



Zlepšování podnikových procesů pomocí Lean Six Sigma technik

Diplomová práce

Studijní program:

N6208 Ekonomika a management

Studijní obor:

Podniková ekonomika

Autor práce:

Bc. Josef Vícha, DiS.

Vedoucí práce:

Ing. Eva Šírová, Ph.D.

Katedra podnikové ekonomiky a managementu





Zadání diplomové práce

Zlepšování podnikových procesů pomocí Lean Six Sigma technik

Jméno a příjmení: **Bc. Josef Vícha, DiS.**
Osobní číslo: E18000347
Studijní program: N6208 Ekonomika a management
Studijní obor: Podniková ekonomika
Zadávací katedra: Katedra podnikové ekonomiky a managementu
Akademický rok: 2019/2020

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska spojená s problematikou zlepšování podnikových procesů pomocí Lean Six Sigma technik.
2. Analýza ve vybraném podniku a vybraných procesech.
3. Výsledky, opatření a doporučení pro podnik.
4. Shrnutí výsledků závěrečné práce.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

65 normostran
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

BENNETT, Jason a Jennifer BOWEN. 2018. *Lean: 8-in-1 book ultimate collection – lean startup, lean analytics, lean enterprise, kaizen, six sigma, agile project management, kanban, scrum*. England: Independently published. ISBN 9781720216292.

CROLL, Alistair a Benjamin YOSKOVITZ. 2016. *Lean analýza: využijte data k rychlejšímu vybudování lepšího startupu*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0507-5.

MYERSON, Paul. 2012. *Lean supply chain and logistics management*. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-176626-5.

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

PROQUEST. 2019 Databáze článků ProQuest [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2019- 09-26]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz>.

Konzultant: Ing. Josef Bajčík, CI Inženýr, Bombardier Transportation Czech republic

Vedoucí práce:

Ing. Eva Šírová, Ph.D.
Katedra podnikové ekonomiky a managementu

Datum zadání práce:

31. října 2019

Předpokládaný termín odevzdání:

31. srpna 2021

L.S.

prof. Ing. Miroslav Žižka, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

27. července 2021

Bc. Josef Vícha, DiS.

Anotace

Tato diplomová práce je zaměřena na použití metodik Six Sigma na specifický projekt ve vybraném podniku. První části věnované rešerši se tato diplomová práce věnuje základním principům Six Sigma, nástrojům, které se používají ve fázích DMAIC. V další části, této diplomové práce, respektive v praktické části, je představena společnost, ve které byl projekt realizován a tato diplomová práce zpracována. V této části se dále rozebírá řešený projekt tj. snížení časů a nákladů na úklid lakovacích boxů. Pomocí fází DMAIC mělo být dosaženo cíle projektu a to je snížení nákladů o 20 %, časů na úklid o 30 000,- Kč u lakovacích boxů a 36 000,- Kč u robotické kabiny a snížení časů z 96 hodin a 76 hodin a více.

Klíčová slova

DMAIC, Lean, optimální proces, Six Sigma, Value Stream Mapping

Annotation

This thesis is focused on the use of Six Sigma Methods on a specific project in the selected company. The first part dedicated to the search, this diploma thesis deals with the basic principles of Six Sigma, tools that are used in DMAIC stages. In the next part, this thesis, or in the practical part, the company in which the project was implemented and this thesis was prepared. In this section, the project is further discussed is reduction of times and cost of painting box cleaning. By using the DMAIC phases, the project objectives should be achieved and this is a 20 % cost reduction, 30 000,- Kč cleaning times for painting boxes and 36000,- Kč u robotic cabs and reduce times from 96 hours and 76 hours and more.

Key Words

DMAIC, Lean, optimal process, Six Sigma, Value Stream Mapping

Poděkování

Mé poděkování patří vedoucí diplomové práce paní Ing. Evě Šírové, Ph.D., za pomoc, rady, připomínky a cenné rady při tvorbě této práce.

Obsah

Seznam zkratk	13
Seznam obrázků	14
Úvod	16
1. Six Sigma	18
1.1 Six Sigma historie	18
1.2 Popis metody Six Sigma	18
1.3 DMAIC	19
1.3.1 Defíne – Defínuj	20
1.3.2 Measure – Měření	23
1.3.3 Analyze – Analýza.....	29
1.3.4 Improve – Zlepšuj.....	34
1.3.5 Control – Kontrola.....	36
2. Představení společnosti	39
2.1 Analýza současného stavu v podniku	41
3. Použití Lean Six Sigma v projektu	42
3.1 Definování problému	42
3.1.1 Projektový plán.....	44
3.1.2 SIPOC	45
3.1.3 Voice Of Customer na Cricital To Quality.....	45
3.2 Měření	47
3.3 Analýza procesu	52
3.4 Zlepšení procesu	56
3.4.1 Zlepšení č.1	59
3.4.2 Zlepšení č.2.....	60
3.4.3 Zlepšení č.3.....	61
3.4.4 Zlepšení č.4.....	62
3.4.5 Popis změny procesu	62
3.4.6 Popis změny procesu – přínosy vs. náklady	63
3.4.7 Matice přínosů	64
3.4.8 Procesní mapa po úpravě procesu – tzv. malý úklid.....	65
3.4.9 Implementační plán	66
3.5 Kontrola procesu	67
4. Vyhodnocení projektu	69

Závěr	70
Seznam použité literatury	71

Seznam zkratek

CTQ	Kritické pro kvalitu (<i>Critical To Quality</i>)
DMAIC	Definuj-Měření-Analýza-Zlepšuj-Kontrola (<i>Define Measure Analyze Improve Control</i>)
GDP	Hrubý domácí produkt (<i>Gross Domestic Product</i>)
PDCA	Plan Do Check Act
LCL	Lower Control Limit
SIPOC	Zákazník-Vstup-Proces-Výstup-Zákazník (<i>Supplier Input Process Output Customer</i>)
VA	Value Added
VOC	Hlas zákazníka (<i>Voice Of Customer</i>)
VSM	Value Stream Mapa
VNA	No Value Added
TUL	Technická univerzita v Liberci
UCL	Upper Control Limit

Seznam obrázků

Obrázek 1: DMAIC Metologie.....	20
Obrázek 2: Zakládací listina	21
Obrázek 3: Analýza vlastníků a členů týmu.....	21
Obrázek 4: Časový harmonogram projektu.....	22
Obrázek 5: SIPOC	24
Obrázek 6: Způsobilost procesu – UCL, LCL.....	26
Obrázek 7: Six Sigma graf.....	27
Obrázek 8: Histogram.....	32
Obrázek 9: Pareto diagram	33
Obrázek 10: Boxplot diagram.....	33
Obrázek 11: Matice přínosů a úsilí.....	35
Obrázek 12: Implementační plán.....	36
Obrázek 13: Control Chart	37
Obrázek 14: Lakovací box – délka 30 m.....	41
Obrázek 15: Zakládací listina	42
Obrázek 16: Analýza vlastníků a členů týmu.....	43
Obrázek 17: Výchozí cenová kalkulace na úklid	43
Obrázek 18: Layout lakovacích boxů.....	44
Obrázek 19: Projektový plán činností	44
Obrázek 20: SIPOC	45
Obrázek 21: Hlas zákazníka převedený do měřitelných požadavků	46
Obrázek 22: Roztřídění hlasu zákazníka na kategorie.....	46
Obrázek 23: Procesní mapa procesu úklidu – lakovací box	48
Obrázek 24: VSM úklidu.....	48
Obrázek 25: Ishikawa – identifikace možných kořenových příčin	49
Obrázek 26: Analýza kořenových příčin	49
Obrázek 27: 5x Proč analýza	50
Obrázek 28: Control chart	51
Obrázek 29: Histogram procesu	51
Obrázek 30: Analýza procesu VA/NVA	52

Obrázek 31: Analýza VSM.....	53
Obrázek 32: Pareto diagram	53
Obrázek 33: Analýza frekvence úklidu	54
Obrázek 34: Analýza pomocí VSM.....	54
Obrázek 35: Analýza pomocí VSM.....	55
Obrázek 36: Analýza - souhrn	56
Obrázek 37: Generování nápadů	57
Obrázek 38: Afinity – generování nápadů	58
Obrázek 39: Setřídění do skupin – Afinity	58
Obrázek 40: Vybrání oblastí ke zlepšení	59
Obrázek 41: Zlepšení č.1	60
Obrázek 42: Zlepšení č.2	61
Obrázek 43: Zlepšení č.3	61
Obrázek 44: Zlepšení č.4	62
Obrázek 45: Popis změny procesu.....	63
Obrázek 46: Změna procesu	64
Obrázek 47: Matice přínosů a úsilí.....	65
Obrázek 48: Nová procesní mapa.....	66
Obrázek 49: Implementační plán.....	66
Obrázek 50: Control Chart	67
Obrázek 51: Porovnání procesů – před a po – Boxplot graf	68
Obrázek 52: Před a po – měsíční cyklus.....	68

Úvod

Současné konkurenční prostředí tlačí firmy k neustálému zlepšování produktů. Neméně k tomu přispívá i tlak zákazníků a technické inovace. Z těchto důvodů je nutné procesy neustále zlepšovat a zároveň implementovat inovace. Samozřejmě, že zlepšování se netýká pouze výrobců, respektive výrobců. Nesmíme zapomenout na podniky, které poskytují služby. Jejich procesy jsou, respektive by měly být, podrobovány pravidelně revizi a zhodnocovány, tak aby byla zaručena jejich konkurenceschopnost. Každá firma by měla mít nastavené řídicí procesy tak, aby pravidelně kontrolovaly a upravovaly procesy dle požadavků.

Tato diplomová práce se zaměřuje na použití metodiky Six Sigma na vybraném procesu, který byl identifikován jako nevyhovující. Je zde využito jen některých nástrojů Six Sigma. Nejsou zde popsány všechny nástroje, jelikož pro vybraný proces nebyly potřeba. Respektive tyto nástroje nešly použít při řešení problému s tímto procesem. Téma pro tuto diplomovou práci bylo zvoleno z důvodu nutnosti vyřešit problém, který byl identifikován managementem lakovny v podniku. Zároveň toto téma bylo vybráno z důvodu znalosti autora metodik Six Sigma, jelikož byl vyškolen jako GreenBelt (certifikace v Lean Six Sigma). Základní myšlenkou Six Sigma je uspokojení zákazníka ve všech jeho požadavcích. Pomáhá řešit otázky: Dodáváme v kvalitě požadované zákazníkem? Dodáváme potřebné, respektive objednané zboží a služby v čas? Generují naše procesy zisk?

První část této diplomové práce je věnována teoretickým východiskům, která popisují nástroje pro zlepšování procesů. V této části práce popisuje teoretické použití nástrojů Six Sigma. Cílem této diplomové práce je pomocí metodik Six Sigma vyřešit problém tak, aby bylo dosaženo stanoveného cíle v řešení problému. V jednotlivých fázích cyklu DMAIC se použily dané nástroje. Každá fáze je svým způsobem specifická a používá rozdílné nástroje charakteristické pro danou fázi. Tato práce řeší konkrétní problém a to ten, že úklidy na nové lakovně jsou dlouhé a drahé.

Zároveň je také představena společnost, kde byla diplomová práce sepsána a prakticky provedena. Veškeré poznatky a výsledky byly komunikovány napříč podnikem a staly se dobrou praxí pro podobné podniky v rámci divize.

1. Six Sigma

V této kapitole jsou představena teoretická východiska spojená s metodikou Six Sigma a jejími vybranými nástroji.

1.1 Six Sigma historie

V 80. letech 20. století měli ve firmě Motorola velký problém v nízké kvalitě výrobků. S tím souviselo velké množství reklamací od zákazníků. Motorola začala ztrácet velké množství zákazníků a hrozil jim bankrot. Tuto situaci se povedlo vyřešit panu Billovi Smithovi, kterého pověřili tímto úkolem vrcholoví manažeři. Ten se dokázal s problémem poprat a v roce 1980 přišel s řešením, při němž dokázal identifikovat vady na základě standardizace. Toto řešení pojmenoval „Six Sigma“. Tento proces (řešení) měl zajistit prodej kvalitních produktů bez výskytu vad a v čase, které zákazník požadoval (Russell-Walling, 2012).

1.2 Popis metody Six Sigma

Metodu Six Sigma lze definovat jako „úplný a flexibilní systém dosahování, udržování a maximalizace obchodního úspěchu. Six Sigma je zejména založena na porozumění potřeb a očekávání zákazníků, disciplinovaném používání faktů, dat a statistické analýzy a na základě pečlivého přístupu k řízení, zlepšování a vytváření nových obchodních, výrobních a obslužných procesů.“ (Lhoták, 2002, str. 9).

Při použití metody Six Sigma je důležité stanovit klíčové procesy, jak pro firmu, tak hlavně pro uspokojování potřeb zákazníka. To lze označit za krok č. 1. Toho lze docílit např. sestavením mapy procesu. Jako krok č. 2 je nutné stanovit a přesně specifikovat požadavky zákazníka. Pro tento krok se používá výraz „hlas zákazníka“. Označované jako CTQ. Může to být např. přesně stanovená kvalita výrobku, barvy, materiálu atd. Krokem č. 3 je nutné změřit procesy podniku. Zda je podnik vůbec schopen splnit požadavky zákazníka. Je nutné změřit výkonnost, náklady. Na základě výsledků by měl podnik nastavit kroky ke zlepšení procesů a tím k efektivnějšímu využití investic. Zároveň se zde identifikují nedostatky procesu. Krok č. 4 nám říká, že by se měl proces rozebrat krok po kroku, najít

zlepšení a ta zároveň implementovat. Dále v tomto kroku se prioritizují zlepšení, aby bylo dosaženo co nejlepšího poměru mezi zlepšením procesu a vynaloženými náklady. V tomto kroku nalézá podnik činnosti, které nepřinášejí žádný užitek, jde o tzv. plýtvání. Může jít např. o zbytečné činnosti, pohyby, čekání, přeprava, nadvýroba apod. Krokem č. 5 se zajišťuje kontrola procesu již zavedených opatření na zlepšení. Ověřená funkční zlepšení lze použít i na jiných podobných procesech. Půjde pak o sdílení dobré praxe mezi činnostmi, procesy. Toho se využívá např. mezi podniky se stejným zaměřením nacházejícím se v jiné oblasti, jiné zemi.

K dosažení výsledků se používají různé nástroje a techniky. Nejčastěji se používá proces zvaný DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control). V každé části se používají různé techniky dle potřeby a v závislosti na řešeném problému.

Jednoduše řečeno, zlepšovací projekty využívající metod řízení kvality, lean a Six Sigma. Jsou přínosné, ale pouze do té míry, do jaké skutečně pokrývají náklady projektu. Skutečné ocenění je obtížné a může vyžadovat užší interakci s vlastníky a zaměstnanci finančního oddělení. Přesto, pokud mají projekty zlepšování přinést hodnotu pro podnik, je zásadní přesný výpočet rozpočtu projektu, výkonu, tvorby hodnoty a nákladů na činnost. Snahy organizace o dokonalost v provozu prostřednictvím projektového managementu pomáhá zajistit dokonalost prostřednictvím monitorování a rychlé korekce odchylek. Požadovaným výsledkem je meta-zlepšení, které zachycuje, artikuluje a zlepšuje. Tím je projekt zlepšování přínosem pro organizaci (ProQuest, 2021).

1.3 DMAIC

DMAIC metoda se používá tam, kde neznáme řešení. Problémy mohou být definovány na základě požadavků zákazníka, vedení společnosti, zaměstnanců ale i dodavatelů. Metodika DMAIC je číslo jedna v oblasti neustálého zlepšování procesů. Při použití metodiky DMAIC dochází k vyladění, k přeměně procesů, které potřebují zvýšit efektivitu. (Russel-Walling, 2012)

Tuto metodiku lze použít i pro kvalitu, bezpečnost, environmentální politiku apod. Lze tedy říct, že DMAIC lze použít pro jakoukoliv činnost, kterou lze nazvat „Proces“. Proces je jakákoliv činnost, u které se dá zajistit opakovatelnost. DMAIC je vylepšený cyklus PDCA zavedený do praxe. (Svět produktivity, 2012) PDCA je zkratka pojmů plan-do-check-act (plánuj-udělej-zkontroluj-proved' nápravu).

Hlavní parametr, který ovlivňuje postavení podniku na trhu, je efektivita. (Kucharčíková a spol., 2011). Podstatou efektivity je optimální využití lidských zdrojů, materiálu, strojů pro tvorbu zboží a služeb. Efektivita je úzce spjata s hospodárností. Porovnáním vynaložených nákladů na vstupu s výstupy můžeme měřit efektivitu. Při kladení důrazu na efektivitu je nutné zajistit požadavky zákazníků na kvalitu.

DMAIC lze použít i při opakujících se problémech, výkyvech v procesech, nestabilitě procesu apod. DMAIC je popisován jako strukturovaný, na datech založený proces s důrazem na vyřešení problémů. (George a kol., 2005, str. 64) Cyklus DMAIC se skládá z 5 kroků. Viz obrázek 1.



Obrázek 1: DMAIC Metodologie

Zdroj: Graves, 2014

Aplikací této metody zjišťujeme skutečné důvody, které narušují proces. Výsledkem celého procesu jsou nápravná opatření k odstranění anomálií a vytvoření nového standardu.

1.3.1 Define – Definuj

Fáze definování je prvním a důležitým krokem při zahájení metody DMAIC. Musí být definován tým, který se bude podílet na daném procesu. Celý tým včetně vlastníka a

šampiona se musí shodnout na tématu projektu. Všechny podstatné detaily musí být uvedeny v základací listině. Viz obrázek č. 2.

Six Sigma Digest		Project Title:			
		Black Belt	Project Champion	Executive Sponsor	MBB/Mentor
Primary Metric		Secondary Metric			
Problem Statement		Business Case			
High Level Project Timeline		Constraints & Dependencies		Project Risks	Other Diagnostics
Phase	Start	Finish			
Define					
Measure					
Analyze					
Improve					
Control					
Approval/Steering Committee		Stakeholders & Advisors		Project Team & SME's	
Name	Organization	Name	Organization	Name	Organization

Obrázek 2: Základací listina

Zdroj: <http://www.sixsigmadigest.com/project-charter.shtml>

Proto, aby byla zajištěna plná podpora všech účastníků, je nutné sestavit tzv. Analýzu stakeholderů – jde o analýzu všech členů týmu, abychom věděli, jak se jednotliví členové staví k danému projektu. Viz obrázek č. 3. Pokud by členové týmu nebyli plně zainteresováni v daném projektu, znamenalo by to, že hrozí buď částečný anebo úplný neúspěch projektu.

Analýza stakeholderů

jméno	manažer	Důležitost (1 - 3 - 9)	Současná pozice „C“ . Budoucí pozice, „F“					Důvody rezistence (proč je proti?)
			Zcela proti	proti	Neutrální	podpora	Velká podpora	
Radek Bárta	Š. Abdulrahman	9				C, F		
Josef Vicha	Š. Abdulrahman	9				C, F		
Lukáš Neudert	M. Kekrt	3				C, F		
Jana Fabiánová	M. Kekrt	3				C, F		
Matouš Vápeník	M. Dvořák	1				C, F		

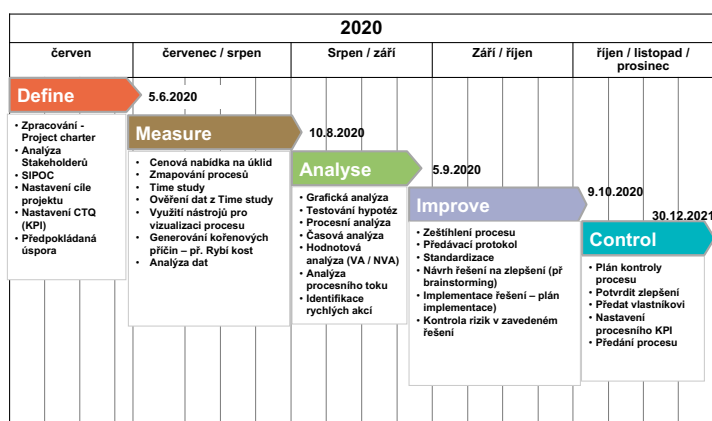
C současná pozice F žádaná budoucí pozice

Obrázek 3: Analýza vlastníků a členů týmu

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

Je důležité přesně specifikovat cíl projektu, přesný popis, shromáždit potřebné aktuální informace, vybrat nejlepší možný pracovní tým, zhodnotit rizika a nastavit časový plán projektu. Viz obrázek č. 4.

Projektový plán



Obrázek 4: Časový harmonogram projektu

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

Pokud budou předchozí kroky provedeny správně, znamená to, že to přinese několik výhod:

- Všichni členové týmu budou plně chápat priority v plánovaném projektu. Každý člen musí vědět, že bez něj nelze úspěšně projekt dokončit. Musí zde panovat úplná symbióza mezi členy, projektový tým pak bude pracovat jako jeden celek s důrazem na cíl.
- Všichni musí chápat, že je to příležitost pro rozvoj firmy. Je nutné být neustále v blízkém kontaktu se zákazníkem. Je totiž nutné získávat mnoho rozličných dat a důkazů ohledně řešeného problému. Tyto informace umožní týmu lépe rozpoznat příležitosti a přínos daného projektu.
- Celý projekt musí být reálný a s plnou podporou managementu. Rozsah projektu bude určovat kolik a jakých zdrojů musí management určit nebo přiřadit. Reálný termín dokončení projektu určuje, jak bude projekt úspěšný. Příliš krátký termín způsobí více stresu a zároveň i chybovost v činnosti členů. Naopak příliš dlouhý termín bude působit na členy, že je na všechno dost času a začnou úkoly odkládat.
- Neméně důležitým prvkem je, jak se bude měřit úspěšnost projektu. Použité jednotky měření tzv. KPI (Key Performance Indikátor) musí reflektovat činnosti a procesy

projektu. Správně nastavené KPI nám pomůže přesně identifikovat jak moc nebo jak málo je projekt úspěšný. Často se jako KPI nastavují: hodiny, jednotky, Kč, vadné kusy apod.

Při ekonomické činnosti firmy, ať už při výrobě anebo při poskytování služeb je vykonáváno mnoho procesů, které ovlivňují ekonomickou efektivnost a zároveň uspokojování potřeb zákazníků. Proto je nutné znát všechny procesy v podniku, aby bylo možné identifikovat činnosti, které jsou nežádoucí anebo nepřinášejí podniku žádný užitek. Pro tyto činnosti je nutné důkladné naplánování cíle a také potřebné kroky pro splnění. Pochybení vede k možnému neúspěchu (Řezáč, 2009).

1.3.2 Measure – Měření

Měření je druhou částí DMAIC procesu. V této fázi se zjišťuje stav daného procesu, proto je nutné stanovit měřicí systém. Sesbíraná data musí korespondovat s měřeným procesem dle zadání projektu. Výstupem této fáze by měl být přesně definovaný systém, jak proces měřit. Zároveň by mělo dojít k úplnému poznání, jak se proces chová, jak funguje a jaký má výkon. Výsledkem systému měření jsou data, která jsou potřeba pro další analýzy a pro návrhy zlepšení. Zde je kladen velký důraz na kvalitu a správnost dat. Data získaná v této fázi mají vliv, jak na další fáze, tak i na úspěch celého projektu. Správná data a správný sběr údajů jsou nutná pro provedení analýz a rozhodnutí vedoucí ke zdárnému ukončení projektu (Svozilová, 2011).

Změření procesu je nutné pro porovnání s daty před započítáním zlepšovateľské činnosti a po skončení zlepšovateľské činnosti. Tento rozdíl nám pak ukáže, jak byl projekt úspěšný. Při navrhování systému měření se musí vykazované údaje slučovat s tím, co je potřeba měřit. Musí splňovat požadavky na kvalitu a kvantitu. Kvalita systému na měření se odvíjí od znalosti procesu, který se má zlepšovat. Dále je zde velký vliv lidského faktoru jak při měření, tak i při zpracování dat. Nejlepší systém je ten, který je plně automatický a vyloučí lidský faktor ze zpracování. Některá měření jsou snadnější jako např. měření času, ty se dají snadno změřit a zaznamenat. Horší je to u měření např. spokojenosti zákazníka, zde je výsledek ovlivněn subjektivním cítěním osoby, která provádí měření (Svozilová, 2011).

Při zlepšování procesů je důležité v této fázi nejdříve prověřit problém, zjistit jak celý proces vypadá, respektive, jaký je sled operací a identifikovat v něm chybná místa. Po tomto kroku je velmi důležité spočítat náklady a stanovit přesný čas k výkonu jednotlivých činností procesu (Lhoták, 2002).

Zmapování procesu je jedním z prvních kroků ve fázi měření. Jde o podrobné popsání procesu, na který se projekt zaměřuje a používá k tomu nástroj zvaný procesní mapa. Pro tvorbu procesní mapy může být výchozím zdrojem informací SIPOC diagram – obrázek č. 5.

SIPOC – přehled procesu

SIPOC				
S	I	P	O	C
SUPPLIER	INPUT	PROCESS	OUTPUT	CUSTOMER
Úklidová firma	Dodání čistých fólií + dodání pracovníků na činnost	Odstranění poškozených a špinavých fólií na boxu	Odstraněné poškozené a špinavé folie	výroba
Úklidová firma	Dodání nových filtrů + dodání pracovníků pro činnost	Odstranění a výměna filtrů	Vyměněné filtry	výroba
Úklidová firma	Čisté rohože / dodání pracovníků na čisticí proces	Očištění rohoží	Čisté rohože	výroba
Úklidová firma	Dodání pracovníků pro výměnu fólií + pomocný a čisticí materiál	Nanesení nových fólií v boxu	Čistý box	výroba
Úklidová firma	Dodání pracovníků na očištění lávek + pomocný a čisticí materiál	Očištění lávek v boxu	Čisté lávky	výroba

Obrázek 5: SIPOC

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

Procesní mapa jakožto diagram je nástroj, který graficky znázorňuje hlavní činnost sledovaného procesu a vazby mezi nimi. Procesní mapa bývá doplněna o údaje, jako je čas, kapacita, odpovědnosti a případně další informace potřebné pro pochopení sledovaného procesu. Velikost detailů v diagramu je závislá na fázi, v níž se projekt nachází, velikosti rozsahu, účelu, pro který je diagram sestavován a cíli řešeného problému. Výhodou těchto vizuálních nástrojů je jejich přehlednost pro zobrazování v čase, dokáže vymezit hranice procesu a pomáhá při konzultaci s ostatními pracovníky (Svozilová, 2011).

Pro tvorbu procesní mapy se dají použít různé počítačové programy, jako jsou Microsoft Visio, SigmaFlow, iGrafXProcess. Podle různé sofistikovanosti programů lze s nimi dělat různé analýzy, simulace a u těch sofistikovanějších i sofistikované diagramy, komplexnější analýzy a případně i simulace vyšší úrovně. Velice často se ale k analýze používá Excel, lepící papírové štítky, bloky, Flip charty případně bloky, čtvrtky apod. Při vytváření procesního toku, je potřeba se držet určitých zásad jako jsou: používat standardizované grafické elementy. Proto je velice vhodné, aby ve firmě existoval určitý standart pro tyto procesy. Je nutné dodržet tento standard a během procesu ho neměnit. Zajistí se tím konzistence a srozumitelnost pro všechny zúčastněné a později i pro ostatní, kteří se budou s danou problematikou seznamovat (Gygi, 2012).

Před zpracováním procesní mapy je potřeba správně identifikovat, jaký program bude pro tento diagram použit. Je třeba přesně označit začátek a konec procesu včetně všech jeho toků. Musí se přesně označit jednotlivé kroky, tak aby byly srozumitelné a nezaměnitelné. Tyto kroky musí být uspořádány v logickém sledu procesu. Často se využívá orientace zleva doprava anebo shora dolů. Nakonec je nutné ověřit, že vybraný diagram je ten správný pro náš proces. Pokud se použilo zaznamenání písemnou formou, ale ne digitálně, pak je velice vhodné tento přenos provést (Svozilová, 2011). Zároveň je snazší data archivovat, zálohovat a sdílet.

Měření výkonu procesu neboli výpočet způsobilosti procesu udává, jak daný proces naplňuje požadavky, které má zákazník. Cílem fáze měření je sběr kvalitních dat, která indikují stav procesu a umožňují analýzu, kde vznikají poruchy a jaké jsou jejich možné příčiny. Pro měření procesu je nutné rozlišovat spojitost dat. Rozlišujeme data spojitá a diskrétní. Spojitá data jsou takový typ dat, která nabývají libovolných hodnot v určitém intervalu (např. doba jednotlivých úklidů). Naproti tomu diskrétní data nabývají celočíselných vyjádření (např. počet vyrobených kusů za směnu). Navíc se u diskrétních dat u Sigma výpočtů používá výpočet jako DPMO nebo PPM.

DPMO (Defects Per Million Opportunities) – jedná se o ukazatel počtu chybovosti před zahájením výroby, respektive před vývojem výrobku (Töpfer, 2008). Vzorec č. 1.

$$DPMO = \frac{\text{Počet defektů} \times 1\,000\,000}{\text{Počet zkoumaných jednotek} \times \text{Počet chybných možností na jednotku}} \quad (1)$$

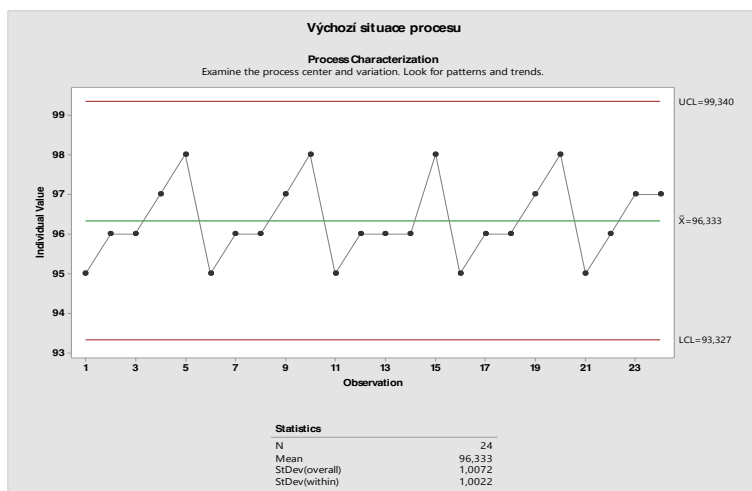
PPM (Parts Per Million) – jedná se o ukazatel, který vyjadřuje skutečný počet neshodně vyrobených jednotek (Töpfer, 2008). Vzorec č. 2.

$$PPM = \frac{\text{Počet defektů} \times 1\,000\,000}{\text{Počet zkoumaných jednotek}} \quad (2)$$

Dalším důležitým ukazatelem je způsobilost C_p . Jedná se o statistický parametr, který určuje způsobilost procesu. Způsobilostí procesu se rozumí schopnost procesu vytvářet takový výstup, který je shodný s požadavkem zákazníka. Znalost způsobilosti procesu je základem pro zlepšování kvality procesu. Pomocí naměřených hodnot zjišťujeme variabilitu těchto hodnot kolem střední hodnoty. Index způsobilosti C_p je poměr maximální přípustné variability a skutečné variability. Nebere se ohled na umístění v daných mezích. (Töpfer, 2008). Vzorec č. 3.

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (3)$$

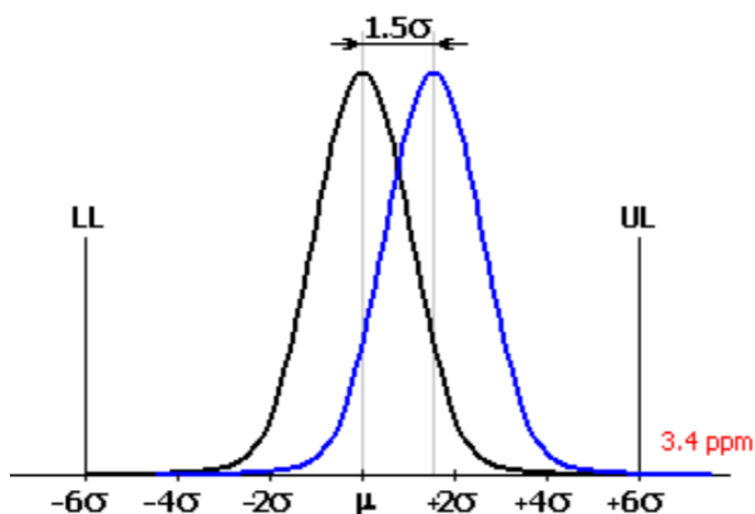
USL (UCL) – horní toleranční mez, LSL (LCL) – dolní toleranční mez, σ - je směrodatná odchylka.



Obrázek 6: Způsobilost procesu – UCL, LCL

Zdroj: Vlastní – Minitab

Metodika Six Sigma se snaží dosáhnout toho, aby střední hodnota procesu byla vzdálena od tolerančních mezí maximálně na 6σ . Vzhledem k tomu, že na proces působí mnoho faktorů jako např. lidský faktor, nastavení stroje, změna teplot, opotřebení apod., dochází u velkých objemů výroby k posunu střední hodnoty v průběhu času. Proto může dojít k posunu střední hodnoty o $1,5\sigma$ od ideální střední hodnoty. Pro velký výrobní proces platí, že odchylka $1,5\sigma$ při vyrobeném 1 000 000 kusů znamená 3,4 vadných kusů. Viz obrázek č. 7 (Metoda 6 Sigma, 2003-2021).



Obrázek 7: Six Sigma graf

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

Index způsobilosti C_{pk} je tzv. Kritický index způsobilosti. Ten zohledňuje, jak variabilitu sledovaného procesu, tak i jeho polohu vůči nadefinovaným tolerančním mezím. Vzorec č. 4.

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{\mu - LSL}{3\sigma}; \frac{USL - \mu}{3\sigma} \right\} \quad (4)$$

Proto, aby mohl proběhnout výpočet indexů způsobilosti je nutné normální rozdělení sledovaných znaků. Pro ověření normality se používá tzv. Chí-kvadrát test neboli test dobré shody anebo lze použít Kolmogorov-Smirnov test (Janíček, 2013). Pro praxi platí, že způsobilé procesy by měly nabývat minimální hodnoty 1,33. ($C_p \geq 1,33$, $C_{pk} \geq 1,33$).

Ověření měřicího systému se ověřuje způsobilost procesu výpočtem z dat získaných měření. Toto se provádí z důvodu použití dat pro manažerské rozhodování. Zde je nutné ověřit správnost dat a jejich kvalitu. Celý systém měření je podroben ověření kvůli zjištění, zda podíl celkové variability je příčinou kolísání procesu anebo je následkem kolísavých výsledků měření.

MSA (Measurement Systems Analysis) – Analýza systému měření – tato analýza je zaměřena právě na kvantifikování variability a porozumění, která souvisejí se systémem měření. Základními prvky měření jsou hodnotitelé, pomůcky, měřidla, software apod. Proto, aby se určilo, zda je proces způsobilý, mohou se použít různé ukazatele. Snad nejvíce používaným je Gage R&R (Repeatable and Reproducibility) – přeloženo jako opakovatelnost a reprodukovatelnost. Grafické analýzy bývají nedílnou součástí výpočtů.

Opakovatelnost – je stav kdy se proces měří jedním přístrojem a variabilitu poskytují naměřené hodnoty. Prováděné měření provádí jeden pracovník na jednom výrobku, měřící jednu charakteristiku s jedním měřicím přístrojem.

Reprodukovatelnost – zde se řeší závislost kolísavosti naměřených hodnot. Oproti opakovatelnosti zde měří více pracovníků jeden výrobek jedním přístrojem. Tudiž odchylku zde způsobují různí pracovníci. Proto zde použijeme různé metody pro výpočet ukazatelů. Mohou jimi být např. Gage R&R, ANOVA, průměr anebo rozpětí (Walker, 2012).

Measurement Systems Analysis (dále jen MSA) Reference Manual je příručka vydaná společností Automotive Industry Action Group, kde jsou vypsány všechny standardy MSA.

Obecně lze říct, že platí:

- $Gage\ R\&R < 10\%$ znamená, že systém je vyhovující.
- $10\% \leq Gage\ R\&R \leq 30\%$ znamená, že systém je přijatelný, ale bude vždy záležet na určité aplikaci a nákladech na měřicí zařízení.
- $Gage\ R\&R \geq 30\%$ - tento systém měření je nevhodný (Walker, 2012).

1.3.3 Analyze – Analýza

Analýza je navazující fází na fázi Měření v rámci cyklu DMAIC. V této fázi se provádí vyhodnocení naměřených výsledků z fáze Měření. Vyhodnocení spočívá v tom, že zlepšovatelství tým se snaží identifikovat všechny příčiny, které způsobují to, že současný stav je rozdílný od požadovaného cílového stavu procesu. Pro identifikaci kořenových příčin se používají analytické, matematické, statistické a grafické metody. Určují se kořenové příčiny, které mají největší vliv na chybu v procesu. Zároveň se i určí, jaké kořenové příčiny mají minimální dopad na nesoulad v procesu. Ve fázi Analýza jsou variace a defekty statisticky ověřené (Svozilová, 2011). Tyto hodnoty jsou výstupem fáze Analýzy.

Tato fáze může zahrnovat různé nástroje a techniky, které se využívají v projektech Six Sigma. Je to dáno, jak specifikami projektu, tak i oborem ve kterém firma působí. To nemění nic na tom, že cíl je vždy stejný, a to hledání kořenových příčin značených „x“. Tyto „x“ způsobují potíže, nesoulad v procesu, a značíme je „Y“. Je zde na místě použití funkční závislosti. $Y=f(x)$.

Jako jeden z prvních kroků je potřeba hledat potenciální kořenové příčiny. U identifikovaných potenciálních kořenových příčin je nutné vybrat ty, které mají závažnější charakter, a dá se jejich působení prokázat pomocí naměřených údajů. Tyto údaje mohou pocházet z interních systémů, měření, pozorování a i z jiných způsobů získávání dat. Pro ověření hypotéz je důležitý počet měření. Tento počet určuje jistotu pro ověření hypotéz, čili ověření kořenových příčin. Při zpracování dat velkého rozsahu se vyskytují i abnormality. Tyto abnormality jsou většinou způsobeny náhodně a mohly by nepříjemně ovlivnit výsledek projektu. Takto očištěný vzorek měření se může podrobit statistickému šetření. Takové měření přímo navede ke skutečné kořenové příčině. Aby se prokázalo, že kořenová příčina (příčiny) mají vliv na „Y“ provede se test, který toto potvrdí anebo vyvrátí. Testuje se každé „x“, aby se potvrdil jeho vliv na „Y“. Pro šetření se používají různé metody. Tyto metody jsou podrobně popsány v následující části této kapitoly. Aby se mohli v této fázi navrhnout nějaká řešení, musí se vybrat ty kořenové příčiny, které mají největší vliv na nekonformitu procesu, ale musí se k tomu zohlednit náklady s tím spojené (Svozilová, 2011).

Jak hledat potenciaální kořenové příčiny? Mohou se k tomu použít známé metody jako jsou brainstorming, brainwriting, diskuse, vytvoření Ishikawa diagramu, 5x Proč analýzy a dalších analýz.

Jako první se doporučuje použít brainstorming. Je to snad nejrozšířenější metoda používaná při řešení problémů. Při této metodě je schopná skupina řešitelů poskytnout velké množství nápadů v krátkém čase (Aartsengel, 2013). Při této metodě se hledají jakékoliv potenciaální kořenové příčiny k problému, který tým řeší. I když je brainstorming nejjednodušší metodou, je nutné dodržovat určité zásady. Tyto zásady mohou být:

- Účastníci by měli být přítomni z hlediska jejich kvalifikace, pozice i osobnosti.
- Při brainstormingu by měla být uvolněná atmosféra, která bude podporovat účastníky ke generování nápadů.
- Žádný nápad není špatný.
- Často jeden nápad může podnítit ostatní v generování dalších nápadů.
- Doporučuje se neformální setkání a atmosféra.
- Stává se, že je nutné usměrnit účastníky kvůli kritice ostatních nápadů.

Tato metoda je využívána pro generování co největšího množství nápadů. Nikdo neřeší jejich kvalitu. Je nutné veškeré nápady zaznamenat. Na to by měl být určen člověk, který provede soupis všech vygenerovaných nápadů. Zápis může probíhat různými formami jako do počítače, na tabuli, papír apod. Zapisovatel by neměl být součástí týmu, aby zapisoval všechny nápady a neupřednostňoval svoje. Během brainstormingu by měl mluvit vždy jeden člověk. Je to nutné z důvodu zápisu. Může se stát, že někoho něco napadne, ale nemůže to říci a tak to může zapomenout, než se na něj dostane řada (Aartsengel, 2013). Proto se doporučuje dát každému účastníkovi tužku a papír pro zaznamenání myšlenek.

Po dokončení brainstormingu je potřeba vygenerované nápady setřídít. K tomu se používá nástroj Afinitní diagram. Pomocí tohoto nástroje se zapsané nápady setřídí do logických celků podle toho, jaké nápady byly vygenerovány. V každé skupině by měly být nápady, které mají společné znaky a vlastnosti. Následně takto seskupené skupiny se pojmenují (Svozilová, 2011).

Jak již bylo zmíněno pro generování kořenových příčin, lze použít i jiné nástroje, a to např. Ishikawa diagram (někdy označovaný jako Rybí kost). Ishikawa diagram se někdy označuje jako diagram příčin a následků. Tzv. hlavu rybí kosti tvoří identifikovaný problém a hlavní kosti vystupující z páteře se používají k roztřídění kořenových příčin podle kategorií. Nejčastěji se používají tyto kategorie:

- Lidé
- Prostředí
- Materiál
- Metoda
- Nástroje, vybavení
- Finance

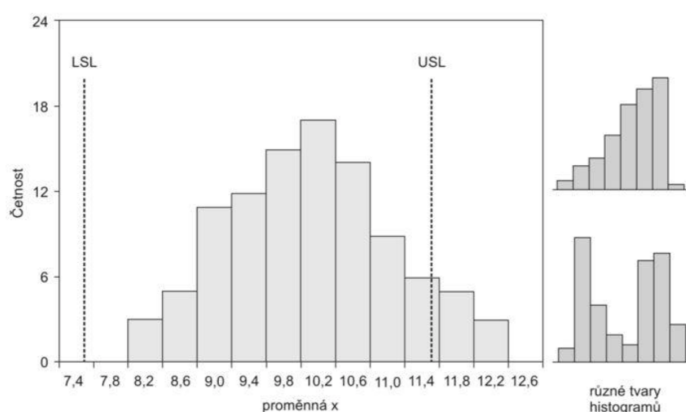
V závislosti na procesu se mohou jednotlivé kategorie lišit.

Při brainstormingu se jednotlivé nápady zapisují do kategorií. Pak se následně každá možná kořenová příčina podrobí zkoumání, zda je kořenovou příčinou a jaký má dopad. Pro určení kořenové příčiny se často používá hlasování neboli ohodnocení každé možné kořenové příčiny. Ishikawa diagram má mnoho výhod, těmi jsou lehká opravitelnost zanesených dat, jednoduchost, přehlednost apod. (Gyri, 2012).

Pro detailní analýzu se používá metoda „5x Proč“ (Pětkrát proč). Tato metoda nastupuje ve většině případů po analýze z Ishikawa diagramu. Jak již název napovídá, jedná se o metodu, při níž se ptáme na každou vybranou kořenovou příčinu 5x proč. Toto se provádí z jednoduchého důvodu a to proto, že se ptáme několikrát a proč. Tím se dojde k podstatě problému, tedy přesně se identifikuje kořenová příčina nebo příčiny. Někdy se otázka proč nepoužije 5x, ale může se použít i vícekrát anebo méněkrát. Bude vždy záležet na konkrétní situaci. Identifikace skutečné kořenové příčiny je kritickou podmínkou pro její odstranění a zároveň i k odstranění nežádoucích důsledků této příčiny. Výhodou této metody je jednoduchost. Pro identifikaci není potřeba provádět složité matematické ani statistické výpočty (Determinate the Root Cause: 5 Whys, ©2000-2021).

Pro grafickou analýzu můžeme použít jednoduchý nástroj a to „Histogram“. Tento nástroj pomocí jednoduché grafiky zobrazí intervalové rozdělení četností náhodně

vybraného znaku (např. velikost, rozměr, pevnost materiálu, výkon stroje, chemické složení apod.). Tento druh grafu používá k vizualizaci sloupce. Šířka každého sloupce odpovídá šířce intervalů. Naopak výška sloupce je daná četností výskytu daných intervalů. Při grafické analýze Histogramu hraje roli, jak graf vypadá. Jedním pohledem jde zjistit, zda proces splňuje požadavky zákazníka či nikoliv. Pro vysvětlení grafu se použije obrázek č. 8. Na tomto grafu je vidět, že proces nevyhovuje požadavkům zákazníka, jelikož překračuje horní povolenou mez. Zvonovitý tvar říká, že data mají charakter normálního rozdělení. Grafy vpravo zobrazují situaci, kdy došlo k chybě s daty. Zde se nejspíše jedná o to, že tento histogram nemá všechna data z důvodu chybějících dat nebo to mohlo být způsobeno chybným měřidlem. Graf pod ním nám ukazuje dva vrcholy, což může znamenat buď dvě výrobní linky anebo dva různé pracovníky, jedná se o tedy o data ze dvou výběrových souborů. Samozřejmě toto mohou způsobit i jiné vlivy, ale tyto jsou nejčastější (Janíček, 2013).

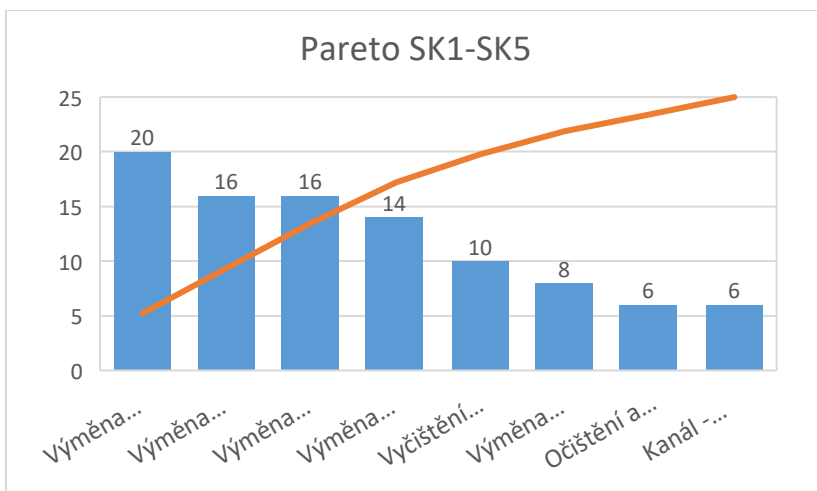


Obrázek 8: Histogram

Zdroj: Janíček, 2013, s. 359

V části analýza se také může použít nástroj zvaný Paretův diagram. Tento diagram vynalezl Vilfred Pareto. Jde o kombinaci dvou grafů v jednom. Jeden je sloupcového a spojnicového typu, viz obrázek č. 9. U sloupcové části znamená četnost počet sloupců a zároveň jsou seřazené od nejvyšší velikosti až po nejmenší. Spojnicový graf nám vyjadřuje kumulativní četnost udávanou v procentech. Osa pro spojnicový graf je vpravo. Naopak osa pro sloupcový je vlevo. Základní myšlenka Pareta diagramu je ta, že 20% příčin způsobuje 80% problémů. To naznačuje, že je potřeba se zaměřit na problémy s nejvyšší četností. Stává se,

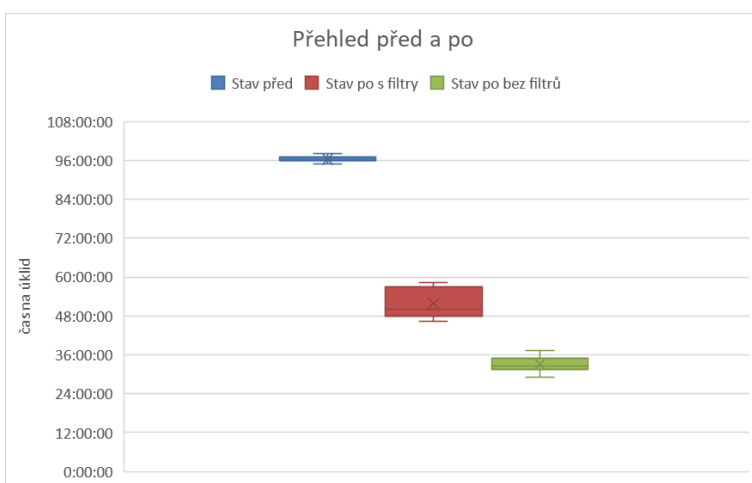
že je potřeba vytvořit další úroveň Pareta diagramu, aby byl i jiný pohled na daný problém (Shankar, 2009).



Obrázek 9: Pareto diagram

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

Boxplot neboli Krabicový graf. Tento graf, grafický nástroj, je také často využíván ve fázi analýzy. Graf zobrazuje několik informací najednou, a to jsou horní a spodní mez, horní a dolní kvartil a medián určitého souboru dat. Základním prvkem je obdélníček, který má své hranice vytýčené 1. a 3. kvartilem. Úsečka uvnitř obdélníku vyznačuje Medián. Zároveň umí tento graf ukázat meze. Tyto meze mohou odhalit, jestli se některá data pohybují mimo toleranci, tím pádem může jít o tzv. podezřelá data. Tento graf umí ukázat rozdíly mezi několika vzorky dat a ukázat rozdíly (Kupka, 2001).



Obrázek 10: Boxplot diagram

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

1.3.4 Improve – Zlepšuj

Ve fázi zlepšování v DMAIC procesu dochází ke generování návrhů, jak odstranit kořenové příčiny. Konkrétní návrhy musí odstraňovat vygenerované kořenové příčiny ve fázi Analýzy. Než se začnou implementovat nápravná opatření, musí dojít k analýze a efektivitě nápravných opatření a jejich finančnímu dopadu. Může se říct, že se nejprve implementují řešení, která jsou snadno proveditelná a nejlevnější. Před implementací by se měla nápravná opatření ověřit a otestovat. Po otestování se provede implementace do procesu. Po úspěšné implementaci se musí nápravné opatření zhodnotit. Tudiž se provede statistické, matematické nebo jiné ověření, že nápravná opatření jsou účinná.

V této fázi DMAIC projektu jsou k dispozici potvrzené kořenové příčiny „X“, které ovlivňují náš výstup, tj. naše „Y“. Jelikož se zabýváme fází Zlepšování, tak jsou k dispozici z předchozích fází důležité informace ohledně kořenových příčin. Díky detailním informacím se mohou nastavit akce, které povedou aspoň k minimalizaci dopadů chyby v procesu. V ideálním stavu by se kořenová příčina odstranila.

Six Sigma metodika je použitelná i při snižování chybovosti v procesu anebo když chceme optimalizovat proces na zvětšení kvality výstupu.

V této fázi je hned na počátku důležité navrhnout řešení, která povedou k odstranění všech kořenových příčin. Pro nalezení řešení se mohou využít techniky jako Brainstorming apod. Je zde důležité, aby při této aktivitě byli přítomni odborníci, kteří mají k danému problému co říct. Při navrhování řešení se využívají různá inovativní a inovační řešení. Někdy se využívá systematický přístup k řešení problémů, většinou technického rázu. Tento přístup podporuje tvořivost a pomocí analýzy systému vede až k návrhu řešení (Svozilová, 2011).

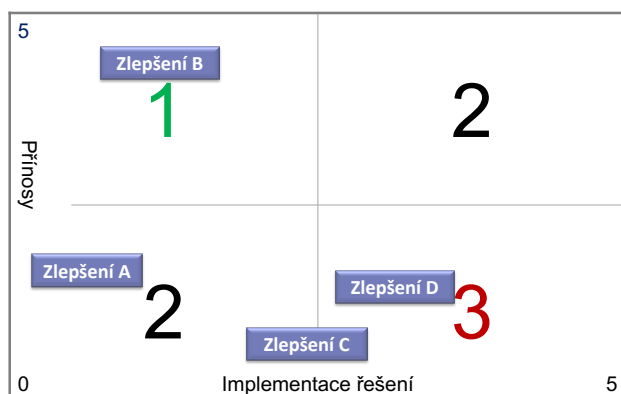
Po této kreativní činnosti by se mělo přistoupit k posouzení navrhovaných řešení. Mělo by se začít s výběrem těch nejvhodnějších. Při hodnocení návrhu se berou v potaz tyto vlivy:

- Jaké úsilí bude potřeba pro implementaci nápravného řešení.
- Jak účinné řešení bude – dokáže odstranit celý problém anebo jenom zmírní jeho dopady.
- Kolik nás bude nápravné opatření stát.

- Je dané řešení udržitelné.

Po výběru řešení by se mělo přistoupit ke zkoušce, experimentu, pilotnímu šetření tak, aby se ověřilo zavedení nejlepší varianty. Pokud ale bude existovat řešení problému, které bude finančně náročné nebo na toto řešení bude muset být vynaloženo obrovské úsilí, může to vést k neudržitelnému stavu v podniku. Ve většině případů si projektový tým vystačí s analýzami ať už matematickými anebo statistickými. Vždycky tyto analýzy musí probíhat za přítomnosti odborníků. Některé nápravné opatření se neobejdou bez specializovaných analýz, experimentů a hypotéz. Někdy se vytváří modely a testovací vzorky. Pro snažší orientaci pomůže Matice přínosů a úsilí. Viz obrázek č. 11.

Matice přínosů a úsilí



Tým se rozhodl pro implementaci řešení B + A. Kombinací obou variant dojde k nejmarkantnějšímu zlepšení při minimálních nákladech.

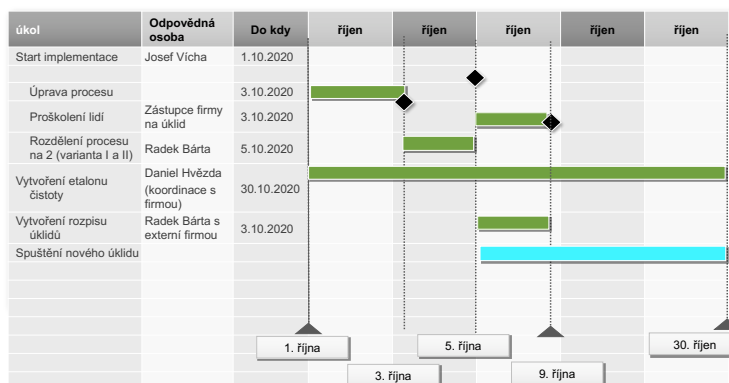
Obrázek 11: Matice přínosů a úsilí

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

Poté co se tým shodne na řešení, následuje sestavení detailního implementačního plánu s časovým rozvrhem. Často se zde využívá Gantův diagram. V poslední fázi implementace se nesmí zapomenout na ověření účinnosti zavedených opatření (Svozilová, 2011).

Implementační plán

AKČNÍ PLÁN PRO IMPLEMENTACI ZMĚN



Obrázek 12: Implementační plán

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

1.3.5 Control – Kontrola

Kontrolní fáze je poslední fází z DMAIC. To ale neznamená, že je méně důležitá. Někdy se tato fáze nazývá fází řízení.

Pokud nedošlo k implementaci všech opatření v minulé fázi, tak na začátku této fáze je poslední příležitost. Tzn., že implementační plán musí být do posledního bodu splněn, než se začne s touto poslední fází. Následně můžeme přistoupit ke kontrole procesu a prokázání toho, že nápravná opatření, která se implementovala, splňují požadavky definovaného cíle projektu. Zároveň se musí prokázat udržitelnost implementovaných zlepšení. Musíme se vytvořit systém, který zkontroluje implementovaná nápravná opatření. Celý systém kontroly musí podat stav procesu tak, aby data, která z toho vyplynou, se mohou porovnat s daty před implementací nápravných opatření. K tomu může pomoci např. nová procesní mapa, porovnání indexů apod. Nedílnou součástí kontroly je spočítání úspor, které vychází z napraveného procesu. Úspory z projektu mohou mít různý charakter, často se počítají úspory z narovnání procesu anebo úspory z projektu jako takového.

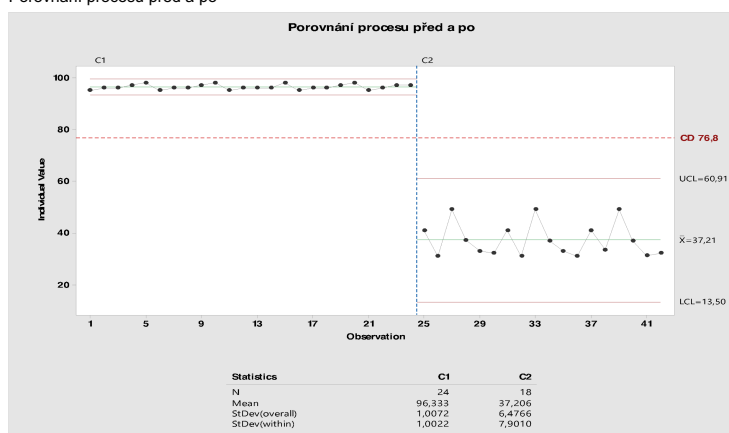
Po skončení projektu se zpracuje chybějící dokumentace a celý výsledek se předá vlastníkovi. Každý projekt je specifický, ale musí obsahovat veškerou dokumentaci včetně případných změn standardů. Zároveň se tato dokumentace použije jako zdroj případných zlepšení pro jiné oddělení podniku, tak aby byl využit celý potenciál daného projektu.

Pro kontrolu procesu se mohou použít tzv. Regulační diagramy. Tento nástroj umožňuje sledovat veličiny v průběhu času. Regulačních diagramů existuje celá škála, vždy bude záležet na typu dat, která se sledují. Viz obrázek č. 13. Zde je vidět jako červená čára označená jako CD (customer demand) - požadavek zákazníka. Pak je zde vidět UCL a LCL což jsou meze, respektive limity, přes které by se proces neměl dostat. Tyto limity jsou v Six Sigma vzdálené vždy 3σ od střední hodnoty. To v předpokladu normálního rozdělení znamená pokrytí 99,73 % dat. Regulační diagramy se používají ke kontrole stability procesu, tzn., že je proces stabilní i v případě několika náhodných chyb nebo vlivů. Zároveň může být diagram použit jako nástroj pro sledování trendů, cyklů, k nalézání nepříznivých vlivů anebo ke kontrole nastavení výrobního procesu (Janíček, 2013).

Na obrázku č. 13 čili na Control chartu je vidět porovnání procesu před provedením projektu a po provedení projektu. Zde vizuálně můžeme porovnat chování procesu na začátku projektu a na konci po zavedení všech opatření.

Control Chart

Porovnání procesů před a po



Obrázek 13: Control Chart

Zdroj: Vlastní - Minitab

Dále v této fázi by se nemělo zapomenout na kontrolní plán. Dle Shankar (2009) jsou nejdůležitějšími dokumenty souvisejícími s projektem tyto nástroje:

- Plán kontroly
- FMEA
- Procesní mapa

Plán kontroly se vytváří za pomoci dvou zbývajících dokumentů. Musí se brát v potaz každý krok, který se udělal v rámci projektu jako: specifikace, použité nástroje, tolerance, vlastnosti procesu a produktu, systém měření, systém kontroly apod.

Jak již bylo zmíněno, musí se v této fázi zaktualizovat všechny důležité dokumenty, které s projektem souvisí. Pokud tento krok neproběhne, nelze říct, že je projekt hotový. Většinou se jedná o dokumenty z fáze Měření např. Procesní mapa, ve které budou zahrnuty nebo zohledněny implementovaná řešení. Pokud proces používá FMEA analýzu tak je potřeba zaktualizovat i ji, samozřejmě každý proces má svá specifika a své dokumenty. Zatím byly probrány dokumenty, které již existovaly před spuštěním projektu, ale nesmíme se zapomenout na dokumenty, které mohly vzniknout během projektu. Je nutné zajistit a zprocesovat tyto nové dokumenty do systémů podniku.

Jedním z posledních kroků projektu ve fázi Kontroly je spočítání úspor. Při kalkulaci úspor se musí brát v potaz pravidla daného podniku pro kalkulaci úspor. Standardně se nepočítají jenom úspory pro zlepšení výstupu dle požadavků zákazníka, ale nesmí se zapomínat i na úspory plynoucí z úspor materiálu, režijních náklad, mzdových nákladů apod.

V této části věnované literární rešerši nebyly uvedeny všechny nástroje, které lze využít v rámci Six Sigma projektu. Jsou zde vysvětleny a uvedeny základní nástroje DMAIC.

2. Představení společnosti

Praktická část této práce je věnována firmě Bombardier Transportation a.s. (zkráceně Bombardier), kde byla práce zpracovávána. Bombardier je mezinárodní společnost, která má pobočky po celém světě. Jelikož se jedná o Kanadskou společnost, tak její hlavní sídlo je v Kanadě. Část akcií Bombardieru vlastní i kanadská vláda.

Bombardier je rozdělen na 2 hlavní divize:

1. Transportation – jedná se o výrobu kolejových vozidel, podvozků, lokomotiv včetně řídicích systémů. Můžeme výrobní program rozdělit do následujících divizí:

- Vysokorychlostní vlaky
- Příměstské vlaky
- Městské vlaky
- Metra
- Tramvaje
- Lokomotivy

2. Air – zde je míněna letecká divize a kompletní program na výrobu letadel.

Bombardier Transportation zaměstnává přes 80 000 pracovníků ve 27 zemích po celém světě. V současné době v České Lípě pracuje 1350 pracovníků (z nichž je cca 280 technickohospodářských pracovníků zkr. THP– údaj k 31.12.2020) na různých projektech. Aktuálně je zde 5 aktivních projektů a rozjíždí se zde další.

V České Lípě má tento podnik dlouholetou historii:

1918 - Založení společnosti jako Severočeská vozovka a strojírna Česká Lípa.

1918-1930 - Výroba nákladních vagónů, osobních vagónů, tramvají, lokomotiv.

1932 - Přeměna na Bohemia Vozovka a strojírna, s. r. o., součást Ringhoffer Tatra.

1931–1945 Výroba železničních vagónů, stavebních a potravinářských strojů.

1946 - Znárodnění společnosti.

1950 - Přejmenování společnosti na Vagónka Tatra Česká Lípa, n. p.

1960-1990 - Výroba nákladních a speciálních železničních vozů, export do celého

Světa.

1994 - Transformace na státem vlastněnou společnost Vagónka Česká Lípa, a. s.

1996 - Akvizice kontrolního balíku akcií společností Deutsche Waggonbau AG.

1997-1998 - Restrukturalizace společnosti a realizace investičního programu.

1998 - Akvizice společností Bombardier Transportation.

2003 - Nové pojmenování Bombardier Transportation Czech Republic a. s.

2008 - Zařazení závodu do divize Passengers.

2012 – Zařazení do divize Carbody and Welded Subassemblies (zkratka CWS).

2016 – Zařazení do skupiny ISC (Internal Supply Chain).

2020 – od 1.2.2021 přechází celá divize Bombardier pod firmu Alstom – došlo ke spojení těchto dvou velkých hráčů na poli kolejových vozidel.

Znamená to, že Bombardier Transportation již nebude dále existovat. Zaniká ke dni spojení s firmou Alstom. Z původních divizí zůstane pouze Bombardier Air, která se po odprodání svých částí zaměří pouze na soukromá letadla.

Bombardier v České Lípě dodává svým interním zákazníkům do Německa, Francie, Belgie, Vídně. Jedná se o závody ISC v rámci Bombardier divize. Závod v České Lípě nedodává koncovým zákazníkům.

V České Lípě se provádí tyto specifické činnosti:

1, Svařování „Carbody“, což je svařování celého skeletu vlaku (vagónu) bez jakéhokoliv vybavení a příslušenství.

2, Svařování „Podskupin“, jedná se o svařování velkých součástí vlaků, jako jsou např. bočnice, spodky, kabiny, střechy apod. Finální kompletace na celé Carbody se provádí v dalším závodě.

3, Lakování vozů a finální lakování Carbody. V našem závodě se postavila v roce 2019 úplně nová lakovna. V této lakovně se provádí kompletní povrchové úpravy jako tryskání, tmelení, broušení a lakování. Nově se také v této lakovně testuje lakovací robot pro finální nátěry.

4, Firma také využívá laserové svařování, které je k dispozici i ostatním závodům. Dále se testují svařovací roboti schopní pracovat s lidskými pracovníky tzv. koboti. Mimo to se také testují i normální svařovací roboti. Podnik se v tomto směru snaží modernizovat proces výroby pomocí nových technologií.

2.1 Analýza současného stavu v podniku

V současné době je postavená nová lakovna v podniku. Je zde velký důraz na vytíženost této lakovny. Investice v hodnotě skoro 1 miliardy se musí podniku vyplatit. Pokud zde máme proces, který blokuje boxy ve velkém rozsahu, je to pro podnik velmi ztrátové. To byl jeden z hlavních důvodů spuštění tohoto projektu. V rámci projektu byl zahrnutý i dílčí cíl a to snížení nákladů na úklid. Vzhledem k tomu, že tento projekt byl nastartován, bylo tedy vhodné udělat opatření na oba tyto cíle.

Bylo nutné v rámci projektu zanalyzovat:

- Čas úklidu
- Vysoké náklady na úklid

Pro představu velikosti boxu a tedy náročnosti na úklid je možné posoudit i z obrázku č. 14.



Obrázek 14: Lakovací box – délka 30 m

Zdroj: Vlastní foto

3. Použití Lean Six Sigma v projektu

V této kapitole se podíváme, jak byly použity techniky Lean Six Sigma v daném podniku a jaké nástroje a kroky bylo nutné udělat, aby se dosáhlo zadaného cíle.

3.1 Definování problému

Nejdůležitějším prvním krokem je přesné definování, co je za problém. V našem případě je problém definován jako: „Drahý úklid, který trvá dlouho“. Je to obecné definování stavu, který je potřeba řešit. Je důležité vše podložit čísly tzn. je nutné nastavit KPI (klíčové ukazatele výkonnosti), pomocí kterých se stanoví výchozí stav, vývoj a v neposlední řadě úspěch celého projektu.

Sestavení týmu je velice důležitý krok, špatně zvolený tým nemusí dosáhnout požadovaného výsledku. Proto se sepíše „Zakládací listina“, viz obrázek č. 15. Sestavený tým se podrobí analýze zainteresování do projektu a řešení zadaného úkolu v analýze stakeholderů, viz obrázek č. 16. Nesmí se zapomenout zahrnout rizika, stanovit, co je a není součástí zadání projektu. Je nutné, aby celý tým se řídil tímto zadáním.

Zakládací listina (Project Charter)

Green Belt / Black Belt	Josef Vicha	
Vlastník procesu	Š. Abdulrahman	
Champion	Radek Bárta	
Problém	Business case (Popis)	
Vysoké náklady na úklid v nové lakovně	Primární úkol – snížení času na úklid. Sekundární úkol je snížení nákladů na úklid. Předpokládaná úspora: Lakovací boxy – úspora na jedno čištění 30000,-Kč bez DPH Robotický lakovací box – úspora na jedno čištění 36000,-Kč bez DPH	
Popis problému		
Dlouhý čas úklidu v boxech. Vysoké náklady na úklid.		
Cíl projektu		
<ul style="list-style-type: none"> • Snížit čas na úklid - tj z 96 hodin na 76,48 hodiny • Snížit náklady na úklid v boxech. Snížení o 30000,-Kč bez DPH u lakovacího boxu a o 36000,-Kč bez DPH u robotického boxu. • Redukce 20% nákladů na úklid 		
Rizika	V rámci projektu	Mimo rámec projektu
<ul style="list-style-type: none"> • Dlouhé trvání náměru – přes více směn. • Mít dostatek lidí na pořízení náměru. 	<ul style="list-style-type: none"> • Časová norma na úklid • Spotřeba materiálu • Četnost úklidů v lakovacích boxech. 	Zbytek lakovny není zahrnut – jenom lakovací boxy

Obrázek 15: Zakládací listina

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

Analyza stakeholderů

jméno	manažer	Důležitost (1 - 3 - 9)	Současná pozice „C“, Budoucí pozice „F“					Důvody rezistence (proč je proti?)
			Zcela proti	proti	Neutrální	podpora	Velká podpora	
Radek Bárta	Š. Abdulrahman	9				C, F		
Josef Vícha	Š. Abdulrahman	9				C, F		
Lukáš Neudert	M. Kekrt	3				C, F		
Jana Fabiánová	M. Kekrt	3				C, F		
Matouš Vápeník	M. Dvořák	1				C, F		

C současná pozice **F** žádaná budoucí pozice

Obrázek 16: Analýza vlastníků a členů týmu

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

V zakládací listině se vychází z již konkrétních dat a stanovuje se přesný cíl, jakého se má dosáhnout. Jedná se o:

- Úsporu nákladů o 20 %.
- Úsporu v korunách na úklid (30000,- Kč bez DPH na úklid lakovacího boxu a 36000,- Kč na úklid v robotické kabině)

Pro výchozí nastavení hodnot poslouží cenová nabídka firmy na úklid, viz obrázek č. 17.

Cenová kalkulace úklidu

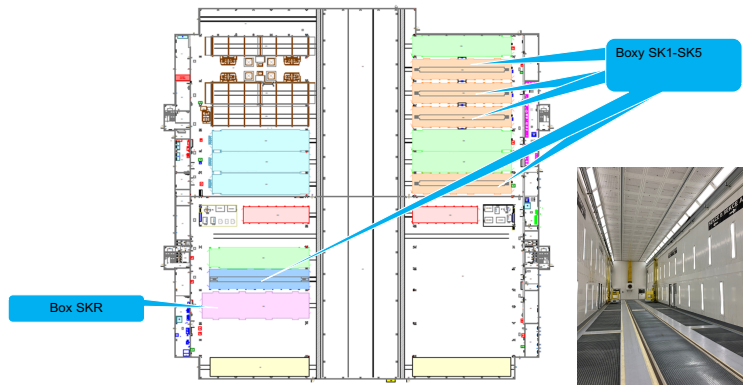
Firma	Objekt	Popis	Množství	Jednotka	Cena	Celkem
1	100	Čistění zrcadel	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
2	100	Čistění stropů	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
3	100	Čistění stěn	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
4	100	Čistění podlahy	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
5	100	Čistění dveří	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
6	100	Čistění kování	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
7	100	Čistění nábytku	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
8	100	Čistění sanitárního vybavení	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
9	100	Čistění střešních ploch	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
10	100	Čistění balkonů	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
11	100	Čistění teras	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
12	100	Čistění zábradlí	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
13	100	Čistění oken	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
14	100	Čistění parapetů	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
15	100	Čistění vnitřních dveří	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
16	100	Čistění vnitřních zártek	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
17	100	Čistění vnitřních klik	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
18	100	Čistění vnitřních zámků	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
19	100	Čistění vnitřních nádob	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
20	100	Čistění vnitřních nástěnky	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
21	100	Čistění vnitřních skříněk	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
22	100	Čistění vnitřních polic	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
23	100	Čistění vnitřních stěn	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
24	100	Čistění vnitřních stropů	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
25	100	Čistění vnitřních podlah	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
26	100	Čistění vnitřních dveří	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
27	100	Čistění vnitřních zártek	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
28	100	Čistění vnitřních klik	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
29	100	Čistění vnitřních zámků	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
30	100	Čistění vnitřních nádob	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
31	100	Čistění vnitřních nástěnky	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
32	100	Čistění vnitřních skříněk	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
33	100	Čistění vnitřních polic	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
34	100	Čistění vnitřních stěn	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
35	100	Čistění vnitřních stropů	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
36	100	Čistění vnitřních podlah	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
37	100	Čistění vnitřních dveří	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
38	100	Čistění vnitřních zártek	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
39	100	Čistění vnitřních klik	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
40	100	Čistění vnitřních zámků	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
41	100	Čistění vnitřních nádob	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
42	100	Čistění vnitřních nástěnky	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
43	100	Čistění vnitřních skříněk	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
44	100	Čistění vnitřních polic	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
45	100	Čistění vnitřních stěn	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
46	100	Čistění vnitřních stropů	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
47	100	Čistění vnitřních podlah	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
48	100	Čistění vnitřních dveří	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
49	100	Čistění vnitřních zártek	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
50	100	Čistění vnitřních klik	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
51	100	Čistění vnitřních zámků	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
52	100	Čistění vnitřních nádob	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
53	100	Čistění vnitřních nástěnky	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
54	100	Čistění vnitřních skříněk	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
55	100	Čistění vnitřních polic	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
56	100	Čistění vnitřních stěn	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
57	100	Čistění vnitřních stropů	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
58	100	Čistění vnitřních podlah	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
59	100	Čistění vnitřních dveří	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
60	100	Čistění vnitřních zártek	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
61	100	Čistění vnitřních klik	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
62	100	Čistění vnitřních zámků	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
63	100	Čistění vnitřních nádob	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
64	100	Čistění vnitřních nástěnky	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
65	100	Čistění vnitřních skříněk	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
66	100	Čistění vnitřních polic	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
67	100	Čistění vnitřních stěn	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
68	100	Čistění vnitřních stropů	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
69	100	Čistění vnitřních podlah	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
70	100	Čistění vnitřních dveří	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
71	100	Čistění vnitřních zártek	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
72	100	Čistění vnitřních klik	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
73	100	Čistění vnitřních zámků	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
74	100	Čistění vnitřních nádob	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
75	100	Čistění vnitřních nástěnky	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
76	100	Čistění vnitřních skříněk	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
77	100	Čistění vnitřních polic	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
78	100	Čistění vnitřních stěn	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
79	100	Čistění vnitřních stropů	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
80	100	Čistění vnitřních podlah	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
81	100	Čistění vnitřních dveří	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
82	100	Čistění vnitřních zártek	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
83	100	Čistění vnitřních klik	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
84	100	Čistění vnitřních zámků	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
85	100	Čistění vnitřních nádob	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
86	100	Čistění vnitřních nástěnky	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
87	100	Čistění vnitřních skříněk	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
88	100	Čistění vnitřních polic	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
89	100	Čistění vnitřních stěn	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
90	100	Čistění vnitřních stropů	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
91	100	Čistění vnitřních podlah	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
92	100	Čistění vnitřních dveří	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
93	100	Čistění vnitřních zártek	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
94	100	Čistění vnitřních klik	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
95	100	Čistění vnitřních zámků	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
96	100	Čistění vnitřních nádob	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
97	100	Čistění vnitřních nástěnky	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
98	100	Čistění vnitřních skříněk	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
99	100	Čistění vnitřních polic	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč
100	100	Čistění vnitřních stěn	10	ks	50,00 Kč	500,00 Kč

Obrázek 17: Výchozí cenová kalkulace na úklid

Zdroj: Úklidová firma

Pro ujasnění situace je dobré využívat i nástroje k vizualizaci. V tomto případě to jsou boxy vyznačené na obrázku č. 18.

Layout lakovny



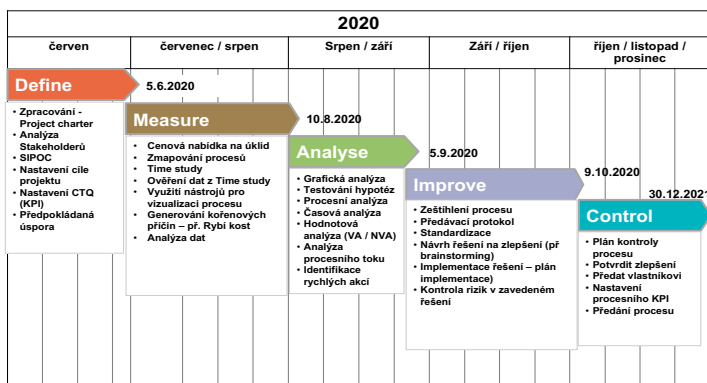
Obrázek 18: Layout lakovacích boxů

Zdroj: Vlastní

3.1.1 Projektový plán

Pro tento projekt bylo důležité vytvořit, odsouhlasit a dodržovat „projektový plán“ obrázek č. 19. Zde je detailní popis činností, které bude potřeba provést k úspěšnému splnění zadaného projektu. Časový plán je dlouhý cca 6 měsíců od začátku až po ukončení a ověření splnění zadání. Každá fáze je detailně rozdělena na činnosti, které se budou muset provést a úspěšně ukončit v daném termínu. Je nutné, aby celý tým byl seznámen s plánem a souhlasil s ním.

Projektový plán



Obrázek 19: Projektový plán činností

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

3.1.2 SIPOC

SIPOC je definování, jak pomocí procesů mění dodavatel vstupy na výstupy, které jsou požadovány zákazníkem. V tomto případě se jedná o uklízeč firmu, která pomocí svých procesů (úklidu, dodávání materiálu) uklidí boxy a předá je svému zákazníkovi, tj. lakovně. Obrázek č. 20.

SIPOC – přehled procesu

S	I	P	O	C
SUPPLIER	INPUT	PROCESS	OUTPUT	CUSTOMER
Úklidová firma	Dodání čistých fólií + dodání pracovníků na činnost	<i>Odstranění poškozených a špinavých fólií na boxu</i>	Odstraněné poškozené a špinavé folie	výroba
Úklidová firma	Dodání nových filtrů + dodání pracovníků pro činnost	<i>Odstranění a výměna filtrů</i>	Vyměněné filtry	výroba
Úklidová firma	Čisté rohože / dodání pracovníků na čisticí proces	<i>Očištění rohoží</i>	Čisté rohože	výroba
Úklidová firma	Dodání pracovníků pro výměnu fólií + pomocný a čisticí materiál	<i>Nanesení nových fólií v boxu</i>	Čistý box	výroba
Úklidová firma	Dodání pracovníků na očištění lávek + pomocný a čisticí materiál	<i>Očištění lávek v boxu</i>	Čisté lávky	výroba

Obrázek 20: SIPOC

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

3.1.3 Voice Of Customer na Critical To Quality

Voice Of Customer (VOC), hlas zákazníka převedeme na Critical To Quality (CTQ) kritické pro kvalitu.

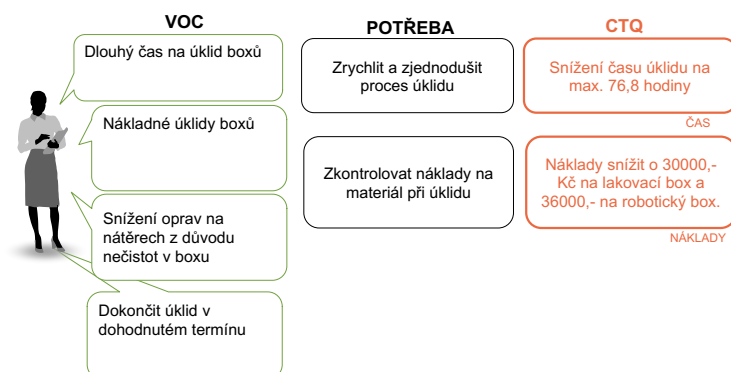
Jedná se o hlas zákazníka převedený na kritický kvalitativní parametr procesního výstupu z pohledu zákazníka. Jednoduše řečeno to, co si zákazník přeje, viz obrázek č. 21. V tomto případě to je přesné definování, co je požadováno. Jedná se o:

- Snížení času úklidu na maximálně 76,8 hodiny
- Snížení nákladů na úklid o 30 000,- Kč bez PDH na lakovací box a 36 000,- Kč bez DPH na robotický box.

Převod VOC na CTQ

PŘEVODU HLASU ZÁKAZNÍKA DO POTŘEB A DO „CTQ“

Primární cíl je snížení času, sekundární je snížení nákladů.



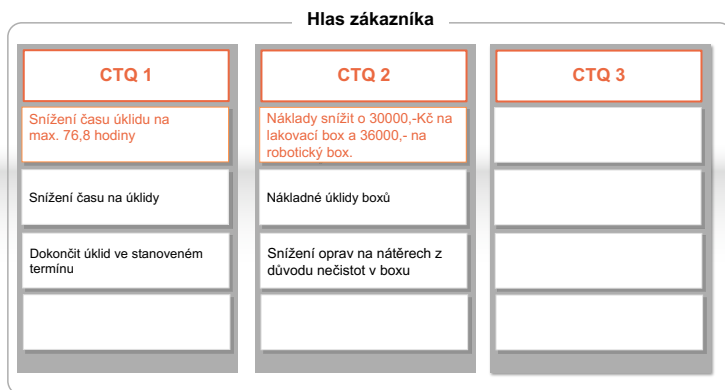
Obrázek 21: Hlas zákazníka převedený do měřitelných požadavků

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

Součástí CTQ je stanovení a rozložení požadavků lakovny na přesně definované kroky/cíle, viz obrázek č. 22. Bez tohoto kroku není možné detailně sepsat Zakládací listinu.

CTQ strom zákazníka

PROCES



Obrázek 22: Roztřídění hlasu zákazníka na kategorie

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

3.2 Měření

Tato fáze je zaměřena na měření procesu a analýzu možných kořenových příčin/poruch v procesu. Pro analýzu je potřeba znát proces do úplného detailu. Pro takovou analýzu poslouží procesní mapa, viz obrázek č. 23. Pro vytvoření procesní mapy je nutné udělat opakované měření procesu. Na základě těchto měření pak byla vytvořena procesní mapa činností, která detailně popisuje krok za krokem, jak proces probíhá.

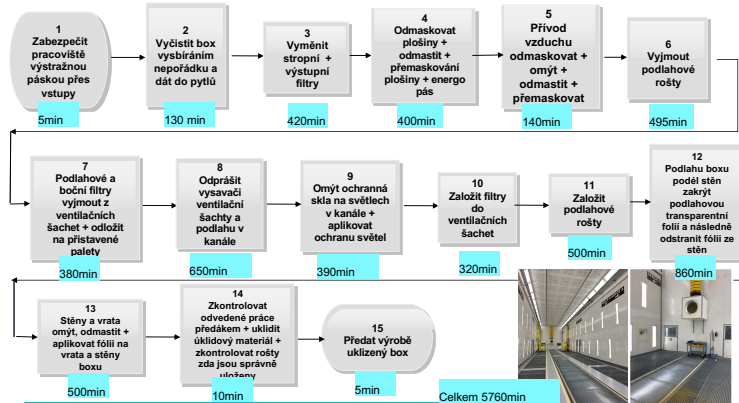
Popis jednotlivých kroků procesu:

1. krok: Před úklidem je potřeba zabezpečit pracoviště, tak aby tam měli přístup pouze pracovníci úklidové firmy.
2. krok: Úklid hrubých nečistot – vysbírání a zametení do připravených pytlů.
3. krok: Probíhá výměna stropních a výstupních filtrů. V praxi to znamená vyjmout staré filtry, vysát a očistit vstupní otvor u filtrů a vložit nové filtry. Musíme mít na paměti, že veškeré nečistoty padají směrem dolů.
4. krok: Odmaskování pojízdných plošin + jejich očištění a přemaskování.
5. krok: Odmaskování, očištění přívodu vzduchu a jeho opětovné zamaskování.
6. krok: Vyjmutí podlahových roštů a jejich očištění.
7. krok: Vyjmutí podlahových a bočních filtrů. Jejich vyjmutí a odložení na připravené palety.
8. krok: Následné vysátí a umytí otvorů jak ve zdech, tak i v kanále. Umytí kanálu.
9. krok: Umytí ochranných světel v kanále + aplikace ochranných fólií.
10. krok: Založení filtrů do ventilačních šachet.
11. krok: Založí podlahové rošty.
12. krok: Podlahu podél stěn přikrýt transparentní podlahovou fólií a následně sundat ochrannou fólii ze stěn.
13. krok: Vrata omýt a ověřit nutnost výměny fólie. Omýt stěny a aplikovat novou fólii.
14. krok: Zkontrolovat odvedený úklid předákem. Provést případné opravy úklidu. Odklidit veškerý materiál potřebný pro úklid a odnést vše z boxu.
15. krok: Předat uklizený box výrobě.

Jak je vidět z výše uvedeného výpisu činností, tak se proces jeví jako logický a bude těžké zde najít nějaké možné úspory.

Procesní mapa

PROCES UKLÍZENÍ BOXŮ SK1-SK5

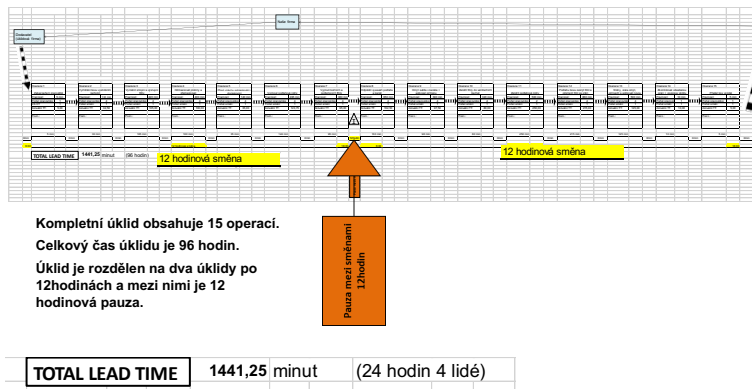


Obrázek 23: Procesní mapa procesu úklidu – lakovací box

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

Pro dohledání a možnou identifikaci příčin poslouží VSM (Value Stream Map). Tento vizuální nástroj ukáže možná slabá místa v procesu. Obrázek č. 24.

VSM úklidu SK1-SK5



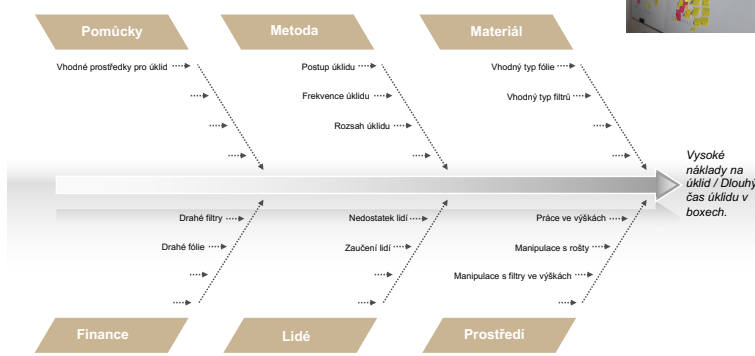
Obrázek 24: VSM úklidu

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

Pro určení kořenových příčin je nutné použít snad nepoužívanější nástroj pro jejich odhalení, a to Ishikawa diagram. Viz obrázek č. 25. Pomocí tohoto nástroje se identifikovaly možné kořenové příčiny, které mají velký vliv na to, že je proces náročný jak na čas, tak i na spotřebu materiálu. Byl proveden Brainstorming a identifikace možných kořenových příčin. Snaží se o potvrzení toho, co nám ukázala VSM.

Ishikawa

Brainstorming + Ishikawa pro úklid v boxech SK1-SK5



Obrázek 25: Ishikawa – identifikace možných kořenových příčin

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

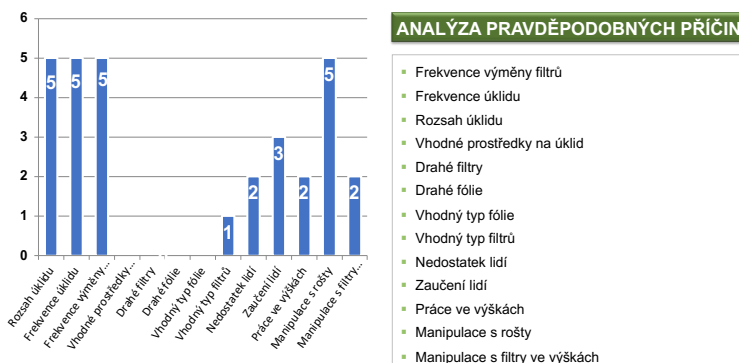
Výsledkem Ishikawa diagramu je několik možných kořenových příčin. Teď je nutné určit, které jsou ty, co pomohou vyřešit problémy, kterými jsou:

- Vysoké náklady na úklid
- Dlouhý čas úklidu

Při tvorbě Ishikawa diagramu je nutné mít stále na paměti, co se aktuálně řeší za problém. Tudiž se toto zadání píše do hlavy této Rybí kosti (Ishikawa diagram). Následně se provede ohodnocení možných kořenových příčin celým týmem tak, aby se identifikovaly ty skutečné kořenové příčiny s velkým dosahem. K tomuto kroku se použila Analýza pravděpodobných kořenových příčin, viz obrázek č. 26.

Hlasování o kořenových příčinách

KOŘENOVÉ PŘÍČINY A JEJICH OHODNOCENÍ



Obrázek 26: Analýza kořenových příčin

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

Tato analýza ukázala 4 pravděpodobné kořenové příčiny.

- 1, Velký rozsah úklidu
- 2, Frekvence úklidu
- 3, Frekvence výměny filtrů
- 4, Manipulace s rošty

Jako dalším krokem pro identifikaci kořenových příčin byla použita analýza 5x Proč, viz obrázek č. 27. Zde se dohledaly konkrétní kořenové příčiny.

Výsledky analýzy 5x Proč:

- Nebyl znám požadavek na četnost výměny filtrů, nikdo neřešil, jaký to má dopad jak na délku úklidu, tak na jeho finanční náročnost.
- Rozsah úklidu v boxu byl nastaven tak, že se má uklidit celý box. Skutečně se musí uklidit celý box?
- Frekvence úklidu – jak můžeme vědět, jak často se má úklid provádět?
- Manipulace s rošty – je skutečně potřeba manipulovat s rošty a pokaždé je čistit?

5x Proč

- Analýza kořenových příčin – toto jsou naše Xka pro naše Y.

Nr. X	Vybrané kořenové příčiny	Váha
1	Rozsah úklidu	25%
2	Frekvence úklidu	25%
3	Výměny filtrů	25%
4	Manipulace s rošty	25%
5	...	...

Nr.	5x Proč (výměny filtrů)	5x Proč (rozsah úklidu)	5x Proč (frekvence úklidu)	5x Proč (manipulace s rošty)
1	Protože nastavena firmou	Protože požadavek zněl - úklid celého boxu	Protože to bylo naplánováno s dodavatelem úklidu	Protože byl požadavek na kompletní úklid boxu
2	Protože byl takový požadavek	Protože nikdo neřešil další varianty	Protože takový byl prvotní požadavek	Protože tak zněl požadavek zadavatele
3	Protože nebyl znám požadavek		Protože nikdo neřešil jiné varianty	...
4	Protože součástí zadání nebyl	...	...	...
5		...	...	...

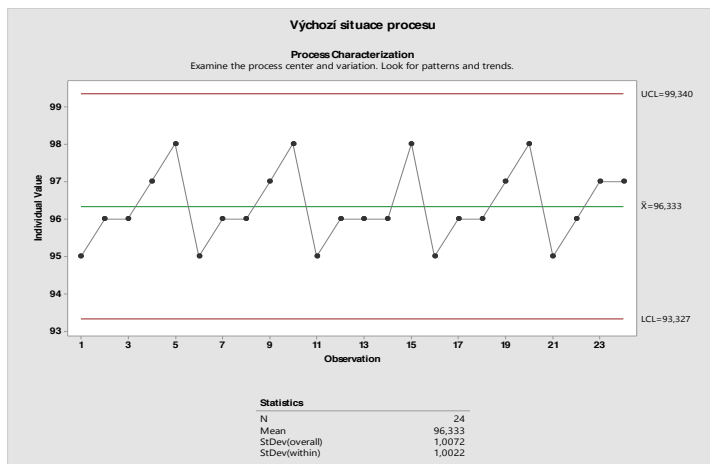
Obrázek 27: 5x Proč analýza

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

Následně pomocí Minitabu se analyzuje proces, tak aby se vědělo, jak si celý proces stojí. Jak je vidět z Control chartu (obrázek č. 28), tak je proces poměrně stabilní. Má malý rozptyl. Takže by se mu nedalo nic vytknout. Jenže obrázek č. 29 (Histogram) jednoznačně ukazuje, že je proces mimo požadovanou toleranci. Požadavek lakovny zní mít úklid dlouhý

maximálně 76,8 hodiny. V grafu označeno jako USL. To ukazuje, že je velký problém s délkou úklidu. Uklízeč í firma není schopna dodržet požadavek zákazníka.

Control chart

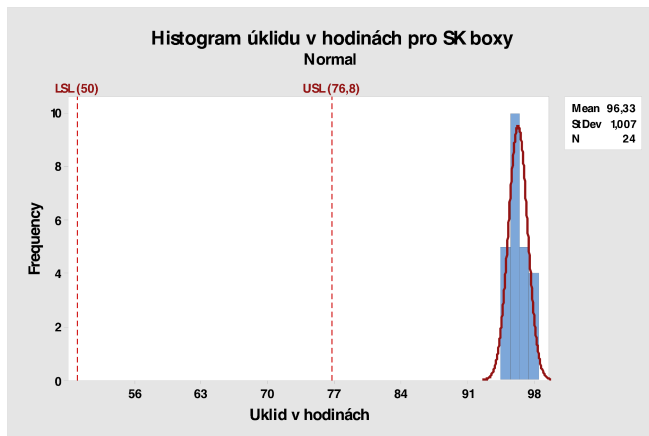


Obrázek 28: Control chart

Zdroj: Vlastní zpracování dle Six Sigma - Minitab

Histogram procesu

POŽADOVANÝ STAV PROCESU – PROCES JE MIMO POŽADAVEK



Obrázek 29: Histogram procesu

Zdroj: Vlastní zpracování dle Six Sigma - Minitab

3.3 Analýza procesu

V této kapitole se provede hodnotová analýza procesu a potvrdí se kořenové příčiny, které způsobují neshodu procesu vs. požadavek zákazníka.

Proto, aby se mohl zhodnotit sledovaný proces, tak se použije formulář pro identifikaci činností, viz obrázek č. 30.

Analýza VA / NVA

IDENTIFIKACE ČINNOSTÍ V PROCESU – POUŽÍVANÝ FORMULÁŘ

Data Collection Sheet										VA	NWAP	NON-VALUE ADDED					
DESCRIPTION / Popis										NVA SYMBOL				OBSERVACÍ / Záměr			
	VA	NWAP	P	W	V	E	O	I		P	W	V	E	O	I		
1. Úklid										21:18:00	21:18:00						
2. Úklid										0:00:00	0:00:00						
3. Úklid										0:00:00	0:00:00						
4. Úklid										0:00:00	0:00:00						
5. Úklid										0:00:00	0:00:00						
6. Úklid										0:00:00	0:00:00						
7. Úklid										0:00:00	0:00:00						
8. Úklid										0:00:00	0:00:00						
9. Úklid										0:00:00	0:00:00						
10. Úklid										0:00:00	0:00:00						
11. Úklid										0:00:00	0:00:00						
12. Úklid										0:00:00	0:00:00						
13. Úklid										0:00:00	0:00:00						
14. Úklid										0:00:00	0:00:00						
15. Úklid										0:00:00	0:00:00						
16. Úklid										0:00:00	0:00:00						
17. Úklid										0:00:00	0:00:00						
18. Úklid										0:00:00	0:00:00						
19. Úklid										0:00:00	0:00:00						
20. Úklid										0:00:00	0:00:00						
21. Úklid										0:00:00	0:00:00						
22. Úklid										0:00:00	0:00:00						
23. Úklid										0:00:00	0:00:00						
24. Úklid										0:00:00	0:00:00						
25. Úklid										0:00:00	0:00:00						
26. Úklid										0:00:00	0:00:00						
27. Úklid										0:00:00	0:00:00						
28. Úklid										0:00:00	0:00:00						
29. Úklid										0:00:00	0:00:00						
30. Úklid										0:00:00	0:00:00						
31. Úklid										0:00:00	0:00:00						
32. Úklid										0:00:00	0:00:00						
33. Úklid										0:00:00	0:00:00						
34. Úklid										0:00:00	0:00:00						
35. Úklid										0:00:00	0:00:00						
36. Úklid										0:00:00	0:00:00						
37. Úklid										0:00:00	0:00:00						
38. Úklid										0:00:00	0:00:00						
39. Úklid										0:00:00	0:00:00						
40. Úklid										0:00:00	0:00:00						
41. Úklid										0:00:00	0:00:00						
42. Úklid										0:00:00	0:00:00						
43. Úklid										0:00:00	0:00:00						
44. Úklid										0:00:00	0:00:00						
45. Úklid										0:00:00	0:00:00						
46. Úklid										0:00:00	0:00:00						
47. Úklid										0:00:00	0:00:00						
48. Úklid										0:00:00	0:00:00						
49. Úklid										0:00:00	0:00:00						
50. Úklid										0:00:00	0:00:00						

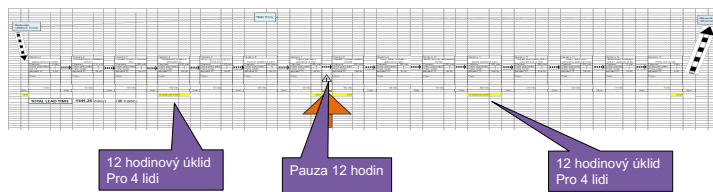
Obrázek 30: Analýza procesu VA/NVA

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

Proto, aby se mohl posoudit vliv x1 jakožto možné kořenové příčiny, využije se k tomuto kroku VSM mapa procesu. Viz obrázek č. 31. X říká, že je proces dlouhý. Z analýzy procesu tedy jednoznačně vyplývá, že délka procesu je potvrzeným x. Standardně proces trvá 96 hodin, což je pro 4 pracovníky 24 hodin čistého času. Jenže jak je vidět z VSM, tak proces netrvá 24 hodin, ale o 12 hodin více, jelikož se neuklízí na směny. Tudíž úklid probíhá jeden den 12 hodin, pak je 12 hodin pauza a následně pokračuje úklid dalších 12 hodin. Celkem je tedy box v nepoužitelném stavu 36 hodin. Tudíž se dá říct, že x1 je potvrzená kořenová příčina.

Analýza VSM

IDENTIFIKACE X1 – ROZSAH ÚKLIDU



Jak vidíme z VSM tak kompletní úklid blokuje box na 36 hodin (12 hodin úklid + 12 pauza mezi směnami + 12 hodin úklid). Nelze v něm vykonávat jinou činnost, než úklid.

Nedostatek lidí na postavení 2 směnného provozu znemožňuje provést úklid za 24 hodin.

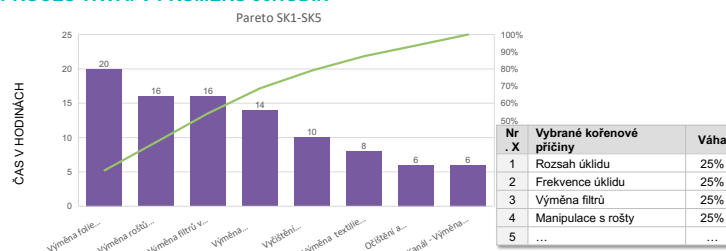
Tato kořenová příčina X1 se potvrdila – Každá prováděná činnost oviivňuje délku úklidu a tím odstavení boxu.

Obrázek 31: Analýza VSM

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

Dalším x, které je podezřelé z toho, že se jedná o kořenovou příčinu je x3 – výměna filtrů a x4 což je manipulace s rošty. Dle grafu v obrázku č. 32 vidíme, že délka procesu výměny filtrů je 16 hodin, dále x4 manipulace s rošty je také 16 hodin. Tím, že se dal proces do grafu tak je vidět, že je tady další adept na kořenovou příčinu, a to výměna fólie. Čas nutný na tento krok je 20 hodin. Musí se tedy zařadit jako krok, který ovlivňuje proces velkou měrou a bude potřeba vymyslet řešení tohoto kroku.

Pareto pro boxy SK1-SK5 PROCES TRVÁ: V PRŮMĚRU 96HODIN



Pareto nám potvrdilo, že naše X3 a X4 jsou procesy, které významně ovlivňují délku úklidu.

Nově identifikované X – výměna fólie.

Výměna fólie antistatik - stěny boxu	20
Výměna roštu podlahalávka	16
Výměna filtrů v celém boxu	16
Výměna podlahové fólie	14
Vyčištění kolejnic, odprašení boxu vysavači	10
Výměna textilie Dirtrap	8
Očištění a přemaskování lávek	6
Kanál - Výměna fólie LDPE	6

Obrázek 32: Pareto diagram

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

Analýza problému označeného jako x2. Tento problém je označený jako chyba ve frekvenci úklidu. Po analýze procesu se zjistilo, že je frekvence na čištění boxů špatně nastavená. Frekvence úklidu brala v potaz pouze harmonogram úklidů, ale ne jejich skutečné zašpinění. Viz obrázek č. 33.

Analýza Frekvence úklidu

IDENTIFIKACE X2 – FREKVENCE ÚKLIDU

Frekvence úklidu byla nastavena dle předpokladu množství výroby, která se v daném roce plánovala. Byl vytvořen plán úklidu, dle požadované kadence a předpokladu zašpinění boxů, která vycházela ze zkušenosti frekvence úklidů na staré lakovně.

Frekvence úklidu nebrala v potaz reálné zašpinění boxů.

Kořenová příčina X2 se potvrdila – frekvence úklidu významně ovlivňuje frekvenci úklidů a tím dostavení boxů.



Obrázek 33: Analýza frekvence úklidu

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

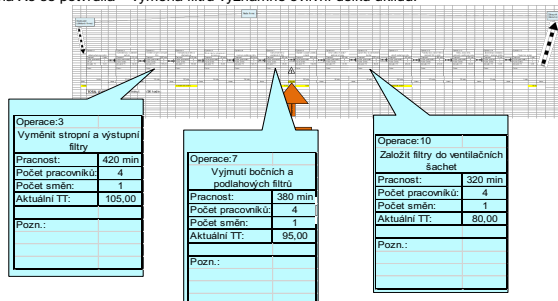
Pro identifikace problému x3 bylo vhodné použít VSM mapu. Na obrázku č. 34 je provedená analýza procesu, respektive z VSM jsou souhrnem spočítané celkové časy na výměnu filtrů. Tato činnost trvá 5760 minut, což je z celkového procesu 20%. Pokud proces trvá takovou dobu, je to potvrzená kořenová příčina. 20 % je opravu hodně z celkového času úklidu.

Analýza pomocí VSM

IDENTIFIKACE X3 - VÝMĚNA FILTRŮ

Jak je vidět v detailu VSM, tak činnost výměny filtrů zabere ve 3 operacích 1120 minut při každém úklidu. Při činnosti, která celkem trvá 5760 minut tj. 20% z celkového času. Je skutečně nutné tuto činnost vykonávat při každém úklidu?

Kořenová příčina X3 se potvrdila – výměna filtrů významně ovlivní délku úklidu.



Obrázek 34: Analýza pomocí VSM

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

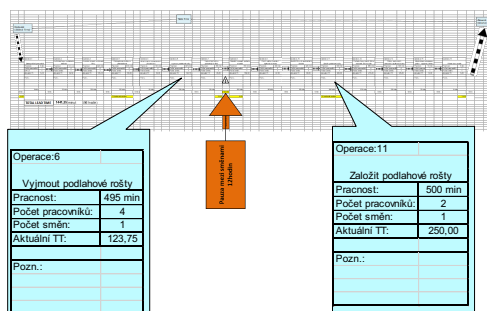
Pro potvrzení kořenové příčiny č. 4, tj. pro manipulaci s rošty byla opět použita VSM. Zde je vidět časová náročnost a to 5 760 minut což je 22,5 % z celkového procesu. Tudíž je toto x také potvrzeno a je potřeba se na toto x blíže zaměřit. Viz obrázek č. 35.

Analýza pomocí VSM

IDENTIFIKACE X4 - MANIPULACE S ROŠTY

Manipulace s rošty je prováděna ve 2 krocích o celkovém času 1295 minut. To znamená, že z celkového času 5760 minut činí 22,5% manipulace s rošty (pod manipulací s rošty si musíme představit, nejenom jejich vyjmutí, ale i odvoz na jinou halu, kde se očistí a následný převoz zpět a založení v boxu.)

Kořenová příčina X4 se potvrdila – manipulace s rošty významně ovlivní délku úklidu.



Obrázek 35: Analýza pomocí VSM

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

Souhrn analýzy kořenových příčin potvrdil všechny podezřelé kořenové příčiny. Viz dle textu výše byly potvrzeny příčiny:

- Rozsah úklidu
- Frekvence úklidu
- Výměna filtrů
- Manipulace s rošty

Dále analýza ukázala nové, dříve neidentifikované kořenové příčiny. Jedná se o:

- Výměna fólie
- Vysátí kolejnic a boxu.

Zajímavé zjištění bylo u procesu „vysátí kolejnic a boxu“. Obrázek č. 36. Pracovníci úklidové firmy používali pouze jeden vysavač. Ten druhý byl uklizený ve skladu a nepoužíval se. Tím, že se začal používat druhý vysavač, tak se proces podstatně zkrátil. Na základě této rychlé akce se tato kořenová příčina rychle odstranila.

Analýza - souhrn

ZHODNOCENÍ VŠECH X

Během analýzy se potvrdili všechna identifikovaná X.

Nr. X	Vybrané kořenové příčiny	Potvrzeno
1	Rozsah úklidu	✓
2	Frekvence úklidu	✓
3	Výměna filtrů	✓
4	Manipulace s rošty	✓
5	...	...

Dokonce jsme objevili další X a to :

- Výměna fólie – výměn fólie v celém boxu až ke stropu zabírá hodně z úklidového času – **nové X – X5**
- Vysátí kolejnic a boxu. (ověřením se zjistilo, že pracovníci nepoužívali oba dostupné vysavače – druhý byl uklizený ve skladu)

Obrázek 36: Analýza - souhrn

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

3.4 Zlepšení procesu

Na základě analýzy procesu se doporučuje zaměřit na to, jak proces zlepšit a jak docílit požadovaného cíle. Pro generování nápadů, jak odstranit kořenové příčiny byla použita metoda Brainstorming.

Při Brainstormingu byly generovány nápady, jak vyřešit kořenové příčiny, které byly identifikovány. Jednalo se o:

- Snížení četnosti výměny filtrů
- Přeskupení činností u úklidu
- Vytvořit etalon čistoty
- Ochránit rošty před znečištěním
- Použít další sadu roštů na výměnu a tím nezdržovat proces úklidu
- Vynechat některé činnosti
- Dát více vrstev fólií pro snazší úklid – špinavá se strhne a nalepí nová
- Použít se levnější materiály na úklid
- Lépe zaškolit lidi na úklid
- Použít levnější filtry
- Nedělat celý úklid, uklidit jen špinavé části

- Rozdělit úklid na úseky/ dny

Jak je vidět, Brainstorming vygeneroval spoustu nápadů, jak vyřešit kořenové příčiny.

Generování nápadů

Brainstorming – jak odstranit kořenové příčiny



Obrázek 37: Generování nápadů

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

Tak, aby nápady vygenerované při Brainstormingu dávaly smysl, musí se použít metoda Afinita. Viz obrázek č. 37. V podstatě se jedná o setřídění vygenerovaných nápadů do jednotlivých skupin. Tzn., že nápady se roztřídí podle toho, čeho se týkají.

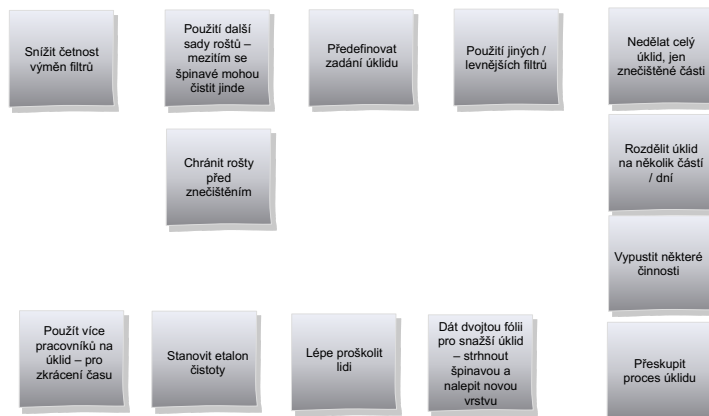
Pro tento případ byly vygenerovány tyto oblasti:

- Úprava procesu
- Materiál
- Lidé
- Zadání
- Ostatní

Viz obrázek č. 38.

Generování nápadů – Afinity

Setřídít vybrané nápady

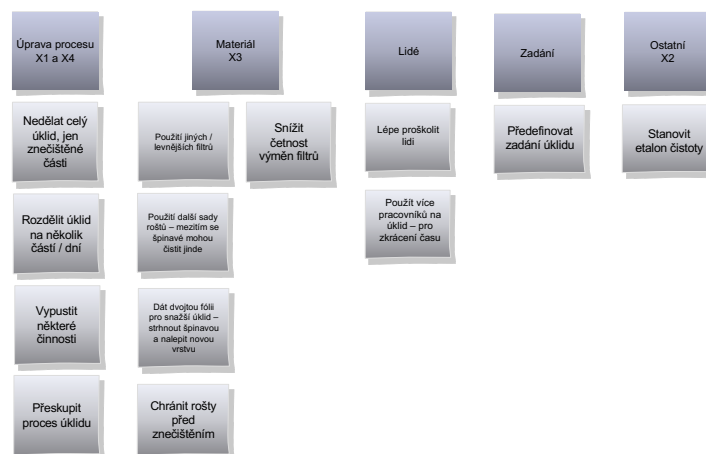


Obrázek 38: Afinity – generování nápadů

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

Generování nápadů – Afinity

Setřídít vybrané nápady – přiřazení X k jednotlivým nápadům.



Obrázek 39: Setřídění do skupin – Afinity

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

Na základě výsledků Brainstormingu a na základě rozhodnutí týmu byly identifikovány tyto oblasti ke zlepšení. Viz obrázek č. 40.

- Úprava procesu úklidu – přeskupení činností, vynechání činností.
- Ověření materiálu – nákladová stránka.
- Použití více pracovníků na úklid – náklady vs. zkrácení času úklidu.
- Vytvoření etalonu čistoty pro identifikaci nutnosti úklidu v boxech.

Oblasti ke zlepšení

SEZNAM OBECNÝCH ZLEPŠENÍ A PROVÁZÁNÍ S X

ZLEPŠENÍ č.1 X1, X5	▪ Úprava procesu úklidu – přeskupení činností / vynechání činností
ZLEPŠENÍ č.2 X3, X4	▪ Ověření materiálu – náhrady za levnější, životnost
ZLEPŠENÍ č.3 X1	▪ Použití více lidí
ZLEPŠENÍ č.4 X2	▪ Vytvořit etalon čistoty

Obrázek 40: Vybrání oblastí ke zlepšení

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

3.4.1 Zlepšení č.1

Toto zlepšení se týká procesu úklidu. Viz obrázek č. 41. Je tedy potřeba zhodnotit jednotlivé kroky úklidu a provést jejich úpravu, případně další zhodnocení činností, které je nutné udělat. Při tomto kroku bylo zjištěno, že proces jako takový se dá upravit.

Při přípravě řešení a kontroly celého procesu byly identifikovány činnosti, které se nemusí dělat při každém úklidu. Bylo zjištěno, že zanesení filtrů a znečištění roštů není tak velké, aby bylo nutné je měnit při každém úklidu.

Dalším nálezem bylo, že není nutné měnit fólie na celých bocích boxu od země až ke stropu, ale rozdělit výšku boxu na 3 m od země a zbytek ke stropu. Díky pozorování se zjistilo, že nejvíce se špiní část do 3 metrů od země.

Je nutné také identifikovat rizika, která jsou spojená s úpravou úklidu, která mají podstatný vliv na kvalitu povrchové úpravy – laku vozu. Přímá rizika, která jsou s tímto spojená, jsou: vzít v potaz zanesenost filtrů – zvláště stropních, kdy odsávaný vzduch odchází i s nečistotami. Pokud se filtry nevymění v čas, začnou usazeniny nečistot z těchto filtrů padat přímo na vůz v boxu a tím způsobit nečistoty v laku. Toto způsobí NCR (non conformity cost) čili vícenáklady na opravu laku a další nutné odstavení boxu kvůli výměně filtrů.

Jako hlavním výstupem bylo vytvoření nové procesní mapy s upraveným úklidem pro pravidelný úklid. Jako optimální se jevílo nastavení úklidu na 8+4. Tzn., že je během roku provedeno 8 malých úklidů a 4 velké úklidy.

Zlepšení č. 1

X1 a X5	Úprava procesu úklidu	
----------------	------------------------------	--

ZLEPŠENÍ – POPIS

- Úprava postupu prací – nová procesní mapa, změna operce pro úklid stěn boxů
- Zhodnotit / upravit postup při vynechání operací

DOPAD

- Snížení času úklidu. Snížení nákladů na úklid.

RIZIKA

- Riziko neadekvátního úklidu. Přímý vliv na kvalitu.
- Hrozba dodatečných nákladů na úpravy nástřiků.

KDO A KDY:

- Josef Vícha – 1.10.2020

Obrázek 41: Zlepšení č.1

Zdroj: Vlastní zpracování

3.4.2 Zlepšení č.2

Ve zlepšení č.2 (obrázek č. 42) se ověřovala možnost náhrady filtrů za jiné (levnější), ověření životnosti a možnost zakrytí roštů v podlaze.

Ověřením se zjistilo, že není možné zakrýt filtry, které se nacházejí pod rošty v podlaze. Kdyby se rošty zakryly, změnila by se cirkulace vzduchu v boxu a způsobila by se špatnou funkci cirkulace vzduchu v boxu. Tím by byla ovlivněna kvalita těkání a schnutí laku.

Při ověřování možnosti výměny filtrů za jiný typ / druh se zjistilo, že je nutné brát v úvahu specifikace výrobce boxu. Tam je přesně stanoveno, jakou mají mít filtry propustnost a další technické parametry. Tím bylo ověřeno, že filtry, které se používají, jsou nejvhodnější a nejlevnější variantou.

Zlepšení č. 2

X2 a X4 Ověření materiálu – náhrad a použitelnosti

ZLEPŠENÍ – POPIS

- Ověření použití jiných filtrů
- Ověření životnosti filtrů
- Ověřit možnost zakrytí mříží – **nelze použít** – filtry se nachází pod rohožemi. Zajišťují správnou cirkulaci vzduchu a odtahu vzduchu



DOPAD

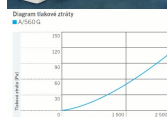
- Možná úspora při použití jiných filtrů.

RIZIKA

- Výměnou za jiné filtry může dojít ke snížení účinnosti filtrace.

KDO A KDY:

- Radek Bárta – 11.09.2020



Obrázek 42: Zlepšení č.2

Zdroj: Vlastní zpracování

3.4.3 Zlepšení č.3

Ve zlepšení č. 3 (obrázek č. 43) se tým zabýval možností, respektive optimalizací počtu pracovníků při úklidu. Jako nejvhodnější se jeví varianta se 4 pracovníky. Tím je zajištěna maximální výkonnosti lidí a zároveň jejich bezpečnost. Pokud bude při úklidu více lidí, hrozí neefektivnost některých pracovníků při určitých činnostech.

Zlepšení č. 3

X1 Použití více lidí

ZLEPŠENÍ – POPIS

- Pro zkrácení doby úklidu lze využít více lidí

DOPAD

- Zkrátí se doba, po kterou bude box mimo provoz

RIZIKA

- Přidáním více lidí, hrozí nárůst nákladů a neefektivnosti lidí.

KDO A KDY:

- Radek Bárta 1.10.2020



Obrázek 43: Zlepšení č.3

Zdroj: Vlastní zpracování

3.4.4 Zlepšení č.4

V tomto zlepšení se vytvořil Etalon čistoty (obrázek č. 44), který pomáhá týmu určovat, kdy by se měl provést jaký úklid. Je to návod, jak pomocí jednoduchých kroků zkontrolovat stav boxu a nutnost úklidu. Respektive pomáhá identifikovat nutnost provést velký nebo malý úklid. Tento krok je navázán na novou procesní mapu a vizuální identifikaci rozpoznání zašpinění boxu.

Cílem tohoto zlepšení je:

- Zajistit snížení četnosti úklidu – tím snížit náklady.
- Zamezit možnosti znečištění vozu při lakovací operaci kvůli snadnému rozpoznání zašpinění boxu – tím snížit náklady na NCR.

Zlepšení č. 4

X2 Vytvořit etalon čistoty

ZLEPŠENÍ – POPIS

- Etalon čistoty nám řekne kdy je správný čas na úklid boxu

DOPAD


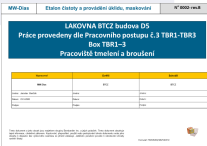
- Snížení četnosti úklidu

RIZIKA

- Špatně nastavený etalon může způsobit přílišné zanesení filtrů a tím odstávku boxů. Hrozí dopad na kvalitu nástřiků.

KDO A KDY:

- Lukáš Neudert – 1.11.2020



Obrázek 44: Zlepšení č.4

Zdroj: Vlastní zpracování

3.4.5 Popis změny procesu

Porovnání změn procesu a stavu před a po provedení zlepšení. Viz obrázek č. 45.

Máme zde 4 zlepšení, která byla vytvořena na základě 4 identifikovaných problémů.

- Upravil se úklidový proces podle činností a logičnosti procesu

- Vytvořily se 2 typy úklidů a to kratší a původní. Kratší úklid bude použit pro běžný úklid pro častější cyklus a původní zůstane pro velký úklid.
- Vytvoření Etalonu čistoty pro jednoduchou identifikaci nutnosti úklidu, tudíž úklid bude odvislý více od vytíženosti boxu než od naplánovaného úklidu.
- Počet lidí je kritický pro délku úklidu. Náklady na lidskou sílu navíc jsou v porovnání s náklady na nevyužití boxu zanedbatelné.

Popis změny procesu

ÚKLID BOXU SK1-SK5

	Současný stav	Vylepšený stav
Zlepšení A	Proces úklidu dle procesní mapy	Úprava procesu dle činností.
Zlepšení B	Proces úklidu dle procesní mapy	Vynechání některých operací při běžném úklidu
Zlepšení C	Proces bez etalonu čistoty	Proces s etalonem čistoty
Zlepšení D	Úklid bez přidání lidí	Úklid s přidáním lidí

Obrázek 45: Popis změny procesu

Zdroj: Vlastní zpracování

3.4.6 Popis změny procesu – přínosy vs. náklady

Pro každé Zlepšení A-D je zhodnocení, jaký přinesou přínos a kolik každé zlepšení bude stát. Viz obrázek č. 46.

Zlepšení A – Pokud se poměří, jakým způsobem se může být provedena změna, tak toto zlepšení je nejjednodušší na provedení, respektive úpravu. Jediným nákladem je zaškolení lidí na nový proces.

Zlepšení B – díky tomuto zlepšení se provedlo rozdělení procesu na velký a malý úklid. Náklady na tento krok jsou také minimální. Je snadné tento krok zavést s tím, že se musí upravit plán úklidu.

Zlepšení C – Vytvoření Etalonu čistoty bude časově náročnější a zabere více zdrojů. Jeho přínosem však je jednoznačná identifikace, kdy má být box uklizen.

Zlepšení D – Přidáním více lidí nepřinese kýžený přínos a úklid sice bude kratší, ale ne o tolik, aby se vyplatilo dát na úklid 6 a více lidí.

Popis změny procesu

ÚKLID BOXU SK1-SK5 – NÁROČNOST ZMĚNY – PŘÍNOSY VS. NÁKLADY

	Současný stav	Vylepšený stav	Hodnocení přínosů vs nákladů
Zlepšení A	Proces úklidu dle procesní mapy	Úprava procesu dle činností.	Jednoduchá úprava procesu – nutné zaškolení lidí na nový proces
Zlepšení B	Proces úklidu dle procesní mapy	Vynechání některých operací při běžném úklidu	Rozdělení procesu na velký a malý úklid. Minimální náklady. Snadné zavést. Nutné zavést plán úklidu pro 2 varianty.
Zlepšení C	Proces bez etalonu čistoty	Proces s etalonem čistoty	Pomůže pro identifikaci, kdy má být box vyčištěn. Časově náročnější. Nutné dedikovat osobu na tento úkol.
Zlepšení D	Úklid bez přidání lidí	Úklid s větším počtem lidí	Nejnákladnější varianta. Efekt bude minimální.

Obrázek 46: Změna procesu

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

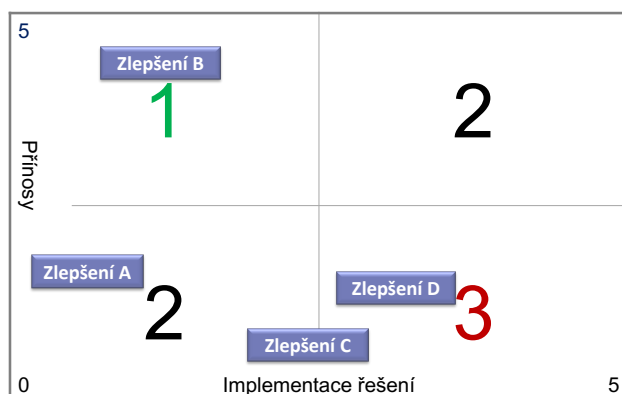
3.4.7 Matice přínosů

Jedná se o grafické vyjádření toho, jaké akce budou neúčinnější s co nejnižšími náklady.

Obrázek č. 47.

Na základě rozhodnutí týmu se nejdříve implementují Zlepšení A + B. Tato zlepšení přinese nejmarkantnější přínos s nejmenšími náklady. Zlepšení C + D bude provedeno souběžně. Jelikož jsou časově náročnější a vyžadují více zdrojů, bude potřeba více času na implementaci.

Matice přínosů a úsilí



Tým se rozhodl pro implementaci řešení B + A. Kombinací obou variant dojde k nejmarkantnějšímu zlepšení při minimálních nákladech.

Obrázek 47: Matice přínosů a úsilí

Zdroj: Vlastní dle metodologie Six Sigma

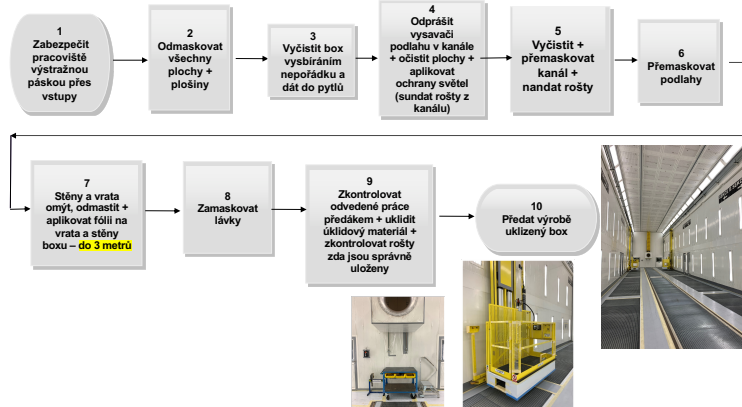
3.4.8 Procesní mapa po úpravě procesu – tzv. malý úklid

Po provedení úpravy se proces stal méně krokový (obrázek č. 48) a tudíž méně časově náročný. Kroky, které je nutné provést při úklidu, jsou následující:

- Zabezpečit pracoviště tak, aby nemohla do boxu nepovolaná osoba
- Odmaskovat všechny plocha + plošiny
- Vyčistit box vysbíráním hrubých nečistot, které se uklidí do připravených pytlů
- Sundat mříže z kanálu, odprášit podlahu, kanál a ostatní plochy. Aplikovat ochranu na světla v kanálu
- Vyčistit a přemaskovat kanál, nandat rošty na kanál
- Přemaskovat podlahy – položit novou folii
- Stěny a vrata omýt, odmastit a aplikovat fólii na vrata a stěny boxu. Nyní se maskují stěny jen do 3 m.
- Zamaskovat lávky
- Zkontrolovat provedení úklid, odnést úklidové prostředky a zkontrolovat správné uložení roštů
- Předat výrobě uklizený box

Procesní mapa po úpravě procesu

PROCES UKLÍZENÍ BOXŮ SK1-SK5 S VYNECHANÝMI OPERACEMI + ÚPRAVA PROCESU



Obrázek 48: Nová procesní mapa

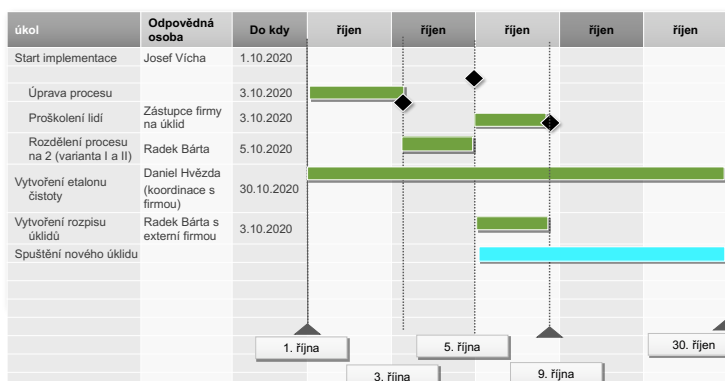
Zdroj: Vlastní dle metologie Six Sigma

3.4.9 Implementační plán

Aby bylo možné změny uvést do života, je nutné postavit implementační plán. Viz obrázek č. 49. Pro tento krok tým postavil Gantův diagram s akcemi, které je potřeba udělat. Jak je vidět z grafu, tak některé činnosti jsou vázány na jiné, a proto je nutné dodržet časový plán.

Implementační plán

AKČNÍ PLÁN PRO IMPLEMENTACI ZMĚN



Obrázek 49: Implementační plán

Zdroj: Vlastní dle metologie Six Sigma

3.5 Kontrola procesu

Po zavedení všech kroků a akcí se v této fázi zaměřuje na kontrolu zavedení nového procesu a na stabilitu nového procesu. Bude nutné provést nové náměry celého procesu a zhodnotit jeho přínos, respektive musí se ověřit, zda opatření pomohla splnit zadání projektu.

Po provedení náměrů se data vložili do Minitabu. Výsledný graf (obrázek č. 50) ukazuje, jak se proces chová po zavedení opatření.

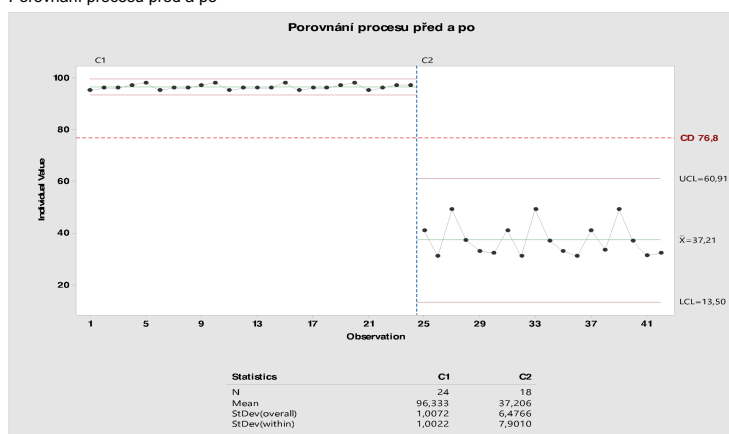
Měl být splněn cíl snížení hodin. Tento cíl byl 76:48 hodin. Podařilo se dosáhnout průměrné doby úklidu na 37:22 hodin. Tím byl cíl splněn, respektive přeplněn. Po důkladné analýze grafu je zde vidět, že je zde velký rozptyl časů od cca 30 hodin až po 48 hodin. Bylo nutné identifikovat, proč došlo k tak širokému rozptylu. Při bližším zkoumání bylo zjištěno, že některé boxy jsou více zašpiněné a že procesy:

- Úklid kolejí, vysátí očištění.
- Úklid celého kanálu.

trvají déle. Důvod byl jednoduchý. V některých boxech, respektive v boxech SK2 a SK3 se stříká s materiálem, který způsobuje větší zašpinění a tím je potřeba delší čas na očištění.

Control Chart

Porovnání procesů před a po



Obrázek 50: Control Chart

Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma – Minitab

Pro zhodnocení stavu úklidů před a po byl použit graf s Boxploty. Viz obrázek č. 51. Původní úklid se pohyboval v průměru za 96 hodin. Po zavedení nového procesu se velký úklid zkrátil v průměru na 37:22 hodin a malý úklid se pohybuje v průměru za 32:42 hodin. Pro ujasnění velký úklid je úklid, kde se mění všechny filtry. Malý úklid je úklid, kde se nemění filtry.

Box Plot

Porovnání procesů před a po zavedení opatření



Obrázek 51: Porovnání procesů – před a po – Boxplot graf

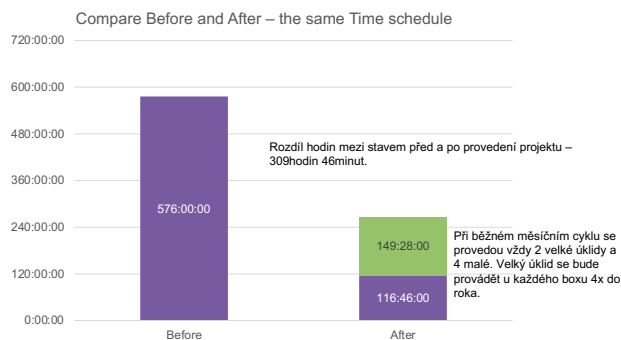
Zdroj: Vlastní zpracování dle metodologie Six Sigma

K posouzení vlivu změny na úklidy, respektive na proces úklidu, na delší časový interval, se připravil Sloupcový graf (obrázek č. 52) s měsíčními hodnotami.

Dříve úklidy boxů SK1-SK5 + SKR zabrali měsíčně 576 hodin. Po úpravě procesu byly časy 266:14 hodin. Výsledkem je úspora času v hodnotě 309:46 hodin při zachování kvality čistoty boxů pro lakování.

Sloupcový graf

Hodnotové vyjádření před a po úpravě – měsíční cyklus



Obrázek 52: Před a po – měsíční cyklus

Zdroj: Vlastní zpracování

4. Vyhodnocení projektu

Tento Six Sigma projekt provedený na optimalizaci čas a nákladů na úklid v nové lakovně můžeme hodnotit velice kladně. Výsledky, kterých bylo dosaženo, předčily zadání. Přehledně se podařilo popsat nejenom proces, ale i najít anomálie, které proces prodlužovaly a prodražovaly.

Celkově bylo dosaženo úspory 7 460 204,-Kč. V hodinách bylo ušetřeno 3 717 hodin, kdy nejsou boxy zabrány pro úklid, ale mohla se v nich vykonávat výrobní činnost. Korunové vyjádření bylo 776 853,-Kč. Zatímco na materiálu se ušetřilo 6 683 351,-Kč. Všechny uvedené hodnoty jsou bez DPH.

Ve společnosti Bombardier Transportation byla metodika Six Sigma plně zavedena jako trvalý nástroj neustálého zlepšování. Tento nástroj nejvíce využívají pracovníci oddělení Performance. Pracovníci tohoto oddělení využívají nejenom nástroje Six Sigma, ale i metodiky Lean. Vždy je nutné posoudit, o jaký projekt se jedná, aby bylo možno použití vhodných technik pro jeho řešení. V každé fázi byly použity nástroje, které pomohly danou fázi zdárně posoudit a zanalyzovat. To je jeden z hlavních kroků pro úspěšné splnění projektu. Za každým úspěšným projektem je potřeba hledat zainteresovaný řešitelský tým v čele s vedoucím projektu.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo použití metodiky Six Sigma na projekt zabývající se délkou úklidů a jejich finanční náročností v nové lakovně. Tento projekt byl proveden ve firmě Bombardier Transportation. V této diplomové práci jsou nejprve popsána teoretická východiska spojená s principy Lean a Six Sigma. Každý nástroj byl popsán a vysvětlen. Byl použit systém řešení problému DMAIC, který je součástí Six Sigma.

Následně byly popsané nástroje použity v praktické části na řešený problém. Bylo potřeba, aby nástroje Six Sigma pomohly vyřešit velkou časovou náročnost úklidů lakovacích boxů v nové lakovně. S tím souvisel i další cíl, a to snížit náklady na dané úklidy o přesně stanovenou hodnotu. Autor diplomové práce vedl tým lidí, kteří se podíleli na řešení zadaného úkolu. Bylo nutné odřídit celý proces tak aby vedl k řešení a úspěšnému ukončení. Díky úspěšnému použití nástrojů Six Sigma bylo dosaženo snížení času na úklid z 96 hodin pro lakovací box a 130 hodin u boxu se stříkacím robotem na průměrný čas pro velký úklid s filtry na 37 hodin a bez filtrů na 32 hodin jak pro lakovací boxy, tak i pro robotický box. Na tento náročný úkol byl stanoven časový limit, a to od 5.6.2020 do 30.12.2020. Standardně se pro projekty tohoto rozsahu dává 6 měsíců. Tj. na kompletní provedení celého projektu včetně implementace a ověřeného zavedení.

Řešený problém zapříčiňoval nejenom velké náklady, ale i blokoval boxy pro další činnosti. Proto bylo nutné projekt provést s co největším důrazem na výsledek, tzn. nejenom splnit cíl ale pokud možno i cíl přeplnit a uvolnit tím kapacitu boxů pro výrobní činnost. Nutno podotknout, že cíl se podařilo přeplnit a tím i uvolnit ruce výrobě. Tento projekt poskytl výrobě o 309 hodin měsíčně více pro výrobní účely. Na tomto projektu je vidět, jak správně použitá metodika Six Sigma je schopna pomoci i s jinými procesy, nejenom s výrobními. Důraz na školení Lean Six Sigma by měl být součástí každého podniku, který chce být úspěšný v konkurenčním prostředí.

Seznam použité literatury

AARTSENGEL, Aristide van a Selahattin KURTOGLU, 2013. *Handbook on continuous improvement transformation: the lean six sigma Framework and systemactic methodology for implementation*. New York: Springer. ISBN 978-364-2359-002.

CROLL, Alistair a Benjamin YOSKOVITZ, 2016. *Lean analýza: využijte data k rychlejšímu vybudování lepšího startupu*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0507-5.

GEORGE, Michael L., Dave ROWLANDS a Bill KASTLE, c2005. *Co je Lean Six Sigma?*. Brno: SC&C Partner. ISBN 80-239-5172-6.

GYGI, Craig, Bruce WILLIAMS a Stephen R. COVEY, 2012. *Six Sigma For Dummies*. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-1-118-12035-4.

JANÍČEK, Přemysl a Jiří MAREK, 2013. *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4127-7.

KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta, 2011. *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2524-3.

KUPKA, Karel, 2001. *Statistické řízení jakosti*. 3. vyd. Pardubice: TriloByte. ISBN: 80-238-1818-X.

LHOTÁK, Martin, 2002. *Zavádíme metodu Six Sigma*. Brno: TwinsCom. ISBN 80-238-9289-4.

MYERSON, Paul, 2012. *Lean supply chain and logistics management*. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-176626-5.

PANDE, Peter S., Robert P. NEUMAN a Roland R. CAVANAGH, 2002. *Zavádíme metodu Six Sigma, aneb, Jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti*. Brno: TwinsCom. ISBN 80-238-9289-4.

RUSSELL-WALLING, Edward, 2012. *Management: 50 myšlenek, které musíte znát*. Praha: Slovart. ISBN 978-80-7391-605-3.

ŘEZÁČ, Jaromír, 2009. *Moderní management: manažer pro 21. století*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1959-4.

SHANKAR, Rama, 2009. *Process Improvement Using Six Sigma: A DMAIC Guide*. Milwaukee: American Society for Quality, Quality Press. ISBN 978-087389-752-5.

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

TÖPFER, Armin, 2008. *Six Sigma: koncepce a příklady pro řízení bez chyb*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1766-8.

WALKER, H. Fred, 2012, *The certified quality inspector handbook*. 2nd de. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press. ISBN 978-087-3898-454.

Determinate the Root Cause: 5 Whys, 2000-2021. In: iSixSigma [online]. Česká Lípa [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://www.isixsigma.com/tools-templates/cause-effect/determinate-root-cause-5-whys/>

Metoda „6 Sigma“, 2003-2021. In: MITCalc [online]. Česká Lípa [cit. 2021-03-05]. Dostupný z: <https://mitcalc.com/doc/tolanalysis1d/help/cz/tolanalysis1d.html>.

ALJABR, A., KAPANOWSKI, G. and BENSON, B.B., 2020. Boston: ProQuest [online]. Česká Lípa [cit. 2021-07-21]. Dostupné z: <https://www.proquest.com/magazines/lean-six-sigma-cost-management-methods-creating/docview/2469845498/se-2?accountid=17116>

Svět produktivity, 2012. *DMAIC – Model řízení Six Sigma projektu* [online]. Svět produktivity Česká Lípa [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/DMAIC-Model-řízení-Six-Sigma-projektu.htm>