracovní době	

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Pro kořenovou příčinu (x8) *různé pracovní postupy* byly pomocí brainstormingu navrženy tři potenciální nápravná opatření. Prvním nápravným opatřením je *standardizace procesu na pracovišti LLEST*, které dosud není standardizováno. S tím souvisí i *stanovení jednotného postupu pro všechny dělníky*. V současné době totiž dělníci mají v rámci směny různé postupy. Třetím navrženým opatřením je *specializace činností*. Tím je myšleno to, že dělníci na pracovišti LLEST by měli dělat pouze určitou činnost nebo činnosti, ale neprocházet s dávkou lopatek celým procesem leštění a broušení lopatek.

Druhou kořenovou příčinou je (x7) *náročná příprava brusných kotoučů*. Pro tuto kořenovou příčinu byla navržena dvě potenciální nápravná opatření. Těmi jsou *zaměstnání pomocné síly*, která bude mít kompletně na starosti přípravu kotoučů. Druhým návrhem nápravného opatření je to, že stávající kotouče budou nahrazeny, protože, ač jich je stále dostatek, tak jsou nevyhovující a zastaralé. S tím je spojen *nákup nových kotoučů*.

Kořenová příčina (x1) *nepřesný výpočet norem* má jako možná nápravná opatření definovány tři možná řešení. Prvním je to, *aby dělníci technologickou normu nevěděli*. Při „volné“ normě by tak nevěděli, zda plní dostatečně a nemohli by tempo své práce této normě přizpůsobovat. Druhým navrženým řešením této příčiny jsou *schůzky mistrů a zástupců dělníků s technologií a úprava norem*. Posledním návrhem je *zaměstnance motivovat, aby „vraceli“ normy*. To znamená, že pokud splní více práce za směnu, než jim předepisuje norma, aby to nahlásili. V současné době je k tomu nic nemotivuje.

Další kořenovou příčinou, pro kterou byly vybírány potenciální nápravná opatření, je (x6) *neefektivní využití pracovní doby*. Zde bylo nejvíce návrhů – šest. Prvním návrhem je to, že mezi směnami *může být rozdělané leštění lopatek*. To by řešilo problém, kdy na konci směny pracovníci nezačínají další práci. Druhým navrženým opatřením je *zavedení systému MES<sup>19</sup> na pracoviště LLEST*. Tím by se docílilo snazšího sledování vytiženosti strojů. Dalším nástrojem by mohla být *měření technologií*, podobné tomu měření, jak probíhalo v rámci této diplomové práce. Čtvrtým navrženým opatřením pro tuto kořenovou příčinu je *využití technologických přestávek*. Tyto přestávky jsou zavedeny kvůli technologickým požadavkům strojů a náročnosti práce. Přestávky však mohou být využity k jiné činnosti, kdy není nutné mít stroj v činnosti. Dalším potenciálním nápravným opatřením je *důslednější kontrola pracovní doby*, kterou by měl mít na starosti mistr. Posledním navrženým opatřením je problém, který se vyskytuje v celé společnosti, a sice to, že je povoleno kouření v pracovní době, čímž jsou způsobeny ztráty. Řešením by bylo *zrušení kouření v pracovní době*.

Poslední kořenovou příčinou, pro kterou byla při brainstormingu navrhována nápravná opatření, je (x10) *nevhodně uspořádané pracoviště*. Pro tuto kořenovou příčinu bylo navrženo *vytvoření linky* anebo *vytvoření „minitymů“*. Oboje souvisí s různými pracovními postupy a také specializací činností v rámci pracoviště LLEST, kdy dělníci nebudou provádět všechny činnosti spojené s broušením a leštěním lopatek, ale během směny se budou specializovat na jednu případně několik činností v rámci tohoto procesu.

---

<sup>19</sup> Manufacturing Execution System (výrobní informační systémy) je zaveden ve společnosti DŠPW především na strojních pracovištích jako soustruhy, frézy atp. Sleduje efektivitu využití strojů a zaznamenává veškeré ztráty, které na těchto strojích vzniknou.

#### 4.4.2 I2 – Určení priorit řešení

Navrhnutá řešení musí být dále hodnocena, aby byla vybrána vhodná řešení k implementaci. Cílem je, aby bylo ke každé kořenové příčině zvoleno nejvhodnější řešení. K eliminaci nápadů a určení priorit řešení je využito metody E.P.I.C.

Jedná se o matici přínosu úsilí, která hodnotí náročnost implementace v časy (**E**asy to Implement), dopad na cílové metriky firmy (**P**erformance Impact), náklady na implementaci (**I**mplementation Costs) a přínos z pohledu zákazníka (**C**ustomer Benefits). (ICG Capability, 2013)

Jednotlivá řešení jsou hodnocena dle výše uvedených kritérií na 5 bodové stupnici a jejich vynásobením vzniká ukazatel EPIC, který hledá řešení s nejvyšší prioritou.

E (5 bodů) → rychle se dá implementovat

P (5 bodů) → výrazné vylepšení ukazatele KPI

I (5 bodů) → minimální náklady

C (5 bodů) → velký dopad na zákazníka

Obrázek 33: Určení priorit řešení

KP	Potenciální řešení	E	P	I	C	EPIC
x8	Standardizace a racionalizace procesu	4	3	5	2	120
	Jednotný postup pro všechny dělníky	2	3	4	3	72
	Specializace činností	2	3	4	3	72
x7	Pomocná síla pro přípravu kotoučů	5	2	3	2	60
	Nákup vhodnějších kotoučů	4	5	3	3	180
x1	Dělníci nevědí normu	2	2	5	3	60
	Schůzky s technologií (úprava norem)	5	2	4	3	120
	Motivovat zaměstnance, aby "vraceli" normy	2	3	5	3	90
	Měření technologií	4	3	2	3	72
x6	Mezi směnamí může být rozdělaná práce	4	3	5	2	120
	Zavedení MESu	1	4	2	3	24
	Využití technologických přestávek	5	3	5	3	225
	Důslednější kontrola pracovní doby	4	3	4	3	144
	Zákaz kouření v pracovní době	1	3	5	3	45
x10	Vytvoření linky	3	5	2	4	120
	Udělat "minitýmy"	4	2	4	2	64

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Dle výsledků v matici na obrázku 33 bylo vybráno sedm řešení s nejvyšším dosaženým skóre (označeny zeleně). Tato řešení byla zkombinována pro jednotlivé kořenové příčiny a jsou zobrazena v tabulce 17.

Tabulka 17: Určená řešení projektu pro kořenové příčiny

	Kořenová příčina	Zlepšení
x8	Různé pracovní postupy	Standardizace a racionalizace procesu.
x7	Dlouhá příprava kotoučů	Nákup lépe připravených kotoučů a jejich následná příprava pouze během technologické přestávky.
x1	Nepřesný výpočet norem	Pravidelné měsíční schůzky technologů s pracovníky a s tím spojená revize norem.
x6	Využit pracovní doby	Plynulejší předání práce mezi směnami. Může být rozpracované broušení a leštění lopatky mezi směnami. Důslednější kontrola pracovní doby mistrem a tzv. „partáky“.
x10	Nevhodně uspořádané pracoviště	Změna layoutu pracoviště (vytvoření linky)

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Jako nápravné opatření pro kořenovou příčinu různých pracovních postupů byla zvolena nutnost *nastavit standard* v procesu broušení a leštění lopatek a *proces racionalizovat*. S tím souvisí i nápravné opatření pro nevhodně uspořádané pracoviště, kdy bylo zvoleno jako řešení *změna layoutu a vytvoření linky* v rámci pracoviště LLEST. Standardizace a racionalizace procesu je řešena ve třetím kroku (zeštíhlení procesu) fáze Zlepšení.

Pro kořenovou příčinu dlouhé přípravy kotoučů byl zvolen *nákup vhodnějších kotoučů pro broušení a leštění lopatek*. V DŠPW je sice zatím dostatečná zásoba současného nástroje, ale vyžaduje dost času na přípravu. Zároveň bude také využito potencionálního řešení pro lepší využití pracovní doby, kdy *pro přípravu kotoučů mohou být využity technologické přestávky*.

*Pravidelné měsíční schůzky technologů s pracovníky a úprava norem* byla zvolena jako nápravné opatření pro kořenovou příčinu nepřesného výpočtu norem. Tyto schůzky budou nastaveny na měsíční bázi.

Řešení pro kořenovou příčinu neefektivní využití pracovní doby je navrženo *plynulejší předání práce mezi směnami*, které bude součástí standardu. Součástí tohoto opatření je možnost toho, že bude *nedoleštěná lopatka mezi směnami*. *Důslednější kontrola pracovní doby mistrem* je druhým opatřením pro tuto kořenovou příčinu. Tzv. „parták“

bude také denně zjišťovat produktivitu pracoviště ze softwaru BaaN a bude informovat ostatní pracovníky o plnění produktivity dle technologických norem pomocí  *systému vizuálního řízení*.

Tento systém má za cíl více motivovat pracovníky a lépe je informovat o jejich produktivitě. Ortiz (2011) vyzdvihuje tu vlastnost systému vizuální řízení<sup>20</sup>, že pomáhá se zvýraznění strategických iniciativ podniku směrem k pracovníkům. Ortiz (2011) dále uvádí, že výsledky správného zavedení systému vizuálního řízení má za následek mimo jiného i snížení plýtvání a zvýšení produktivity zaměstnanců.

Implementace všech navržených opatření, včetně rozdělení na konkrétní úkoly bude čtvrtým krokem fáze Zlepšení. Součástí stanovení úkolů bude stanovení zodpovědnosti za jednotlivé úkoly a také termínu jejich splnění. Opatření a jejich plnění budou také ve čtvrtém kroku detailněji popsány.

#### **4.4.3 I3 – Zeštíhlení procesu**

Cílem standardizace a racionalizace procesu je sjednotit různé pracovní postupy pracovníků na pracovišti LLEST. Zároveň by měl být vytvořen stejný postup pro všechny pracovníky. Pracovníci se během směny budou specializovat na konkrétní činnost. Výsledkem by měla být plynulejší předávka mezi směnami, kde dle analýzy dochází k velkým ztrátám.

Je navržena změna layoutu pracoviště LLEST, tak aby docházelo k plynulejšímu přechodu mezi jednotlivými stroji a pracoviště bylo lépe přizpůsobeno nově nastavenému procesu. Dle nového layoutu bude na pracovišti pracovat v jedné směně osm pracovníků na místo současných čtyř. Směnnost provozu bude tedy snížena na jednu při zachování celkového počtu pracovníků. Díky zvýšení produktivity bude tato směna mít lepší výsledky než předchozí dvě směny. Zároveň v případě nutnosti může být zařazena i druhá směna s osmi pracovníky.

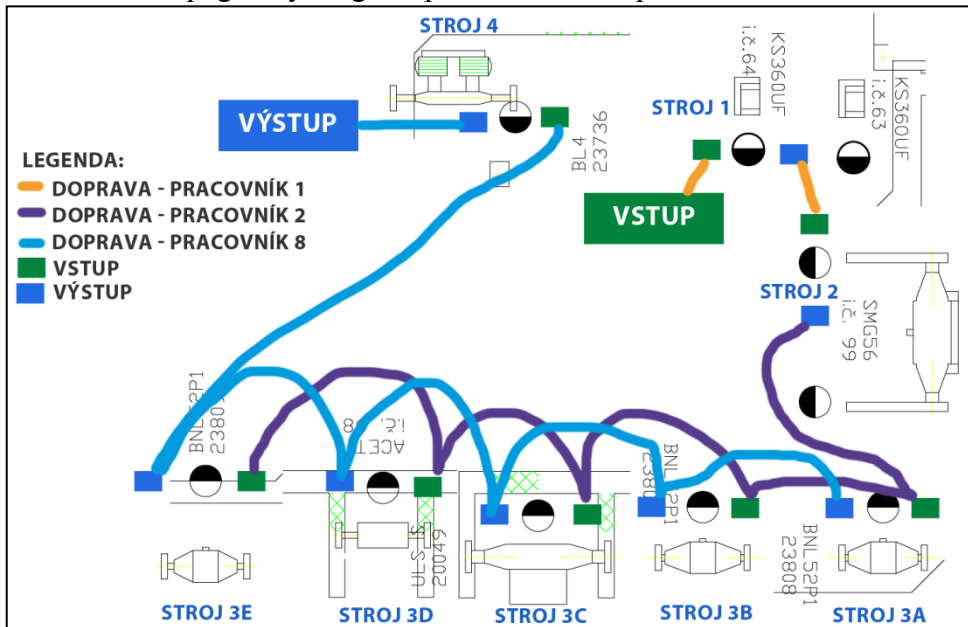
Nový layout pracoviště LLEST je na obrázku 34. Pracovník č. 1 bude dopravovat lopatky ze vstupu do procesu na stroj č. 1, kde bude brousit žlab lopatky. Poté dopraví lopatky na stroj č. 2. Pracovník č. 2 brousí hřbet lopatky a následně dopravuje lopatky na stroje č. 3, kterých je pět. Zde pracovníci 3-7 brousí rádiusy lopatek, které jsou časově nejnáročnějším subprocesem. Kompletně obroušené lopatky přebírá pracovník č.

---

<sup>20</sup> V originále Visual controls system

8, který je dopraven na stroj č. 4, kde je leští. Pracovník následně dopravuje lopatky na místo určené pro výstup z procesu broušení a leštění lopatek. Celý proces je detailněji zobrazen na obrázku 35.

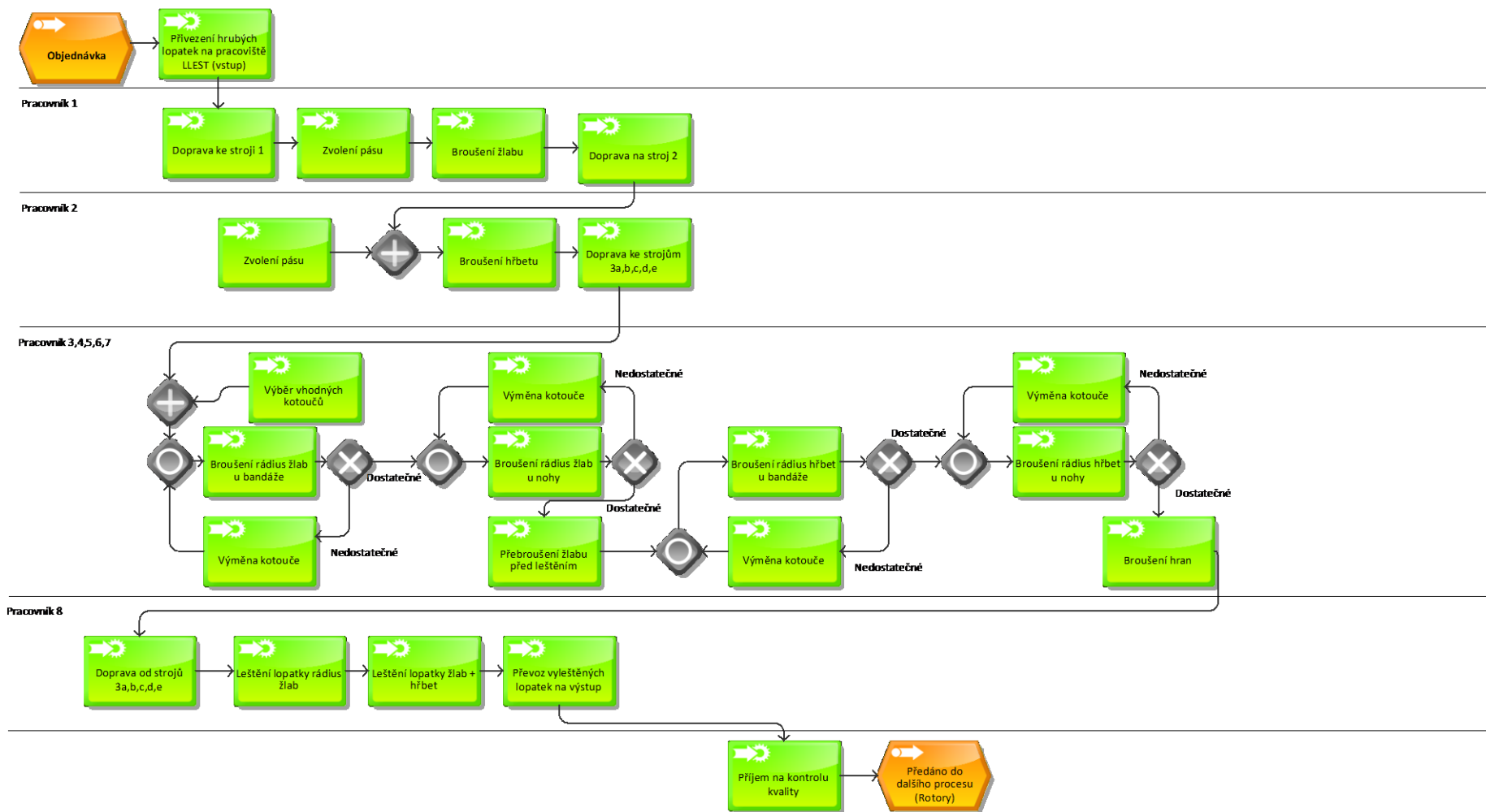
Obrázek 34: Špagetový diagram po racionalizaci procesu



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

I přes zvýšení počtu pracovníků během jedné směny dochází díky lepšímu využití strojů k možnosti prodat tři stroje, které byly nutné v původním procesu. Tento prodej by dle odhadu pokryl náklady na větší zatížení strojů v novém procesu. Druhou variantou bylo stroje ponechat pro případnou odstávku některého jiného stroje typu 3, aby nedošlo ke snížení průchodnosti procesu. Stroj typu 1, 2 a 4 mají plnou nahraditelnost i v novém layoutu pracoviště, protože každý ze strojů má dva kotouče, na kterých lze nezávisle na sobě pracovat.

Obrázek 35: Procesní mapa po racionalizaci procesu



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

#### 4.4.4 I4 – Implementace změn do procesu

Ve čtvrtém kroku fáze Zlepšení přichází na řadu implementace navržených změn do procesu. Cílem fáze je implementovat do procesu navržená řešení. Důležité je určit, kdo bude řešit jednotlivé úkoly, aby byla řešení implementována a dotyčná osoba za ně měla zodpovědnost. (ICG Capability, 2013)

Na základě stanovených řešení projektu k jednotlivým kořenovým příčinám byl vypracován plán implementace změn do procesu (viz zpracování plánu implementace v tabulce 18). Ke všem navrženým řešením byly stanoveny jednotlivé úkoly, tak aby bylo docíleno implementace těchto opatření. Úkolů vyplývajících z navržených řešení je celkem čtrnáct. U všech byla určena zodpovědnost a termín, do kdy se mají úkoly splnit. Vše je zobrazeno v tabulce 18. V tabulce je také uvedeno, zda byly úkoly splněny. Popis plněný jednotlivých úkolů je dále rozpracován pod tabulkou.

Tabulka 18: Plán implementace změn do procesu

	Úkol	Zodpovědnost	Termín <sup>21</sup>	Plnění
1	Vytvoření standardu	Specialista průmyslového inženýrství	35 KT	Ano
2	Návrh linky (nového layoutu)	Specialista průmyslového inženýrství	35 KT	Ano
3	Zavádění nové linky	Vedoucí odboru Optimalizace výrobních procesů	38 KT	Ne
4	Specifikace brusných kotoučů, informovat p. Hladíka	Mistr, „partáci“	35 KT	Ano
5	Zajištění dodavatele brusných kotoučů	Vedoucí Nástrojárny	35 KT	Ano
6	Zajištění dostatečného množství nových brusných kotoučů	Vedoucí Nástrojárny	36 KT	Ano
7	Seznámení operátorů s novými brusnými kotouči	Mistr, vedoucí Nástrojárny	37 KT	Ano
8	Nastavení využití technologických přestávek pro přípravu kotoučů	Mistr	35 KT	Ano
9	Nastavení pravidelných schůzek technologů s pracovníky ("partáky")	Technolog	35 KT	Ano
10	Možná rozpracovanost mezi směny	Mistr	35 KT	Ano
11	Předání práce mezi směny	„Partáci“	35 KT	Ano
12	Příprava denního ukazatel výkonu v porovnání na odpracované hodiny přes BaaN	Specialista průmyslového inženýrství	36 KT	Ano
13	Informace operátoru o stavu plnění	„Partáci“	37 KT	Ano
14	Nastavení nových technologických norem	Technolog	37 KT	Ano

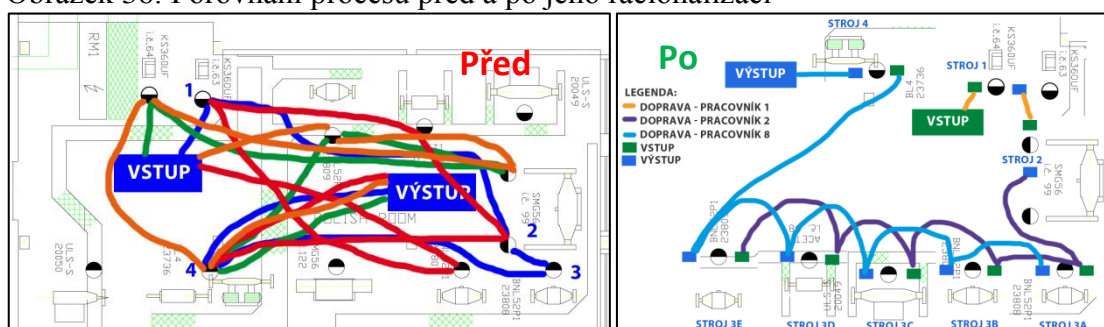
Zdroj: vlastní zpracování, 2014

<sup>21</sup> Termín je určen v kalendářním týdnu (KT)



První dva úkoly se týkají vytvoření standardu a návrhu nového layoutu pracoviště. Návrh nového layoutu byl v předchozím kroku fáze Zlepšení, *zeštíhlení procesu*. Shrnutí změny layoutu a racionalizace procesu je na obrázku 36. V levé části obrázku je původní proces a Špagety diagram tohoto procesu, kdy pracovníci měli vždy svoji dávku lopatek, s kterou se pohybovali po pracovišti. V pravé části obrázku je potom tok v rámci pracoviště po změně layoutu dle návrhu, který byl vytvořen v předchozím kroku fáze Zlepšení. Tato změna by umožnila mimo jiné prodej tří strojů, ale také paradoxně zároveň zvýšení počtu pracovníků během jedné směny na osm. To by umožnilo zařadit pouze jednu směnu denně, která by ale měla vyšší výkonnost než předchozí dvě směny po čtyřech pracovnících. Zároveň by v případě potřeby vznikla možnost zdvojnásobit produkci pracoviště LLEST při zdvojnásobení počtu pracovníků na tomto pracovišti bez navýšení počtu směn v týdnu. Za tyto první dva úkoly měl zodpovědnost specialista průmyslového inženýrství.

Obrázek 36: Porovnání procesu před a po jeho racionalizaci



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

S úkoly jedna a dva souvisí také třetí úkoly. Třetím úkolem je nově navržený layout pracoviště uvést v do stadia provozu. Dle analýzy a naměřených hodnot by bylo možné nový layout zavést. Zároveň by s tím nebyly spojeny žádné další náklady mimo nákladů na přestavbu pracoviště. Odhad těchto nákladů je 32 tis. Kč<sup>22</sup>. Zavedení nového layoutu měl mít na starosti vedoucí oddělení Optimalizace výrobních procesů, který působí v tomto projektu v pozici Black Belt. Nový layout však nebyl schválen Šampionem projektu z důvodu, že by layout pracoviště odpovídal typu lopatky Gardanne - NT díl, Lopatka oběžná NT4.

<sup>22</sup> Odhad je vypočítán jako práce čtyř pracovníků po dobu 16 hodin se sazbou 500 Kč/hodinu. Přestavba by mohla proběhnout přes víkend, takže by nebyla omezena výroba na tomto pracovišti.

Dle návrhu Šampiona projektu tedy budou nejdříve implementována zbývající řešení, která by měla mít efekt na zvýšení efektivity pracoviště a zároveň snížení dodací lhůty vyleštěných lopatek. Následně budou technologií ve spolupráci s operátory provedena nová měření na různých typech lopatek. Tento postup už není součástí tohoto projektu a tím i této diplomové práce. Dává však prostor pro navázání na tento projekt.

Čtvrtý až osmý úkol souvisí s eliminací ztrát z důvodů dlouhé přípravy brusných kotoučů. Brusné kotouče bylo nejdříve nutné specifikovat, aby došlo k objednání správných kotoučů, které budou lépe připravené pro daný proces a nebude je tedy nutné tak dlouho připravovat. Tuto specifikaci provedl mistr, který má zodpovědnost za dané pracoviště, spolu s tzv. „partáky“. Dále už zjistil možnosti objednávky brusných kotoučů vedoucí Nástrojárny. Zároveň zajistil dostatečné množství těchto kotoučů pro proces leštění a broušení lopatek a také bude mít zodpovědnost za doplňování zásob těchto nástrojů. Dále vedoucí Nástrojárny spolu s mistrem seznámili operátory s novými nástroji.

Druhou součástí eliminace ztrát z důvodu dlouhé přípravy brusných kotoučů bylo nastavení úpravy kotoučů v rámci technologických přestávek (úkol 8). Díky těmto opatřením již by nemělo docházet ke ztrátám z důvodu přípravy brusných kotoučů. Tento úkol měl na starosti mistr na pracovišti LLEST.

V rámci úkolu 9 byly nastaveny pravidelné schůzky technologů s partákem, kdy bude docházet ke kontrole nastavených procesů a také komunikace případných problémů. Na základě těchto schůzek také může vzniknout iniciativa nových měření na pracovišti. Zodpovědnost za nastavení těchto schůzek měl určený Technolog.

Mistr také nastavil, že je možná rozpracovanost mezi směnami (úkol 10). Účelem tohoto opatření je, aby byla lépe využita pracovní doba a nedocházelo ke ztrátám na konci směny, kdy pracovníci již nezačínají práci na dalších lopatkách. S tím souvisí i jedenáctý úkol, kdy bude kladen důraz na lepší komunikaci mezi směnami. Tu zajistí „partáci“ (úkol 11). Ti by měli být na pracovišti alespoň o 10 minut dříve a práci řádně připravit v komunikaci s „partákem“ z druhé směny.

Úkoly 12 a 13 se týkají vizuálního řízení. Účelem je zvýšit povědomí pracovníků na pracovišti LLEST o jejich plnění norem na bázi denního sledování. Pro tento účel byla vytvořena sledovací tabulka (viz tabulka 19), kterou bude „parták“ denně aktualizovat. Sledovací tabulka je vždy připravena na měsíc. Pracovníci tak budou přímo

konfrontování s výsledky z předchozího dne a bude také možné srovnání mezi směňami.

V řádcích tabulky je vždy sledovaný den. Ve sloupcích potom vyplňuje „parták“ odchovenou docházku v daný den, odpracované hodiny (odvedené hodiny do programu BaaN dle technologických norem). Na základě toho je spočítáno procentní plnění. Na žádost „partáků“ byly ještě přidány sloupce pro rozlišení plnění první a druhé směny. Dále jsou sledovány reklamace normy a případné ztráty, které se odvádějí do programu EasyMES. Může se jednat o ztráty jako školení, nebo ztráty typu odstávky strojů, které jsou právě zaznamenávány do tohoto programu.

Tabulka 19: Vizualní řízení – tabulka sledování plnění norem za měsíc říjen

Pracoviště: (ruční leštění lopatek)					LLEST				
Plánovaný počet lidí na pracovišti:					8				
Sazba pracoviště:					750 Kč				
Datum	Plnění 1. směna	Plnění 2. směna	Docházka	Odvedené hodiny	Reklamace	Ztráty z EasyMES	Plnění	Plnění (vč. reklamací)	Cíl
1.10.2014	90%	92%	58,60	57,80	0,00	0,00	98,63%	98,63%	90,00%
2.10.2014	90%	90%	60,50	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
3.10.2014	90%	93%	58,50	90,00	0,00	0,00	153,85%	153,85%	90,00%
4.10.2014	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
5.10.2014	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
6.10.2014	90%	88%	53,50	93,00	0,00	0,00	173,83%	173,83%	90,00%
7.10.2014	90%	88%	60,50	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
8.10.2014	108%	108%	59,70	71,00	0,00	0,00	118,93%	118,93%	90,00%
9.10.2014	108%	108%	57,50	53,00	0,00	0,00	92,17%	92,17%	90,00%
10.10.2014	108%	108%	62,00	119,00	0,00	0,00	191,94%	191,94%	90,00%
11.10.2014	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
12.10.2014	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
13.10.2014	89%	88%	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
14.10.2014	90%	90%	61,00	120,00	4,60	0,00	196,72%	204,26%	90,00%
15.10.2014	90%	92%	58,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
16.10.2014	89%	88%	58,00	123,00	0,00	0,00	212,07%	212,07%	90,00%
17.10.2014	90%	89%	60,50	58,00	0,00	0,00	95,87%	95,87%	90,00%
18.10.2014	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
19.10.2014	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
20.10.2014	82%	93%	60,50	53,00	0,00	0,00	87,60%	87,60%	90,00%
21.10.2014	91%	93%	45,00	48,00	3,00	0,00	106,67%	113,33%	90,00%
22.10.2014	89%	89%	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
23.10.2014	86%	93%	60,00	124,00	0,00	0,00	206,67%	206,67%	90,00%
24.10.2014	89%	88%	53,50	29,00	0,00	0,00	54,21%	54,21%	90,00%
25.10.2014	89%	-	21,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
26.10.2014	92%	-	21,00	41,00	0,00	0,00	195,24%	195,24%	90,00%
27.10.2014	93%	89%	53,50	20,00	9,60	0,00	37,38%	55,33%	90,00%
28.10.2014	86%	91%	45,60	43,00	0,00	0,00	94,30%	94,30%	90,00%
29.10.2014	90%	92%	58,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	90,00%
30.10.2014	91%	90%	60,00	52,00	0,00	0,00	86,67%	86,67%	90,00%
31.10.2014	87%	89%	53,00	48,00	0,00	0,00	90,57%	90,57%	90,00%
<b>Celkem:</b>	<b>91%</b>	<b>93%</b>	<b>1359,4</b>	<b>1242,8</b>	<b>17,20</b>	<b>0</b>	<b>91,42%</b>	<b>92,69%</b>	
<b>Náklady:</b>	<b>1 019 550,00 Kč</b>								

Zdroj: Doosan Škoda Power, 2014b

V tabulce 19 jsou zobrazeny zaznamenané hodnoty za měsíc říjen. V tabulce je vidět, že celkové plnění za měsíc říjen bylo 91,42 %. Plnění včetně reklamací bylo 92,69 %. Zde

je započítány uznané reklamace normy, kdy z objektivních důvodů pracovníci museli na určité lopatce pracovat déle, než stanovuje norma.

Odvedené hodiny se odepisují vždy po ukončení práce na jedné zakázce. Je tedy možné, že některý den dělníci neodvedli žádnou hodinu. To neznamená, že by nepracovali, ale že odvedli hodiny dohromady na konci zakázky další den. Proto byl přidán sloupek „Plnění 1. směna“ a „Plnění 2. směna“, kde „parták“ vždy plnění odhaduje dle skutečně odpracované práce daný den. Jedná se však pouze o odhad. Je také možné vidět, že 25. 10. a 26. 10. bylo nutné zařadit dvě víkendové směny.

Posledním úkolem (14) je snížit technologické normy. Předpokladem úspěchu celého projektu je, že v měsících po snížení technologických norem nedojde k propadu produktivity práce. Normy byly plošně sníženy o 8 %, což je předpokládaný efekt projektu. Stalo se tak na konci měsíce září. Data, která budou k dispozici počínaje říjnem, tedy budou moci být vyhodnocována. Snížení technologické normy je vyčísleno ročním zvýšením produktivity práce ve výši 918 tis. Kč.

Roční zvýšení produktivity práce je vypočítáno dle metodiky, která je používána v DŠPW pro snížení technologické normy. Roční spotřeba hodin pracoviště je 15 300 hodin při obsazení osmi pracovníky. Vnitropodniková sazba pracoviště LLEST pro rok 2014 je 750 Kč. Pokud se norma sníží o 8 % při zachování stejné produktivity, tak bude pro stejnou práci potřeba pouze 14 076 hodin. Bude tedy v podstatě uspořeno 1 224 hodin. Při vynásobení této uspořené doby vnitropodnikovou sazbou (750 Kč) vznikne právě úspora 918 tis. Kč. Tato úspora vzniká díky zvýšení výkonu pracoviště.

#### **4.4.5 I5 – Zajištění přijetí změny**

Jelikož se projekt dotýká přímo pracovníků na pracovišti LLEST, je nutné, aby pracovníci změnu přijali. Právě přijetí změny pracovníky LLEST je posledním krokem fáze Zlepšení. Řízení změn je označováno jako jeden z klíčových faktorů úspěšnosti projektu. (ICG Capability, 2013)

Fakt, že existuje riziko nepřijetí projektu (změny) z řad pracovníků LLEST bylo již identifikováno jako jeden největší riziko ve fázi Definice problému. Zároveň bylo již v této fázi, na začátku celého projektu, navrženo preventivní opatření, aby došlo k hladšímu přijetí připravovaných změn.

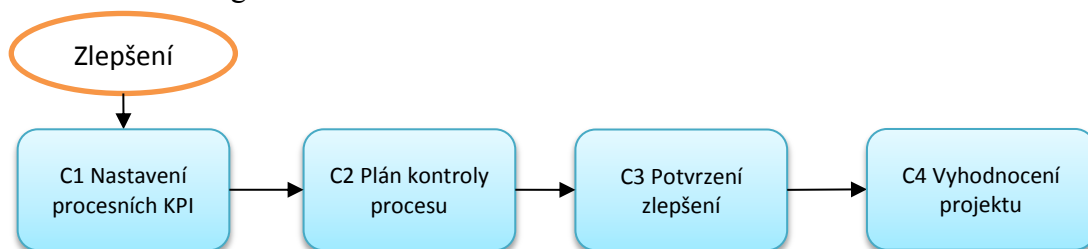
Hlavní důvody odporu ke změně operátory na pracovišti LLEST jsou uvažovány, že budou cítit ztrátu kontroly a osobní nejistotu spolu s překvapením. Operátoři také mohou mít pocit, že jim práce přibývá. Všechny tyto negativní důsledky, které by mohly vést k odporu ke změně, byly minimalizovány komunikací s operátory, na kterou byl kladen velký důraz během celého projektu. Součástí této komunikace nebyla pouze jednostranná komunikace, ale také možnost na projektu se aktivně podílet. Tím byli operátoři aktivně do procesu změny vtaženi.

Dle návrhu preventivního opatření došlo ke třem schůzkám s pracovníky LLEST, kde jim byly vysvětleny problémy a nutnost uskutečnit změny vedoucí k zvýšení produktivity práce na pracovišti a tím snížení doby dodání. Pracovníci z pracoviště LLEST byli také vtaženi do diskuze možných příčin problémů a návrhu nápravných opatření. Připravované změny byly operátorům představeny na třetí schůzce a při uzavření projektu ještě proběhne informace o dosažených výsledcích projektu, a co se podařilo dosáhnout. Tím byla zajištěna komunikace s operátory během celého projektu a všichni tak byli na změny připravováni postupně během celého projektu.

## 4.5 C – Řízení (Control)

Fáze Řízení je poslední fází v rámci strukturovaného procesu DMAIC. Cílem této fáze je nastavit způsob měření výsledků projektu, prokázat zlepšení v rámci procesu, předat projekt vlastníkovi procesu a celý projekt zhodnotit. Fáze se skládá z pěti na sebe navazujících kroků. Nejdříve jsou stanoveny *klíčové ukazatele výkonnosti (KPI<sup>23</sup>)*, následuje naplánování kontroly procesu, *potvrzení zlepšení*, *předání vlastníkovi procesu* a *vyhodnocení projektu*.

Obrázek 37: Navigace fází Řízení



Zdroj: vlastní zpracování na základě ICG Capability, 2013

### 4.5.1 C1 – Nastavení procesních KPI

Jak již bylo zmíněno výše, tak prvním krokem fáze Řízení, je nastavení klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI). Cílem je stanovit takové metriky, které prokáží úspěch projektu.

Metriky jsou nastaveny tak, aby byly splněny cíle, které byly nastaveny na začátku projektu, a které vyplývají ze samotného projektu. Cílem projektu bylo zvýšit včasnost dodávek lopatek do následujícího provozu při zachování kvality. Pokud by kvalitní požadavky nebyly splněny, tak bude vypsán tzv. „List neshody“ (LN). Požaduje se, aby nebyl vypsán žádný LN, který bude mít jako viníka označeno pracoviště LLEST.

Dále je třeba sledovat včasnost dodávek. Ta se v DŠPW nesleduje přímo, ale je možné ji sledovat pomocí nepřímých ukazatelů, kterými jsou produktivita práce<sup>24</sup> a reklamace normy. Tyto metriky budou sledovány měsíčně oddělením Controlling společně s Technologií, která připravuje podklady pro monitoring reklamací technologických

<sup>23</sup> Z anglického Key Performance Indicator

<sup>24</sup> Produktivita práce je počítána jako podíl odvedených hodin dle technologické normy na skutečné docházce pracovníků v daném období.

norem. Cílem je, aby nedocházelo k zvyšování reklamací norem, a zároveň se udržela produktivita práce na stejné úrovni jako před zavedením změn<sup>25</sup>. Konkrétní cíl je na základě sledování produktivity práce na tomto pracovišti stanoven na 90 %. Cíl reklamace technologických norem je stanoven tak, aby poklesl v následujících měsících po implementaci projektu o 50 % oproti průměrné měsíční hodnotě reklamací v měsících květen až září. Průměrná měsíční hodnota za květen až září činila 257,7 hodin. Cíl je stanoven jako 50 % této hodnoty. To znamená 126,35 hodin.

Dalším požadavkem je, aby se nastavené změny staly standardem. Je třeba především sledovat, zda je vyplňována tabulka, která byla připravena pro zvýšení informovanosti dělníků na pracovišti LLEST o plnění norem. Dalším ukazatelem byla zvolena kontrola využití technologických přestávek k přípravě brusných kotoučů. Obojí bude monitorováno mistrem alespoň jednou týdně v náhodně zvolený den. Jako výsledek bude pouhé sdělení mistra, zda je tato činnost plněna, nebo ne. Cílem je, aby se obě činnosti staly standardem a v budoucnu už se nemuseli kontrolovat.

#### 4.5.2 C2 – Plán kontroly procesu

Druhým krokem fáze Řízení, je plán kontroly. To znamená kontrolovat, jestli nastavené změny fungují a přinášejí očekávaný přínos pro společnost. Cílem je, aby byl vytvořen přehled měřených KPI. Plán kontroly byl již nastíněn v rámci předchozího kroku spolu s určením KPI. V tabulce 20 je přehled nastavené procesní kontroly. Tato tabulka obsahuje sledovanou metriku, která bude kontrolována, stanovený cíl, kdo poskytuje data a četnost, kdy je kontrola procesu prováděna.

Tabulka 20: Nastavení procesní kontroly procesu

Metrika	Cíl	Poskytnutí dat	Četnost
Produktivita práce	90 %	Controlling	měsíčně
Počet LN	0	Kontrola kvality	měsíčně
Reklamace technologických norem	126,35 h	Controlling, Technologie	měsíčně
Vyplňování tabulky plnění norem	ano	Mistr na pracovišti LLEST	týdně
Využití technologických přestávek	ano	Mistr na pracovišti LLEST	týdně

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

<sup>25</sup> Při zavedení změny bylo nastaveno na konci měsíce září plošné snížení technologických norem o 8 %. Při zachování produktivity práce tedy dojde k faktickému zlepšení produktivity práce na pracovišti LLEST.

### 4.5.3 C3 – Potvrzení zlepšení

Ve třetím kroku je sledováno, zda skutečno došlo ke zlepšení, které bylo očekáváno na základě implementace vybraných nápravných opatření ve fázi Zlepšení. Cílem kroku procesní zlepšení je prokázat, zda došlo k dosažení daného cíle.

Prokázání, zda opravdu k zlepšení došlo, probíhá kontrolou procesu, která byla nastavena v předchozím kroku fáze Řízení (viz tabulka 20). Přehled sledování plnění KPI je za měsíce říjen a listopad shrnut v tabulce 21.

V říjnu byla produktivita práce dle metodiky DŠPW<sup>26</sup> 91,4 %, což je o 1,4 procentního bodu lepší výsledek než stanovený cíl. V listopadu došlo k dalšímu zlepšení o 0,3 procentního bodu. V obou měsících byl tedy splněn cíl produktivity práce.

Ve sledované období nedošlo k žádné neshodě. Žádný List neshody (LN) nebyl vypsán. I tento cíl, sledující kvalitu, se podařilo splnit v obou měsících. Podobně jako cíl produktivity práce.

Třetí sledovanou veličinou jsou tzv. reklamace technologických norem. Zde je sledováno, zda operátoři nereklamovali příliš vysoké množství hodin a nenavyšovali tak z určitých objektivních důvodů technologickou normu oproti původně dané normě technologií. Jako cíl byla stanovena hodnota 126,35 hodiny, což je polovina průměrných měsíčních reklamací za období květen až září. V obou sledovaných měsících po implementaci nápravných opatření došlo k výraznému zlepšení oproti předchozím měsícům a stanovený cíl byl splněn.

Tabulka 21: Sledování plnění KPI

KPI	Cíl	Říjen	Listopad
Produktivita práce	90%	91,4%	91,7%
Počet LN	0	0,0	0,0
Reklamace technologických norem	126,35 h	17,2 h	58,9 h
Vyplňování ukazatele plnění norem	ano	ano	ano
Využití technologických přestávek	ano	ano	ano

Zdroj: vlastní zpracování na základě interních dat, 2014

Posledními dvěma metrikami je plněný nastaveného standardu. Konkrétně, zda je vyplňován ukazatel plnění norem a informace o plnění norem se dostávají plynule

<sup>26</sup> Metodika vysvětlena výše v této kapitole.



k dělníkům. Dle kontroly mistra je tento standard plněn. Druhou metrikou v oblasti plnění standardu je využívání technologických přestávek k přípravě brusných kotoučů. I toto kritérium je dle mistrovy kontroly v říjnu a listopadu plněno.

Dle sledování plnění KPI (viz tabulka 21) je možné prohlásit, že cíle projektu byly splněny a přínosy projektu by tímto mohly být potvrzeny. Je však doporučeno, aby se ještě vyhodnotila data za měsíc prosinec, aby kontrola sledování byla kompletní.

#### **4.5.4 C4 – Vyhodnocení projektu**

V posledním kroku fáze Řízení bude vyhodnocen celý průběh projektu a vypočítán jeho výsledný finanční přínos. Projekt probíhal dle stanoveného plánu až do fáze Řízení. Fáze Řízení musela být oproti plánu výrazně delší kvůli nutnosti sledovat výsledky produktivity práce v delším časovém horizontu.

Jak již bylo vypočítáno, ve fázi Zlepšení, tak snížení technologických norem o 8 % představuje přínos projektu 918 tis. Kč. Tento finanční přínos projektu byl zatím prokázán ve dvouměsíčním sledování, kdy nedošlo k poklesu ukazatele produktivity práce i přes snížení technologických norem o 8 %. Ve své podstatě to totiž znamená, že ve stejném čase pracovníci na pracovišti LLEST dokázali odvést o 8 % více práce než v předchozích měsících.

Jeden z návrhů, změna layoutu, nakonec nebyl schválen Šampionem projektu jako riskantní pro nedostatek údajů. Avšak dle odhadu by mohla přinést snížení norem o dalších 5 %, což by představovalo úsporu dalších 574 tis. Kč při minimálních nákladech. Je doporučeno, aby došlo k dalším měřením, které by umožnili racionalizaci layoutu pracoviště LLEST. To už ale není součástí této diplomové práce a otvírá tak možnost pro navazující projekt.

Zatím ještě nebylo počítáno s náklady projektu. Do těchto nákladů není započítán čas pracovníků, kteří na projektu pracovali. Náklady projektu jsou tedy pouze nákup nových brusných kotoučů. Náklady na nákup kotoučů jsou 101,5 tis. Kč (viz výpočet v tabulce 22). Náklady jsou počítány jako roční náklady spotřeby kotoučů a jsou započteny v plné výši jako náklady tohoto projektu, protože zásoba zastaralých kotoučů je stále dostatečná.

Tabulka 22: Náklady na koupi nových kotoučů

Průměr kotouče	Šířka kotouče	Cena/ks	Roční spotřeba	Celková cena
80	20	127,53	50	6 377
85	20	139,23	50	6 962
90	20	146,25	50	7 313
95	20	150,93	50	7 547
100	20	162,63	50	8 132
110	25	221,13	40	8 845
120	25	274,95	40	10 998
130	25	338,13	30	10 144
140	25	349,83	30	10 495
150	25	368,55	30	11 057
160	25	455,13	30	13 654
<b>Celkem</b>				<b>101 521</b>

Zdroj: vlastní zpracování, 2014

Na základě výpočtu přínosu projektu a jeho nákladů (viz tabulka 22) je možné vypočítat celkový čistý přínos projektu. Přínosy projektu v podobě zvýšení produktivity práce činí 918 tis. Kč. Náklady jsou 101,5 tis. Kč. Celkový čistý přínos projektu (po odečtení přímých nákladů) tedy je 816,5 tis. Kč.

## **Závěr**

Tato diplomová práce se zabývala analýzou a racionalizací podnikových procesů na vybraném pracovišti ve společnosti Doosan Škoda Power. Tímto vybraným pracovištěm bylo pracoviště ručního leštění lopatek nazývaného zkratkou LLEST. Diplomová práce byla rozdělena do čtyř hlavních kapitol.

V první kapitole této práce byla představena společnost Doosan Škoda Power včetně její historie, organizační struktury a také korejského koncernu Doosan. Hlavní činností společnosti je výroba parních turbín. A právě organizace výroby parních turbín byla popsána ve druhé kapitole této práce. V druhé kapitole navazuje na výrobu turbín, také představení provozu, do kterého organizačně spadá vybrané pracoviště. Tímto provozem je provoz Lopatky. Poslední částí druhé kapitoly je představení vybraného pracoviště ručního leštění lopatek.

Třetí kapitola je teoreticky popisuje metodologii štíhlé výroby a další metodologii, která se zabývá zlepšováním procesů, Six Sigma. V této kapitole jsou dále vysvětleny rozdíly mezi štíhlou výrobou a Six Sigma. Na závěr kapitoly jsou popsány některé vybrané nástroje a metody, které jsou v obou metodologiích používány.

Čtvrtá kapitola je stěženi částí práce, nejen rozsahem, ale také obsahem. V této kapitole je totiž štíhlá výroba uplatněna na pracovišti LLEST. Struktura této kapitoly odpovídá postupu, který je použit pro projekt zkrácení dodací lhůty vyleštěných lopatek z pracoviště LLEST. V první části kapitoly je definován problém. Dále je provedeno měření a analýza. Na základě měření a analýzy jsou následně navržena nápravná opatření, která, mají za cíl zvýšit produktivitu práce na pracovišti LLEST a snížit dodací lhůtu vyleštěných lopatek. V této kapitole je také popsána implementace a řízení vybraných nápravných opatření. V závěru čtvrté kapitoly je celý projekt vyhodnocen a jsou určeny přínosy projektu pro společnost Doosan Škoda Power.

Hlavním cílem práce bylo zvýšit produktivitu práce a snížit dodací lhůtu při leštění lopatek. Díky projektu, který byl řešen v rámci této diplomové práci, bylo ušetřeno 816,5 tis. Kč. Tato úspora byla způsobena zvýšením produktivity práce o 918 tis. Kč při nákladech projektu ve výši 101,5 tis. Kč. Toto zvýšení má za následek také snížení dodací lhůty lopatek a přispívá ke zvýšení konkurenceschopnosti společnosti Doosan Škoda Power.

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa zemí s elektrárenským zařízením DŠPW .....	9
Obrázek 2: Logo Doosan Škoda Power .....	9
Obrázek 3: Obchodní známka Škoda.....	10
Obrázek 4: Historie 1/2 .....	11
Obrázek 5: Historie 2/2.....	12
Obrázek 6: Parní turbína řady MTD 60 .....	12
Obrázek 7: Vyvažování rotoru ve vysokootáčkovém odstředivacím tunelu.....	13
Obrázek 8: Struktura skupiny Doosan .....	14
Obrázek 9: Organizační struktura DŠPW .....	15
Obrázek 10: Organizační struktura úseku Turbíny.....	15
Obrázek 11: Parní turbína řady MTD 50 .....	16
Obrázek 12: Oběžné lopatky.....	17
Obrázek 13: Layout pracoviště LLEST .....	18
Obrázek 14: Popis oběžné lopatky.....	18
Obrázek 15: Proces DMAIC .....	25
Obrázek 16: Navigace fází Definice problému.....	26
Obrázek 17: Matice vlivu stakeholderů .....	30
Obrázek 18: Navigace fází Měření .....	36
Obrázek 19: Špagetový diagram – Postup A .....	37
Obrázek 20: Špagetový diagram – Celá směna .....	38
Obrázek 21: Stroj 1 (broušení žlabu).....	39
Obrázek 22: Stroj 2 (broušení hřbetu) .....	39
Obrázek 23: Stroj 3 (broušení rádiusu).....	40
Obrázek 24: Stroj 4 (leštění).....	40
Obrázek 25: Procesní mapa – Popstup A.....	41

Obrázek 26: Rybí kost .....	43
Obrázek 27: Paretův diagram .....	45
Obrázek 28: Naměřené časy broušení a leštění lopatek .....	47
Obrázek 29: Navigace fází Analýza .....	51
Obrázek 30: Hodnotová analýza procesu broušení a leštění lopatek.....	52
Obrázek 31: Navigace fází Zlepšení .....	55
Obrázek 32: Brainstorming.....	56
Obrázek 33: Určení priorit řešení .....	59
Obrázek 34: Špagetový diagram po racionalizaci procesu .....	62
Obrázek 35: Procesní mapa po racionalizaci procesu .....	63
Obrázek 36: Porovnání procesu před a po jeho racionalizaci.....	65
Obrázek 37: Navigace fází Řízení .....	70

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Porovnání štíhlé výroby a Six Sigma .....	21
Tabulka 2: Projektový tým .....	27
Tabulka 3: Plán projektu.....	28
Tabulka 4: Mapa pozice stakeholderů .....	29
Tabulka 5: Is / Is not analýza .....	31
Tabulka 6: VOC.....	32
Tabulka 7: Převod potřeba zákazníka na CTQ .....	33
Tabulka 8: Potenciální riziko .....	34
Tabulka 9: Riziko po opatřeních.....	34
Tabulka 10: Zakládací listina.....	35
Tabulka 11: Matice příčin a následků.....	44
Tabulka 12: Určení měřených vlastností .....	46
Tabulka 13: Zápis měření I.....	49
Tabulka 14: Zápis z měření II.....	50
Tabulka 15: Výpočet produktivity operátora.....	53
Tabulka 16: Výstup z brainstormingu .....	57
Tabulka 17: Určená řešení projektu pro kořenové příčiny .....	60
Tabulka 18: Plán implementace změn do procesu.....	64
Tabulka 19: Vizualní řízení – tabulka sledování plnění norem za měsíc říjen.....	67
Tabulka 20: Nastavení procesní kontroly procesu.....	71
Tabulka 21: Sledování plnění KPI.....	72
Tabulka 22: Náklady na koupi nových kotoučů .....	74

## Seznam použitých zkratk

ARIS	Architecture of Integrated Information Systems
CTQ	Critical to Quality
DHI	Doosan Heavy Industries & Construction
DPS	Doosan Power Systems
DŠPW	Doosan Škoda Power
eEPC	extended Event Process Chain
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
ISB	Infrastructure Support Business
JIT	Just In Time
KPI	Key Performance Indicators (klíčové ukazatele výkonnosti)
KT	Kalendářní týden
LLESS	Pracoviště strojního leštění lopatek
LLEST	Pracoviště ručního leštění lopatek
LO	Lopatky
MES	Manufacturing Execution System (výrobní informační systémy)
NVA	Aktivita bez přidané hodnoty (nepotřebné pro proces)
OEE	Overall Equipment Effectiveness (Celkové využití výrobního času zařízení)
PCE	Efektivita procesního cyklu
PP	Produktivita práce
SFI	Shop For Innovation (inovace ve výrobě)
SIPOC	Supplier (dodavatel), Input (vstup), Process (proces), Output (výstup), Customer (zákazník)
SMED	Single Minute Exchange of Die
TTE	Celková časová efektivita

VA	Aktivity s přidanou hodnotou
VE	Aktivity bez přidané hodnoty, ale potřebné pro proces
VOC	Voice of the Customer (hlas zákazníka)
VP	Výrobní provozy
VSM	Value Stream Mapping, mapování toku hodnot



## Seznam použité literatury

### Tištěné zdroje

BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

CORY, Timothy a With Thomas SLATER. *Brainstorming: Techniques for New Ideas*. New York: iUniverse, 2003. ISBN 978-059-5751-402.

GEORGE, Michael L., et al. *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook*. 1. vyd. New York: McGraw-Hill, 2005. ISBN 978-007-1505-734.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.

MILLER, Ivan. *Kapesní příručka Six Sigma*. 1. vyd. Praha: Interquality, 2008, 141 s. ISBN 978-80-902770-4-5.

MOULDING, Edward. *5S: A Visual Control System for the Workplace*. 1. vyd. Central Milton Keynes: AuthoHouse, 2010. ISBN 978-1-4490-2977-7.

ORTIZ, Chris A a Murry PARK. *Visual controls: applying visual management to the factory*. Boca Raton: CRC Press, 2011, xix, 160 p. ISBN 14-398-2090-2.

ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007, 281 s. ISBN 978-80-247-2252-8.

SHANKAR, Rama. *Process improvement using Six Sigma: a DMAIC guide*. Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, c2009, xviii, 110 p. ISBN 978-087-3897-525.

SHINMBUN, Nikkan Kogyo. *Poka-Yoke: Improving Product Quality by Preventing Defects*. Productivity: Portland, 1988. ISBN 0-91-5299-31-3.

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

ŠMÍDA, Filip. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 293 s. ISBN 978-80-247-1679-4.

WOMACK, James P. a Daniel T. JONES. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Rev. and updated. Sydney: Simon & Schuster, 2003. ISBN 978-074-3231-640.

## **Elektronické zdroje**

Companies & Brands. *Doosan Corporation* [online]. © 2014 [cit. 2014-11-13].

Dostupné z: <http://www.doosan.com/en/intro/affiliate.jsp>

Logo společnosti. *Doosan Škoda Power* [online]. Plzeň, © 2014b [cit. 2014-11-13].

Dostupné z: <http://www.doosanskodapower.com/cz/brand/ci.do?>

Products & Services. *Doosan Heavy Industries & Construction*. [online] © 2014 [cit.

2014-11-13]. Dostupné z: <http://www.doosanheavy.com/en/products/landing.do>

Produkty a zákaznické služby. *Doosan Škoda Power* [online]. Plzeň, [2013] [cit. 2014-

05-19]. Dostupné z: [http://www.doosanskodapower.com/attach\\_files/rochures/info/](http://www.doosanskodapower.com/attach_files/rochures/info/cz_Products_and_customer_service.pdf)

[cz\\_Products\\_and\\_customer\\_service.pdf](http://www.doosanskodapower.com/attach_files/rochures/info/cz_Products_and_customer_service.pdf)

RED. *Další úspěch Doosan Škoda Power v Německu*. All For Power [online]. 2014 [cit.

2014-03-27]. Dostupné z: [http://www.allforpower.cz/clanek/dalsi-uspech-doosan-](http://www.allforpower.cz/clanek/dalsi-uspech-doosan-skoda-power-v-nemecku/)

[skoda-power-v-nemecku/](http://www.allforpower.cz/clanek/dalsi-uspech-doosan-skoda-power-v-nemecku/)

Historie. *Doosan Škoda Power* [online]. © 2014a [cit. 2014-11-13]. Dostupné z:

<http://www.doosanskodapower.com/cz/intro/history.do>

## **Interní zdroje**

DOOSAN ŠKODA POWER. *Doosan Škoda Power Presentation 2013*. Plzeň, 2013.

DOOSAN ŠKODA POWER. *Layout výrobní haly*. Plzeň, 2014a.

DOOSAN ŠKODA POWER. *Organizační řád Doosan Škoda Power*. Plzeň, 2006.

DOOSAN ŠKODA POWER. *Ztráty 10 – Lopatky – ruční pracoviště*. Plzeň, 2014b.

ICG CAPABILITY. *Lean Six Sigma: Black Belt*. 2013.

## **Abstrakt**

LUNDÁK, Petr. *Analýza a optimalizace vybraných podnikových procesů*. Diplomová práce. Plzeň: Fakulta ekonomická ZČZ v Plzni, 81 s., 2014

**Klíčová slova:** štíhlá výroba, analýza procesů, zlepšování procesů

Předložená diplomová práce je zaměřena na analýzu a optimalizaci vybraného podnikového procesu. Tímto procesem je ruční leštění a broušení lopatek ve společnosti Doosan Škoda Power. Tento proces byl zvolen z důvodu zpoždování dodávek z tohoto pracoviště a zvýšení interních reklamací technologických norem.

Cílem práce bylo snížit dodací lhůtu a zvýšit produktivitu práce na vybraném pracovišti, což přispěje ke zvýšení konkurenceschopnosti společnosti Doosan Škoda Power. Analýza a optimalizace respektive racionalizace procesu na pracovišti ručního leštění lopatek byla provedena pomocí metod a nástrojů štíhlé výroby. Jako postup projektu byl zvolen postup DMAIC.

Výstup z práce jsou navržená nápravná opatření na identifikované kořenové příčiny vysoké dodací lhůty vyleštěných lopatek. Většina těchto opatření byla již implementována a byl určen přínos projektu pro společnost. Další opatření jsou pouze navržena a mohou být dále zpracována, což už není součástí této diplomové práce.

## **Abstract**

LUNDÁK, Petr. *Business Process Analysis and Optimization*. Diploma Thesis. Plzeň: Faculty of Economics, University of West Bohemia, 81 p., 2014

**Key words:** Lean Production, business process analysis, process optimization

The focus of the presented Diploma Thesis is on business process analysis and optimization of a chosen process. The chosen process is manual blade polishing in Doosan Škoda Power. This process was chosen due to the high lead time of the polished blades as well as high amount of the internal technological standard complaints.

The main objective of the Thesis was to decrease the lead time and increase the labour productivity on the workplace Manual Blade Polishing. All this would participate in increasing the competitiveness of Doosan Škoda Power. Analysis and process optimization or rationalization respectively were done by employing the Lean Production methods and tools. As the procedure of the project, DMAIC was chosen.

The output of the Thesis is suggested solution for root causes of the high lead time in the process of manual blade polishing. Most of the solutions were already implemented and are the benefits of the project. Some other solutions are just suggested and need to be more expended which is not part of this Thesis.