

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: 6208R088 Podniková ekonomika a management
provozu

Aplikace metody DMAIC ve výrobní společnosti

Diplomová práce

Lucie ŘÁHOVÁ

Vedoucí práce: Ing. David Holman, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracovala samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídila vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnici OS.17.10 Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědoma, že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35, odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne

Děkuji Ing. Davidu Holmanovi, Ph.D., za odborné vedení závěrečné práce, poskytování rad a informačních podkladů.

Obsah

Úvod.....	7
1 Zlepšování podnikových procesů.....	8
1.1 Historie zlepšování podnikových procesů	8
2 DMAIC metoda	10
2.1 Lean Manufacturing.....	11
2.2 Six Sigma	13
2.3 Define fáze	14
2.4 Measure fáze	19
2.5 Analyse fáze.....	26
2.6 Improve fáze	30
2.7 Control fáze.....	31
3 Představení společnosti a aktuálního stavu.....	32
3.1 Představení společnosti John Cockerill CZ, s.r.o.	32
3.2 Aktuální stav procesu dodávání zakázek do termínu dodání	37
4 Aplikace metody DMAIC na problém dodávání zakázek po termínu	39
4.1 Návrh optimalizace problému dodávání zakázek po termínu	39
4.2 Zhodnocení přínosů předloženého návrhu.....	62
Závěr	64
Seznam literatury	66
Seznam obrázků a tabulek.....	69
Seznam příloh	71

Seznam použitých zkratk a symbolů

COPQ	Cost of Poor Quality (Náklady na nekvalitu)
CTQ	Critical to Quality (Kritické parametry)
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve, Controle (Definuj, Měř, Analyzuj, Zlepšuj, Kontroluj)
DPMO	Defects per Million Opportunities (Počet vad na milión příležitostí k vadě)
KPI	Key Performace Indikator (Ukazatel výkonnosti nebo klíčové metriky)
NVA	No Value Added (Činnost nepřidávající hodnotu)
PDCA	Plan, Do, Check, Act (Naplánuj, Proved', Ověř, Jedne)
RFQ	Request for Quotation (Žádost o nabídku)
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Customer (Dodavatel, Vstup, Proces, Výstup, Zákazník)
VA	Value Added (Činnost s přidanou hodnotou)
VE	Essential Non Value Added (Činnost nutná, ale nepřidávající hodnotu)
VOC	Voice of Customer (Hlas zákazníka)
VSM	Value Stream Map (Mapování hodnotového toku)

Úvod

Zlepšování podnikových procesů, hledání úspor a snižování nákladů bez dalších investic do nového zařízení či dalších zaměstnanců je jedním z nejdůležitějších cílů firem. Tato opatření jsou nutná pro zlepšení konkurenční pozice firmy v turbulentně se měnícím tržním prostředí. Společnosti se snaží vyrábět více, rychleji a levněji, aby si udržely svou pozici na trhu a své zákazníky.

Většina společností má však neefektivně nastavené procesy a zabývá se činnostmi, které nepřidávají žádnou hodnotu, a tak svých cílů dosahuje jen těžko. Kritickým bodem, proč se společností nedaří zlepšit své procesy, je to, že nepoužívají správné nástroje k odhalení problému, nezapojují správné účastníky procesu, nedefinují přesný a měřitelný cíl zlepšování procesu, nemají čas na sběr dat, nezabývají se analýzou dat nebo jejich návrh řešení nerespektují všichni účastníci procesu. Proto tato diplomová práce představuje metodu DMAIC, která pomáhá zajistit úspěšné dokončení a zlepšování procesů, včetně implementace nového, zlepšeného procesu.

Téma aplikace metody DMAIC ve výrobním podniku bylo vybráno i z toho důvodu, aby se poukázalo na jednoduchost metody DMAIC a na její nástroje, které vedou k ustálenému zlepšování procesu za pomoci všech vlastníků procesu, jichž se změna týká.

Hlavním cílem této diplomové práce je uplatnění metody DMAIC a zlepšení vybraného procesu ve společnosti John Cockerill CZ, s.r.o. Tato metoda je součástí přístupů ke zlepšování podnikových procesů Lean Six Sigma. První kapitola krátce představí historii zlepšování podnikových procesů, včetně důležitých osobností, které přispěly svými myšlenkami a nástroji k nynější podobě metody DMAIC. Druhá kapitola se věnuje metodě DMAIC a popisu všech nástrojů v jednotlivých fázích této metody. V praktické části bude představena společnost John Cockerill CZ, s.r.o., bude popsán problém, se kterým se tato společnost potýkala, a ke zlepšení řešení tohoto problému budou použity nástroje popsané v teoretické části. Na závěr praktické části bude vyhodnoceno použití metody DMAIC a zlepšení procesu.

1 Zlepšování podnikových procesů

Zlepšování podnikových procesů je činnost zaměřující se na postupné zvyšování kvality a produktivity a na eliminaci neproduktivních činností a nákladů. Zlepšování podnikových procesů identifikuje operace, které mohou být vylepšeny, a tímto způsobem zajištěn hladší průběh procesu a větší efektivita. Zlepšování procesů není z pohledu historie ničím novým, je mnohem starší než samotná metodologie Lean a Six Sigma. Před představením metody DMAIC bude v následující podkapitole krátce zmíněna historie zlepšování podnikových procesů.

1.1 Historie zlepšování podnikových procesů

V několika publikacích se můžeme dočíst o počátcích Lean Six Sigma v 80. letech 20. století, kdy se spojily dohromady praktiky Lean a Six Sigma. Metodologie Lean Six Sigma ale existovala už v 18. století, konkrétně byla zaznamenána v roce 1733, kdy Abraham de Moivre a Pierre-Simon Laplace představili teorii pravděpodobnosti a normální rozdělení. Tyto koncepty použil koncem 18. století Elie Whitney, když potřeboval vyrobit 10 000 mušket pro armádu Spojených států amerických. Whitney neměl s výrobou zbraní žádnou zkušenost, ale začal s výrobou zaměnitelných dílů, které si byly navzájem natolik podobné, že všechny pasovaly do sestavy a odpovídaly rozměrům včetně jejich odchylek. Whitney porovnával naměřené hodnoty se specifikací a díly, které se odchylovaly o více než povolenou odchylku, byly vyřazeny. Whitney používal měřitelná data k analýze a ke zlepšení procesů. Výsledky analýz a nalezení příčin variability mu pomohly vyrábět rychleji a s lepší kvalitou.

Ostatní výrobci se myšlenkou Elie Whitneye inspirovali a začali měřit a analyzovat, aby vylepšili své produkty a procesy. To dalo vzniknout několika dalším teoriím, jak ještě více vylepšit procesy a jak tento systém zlepšování co nejlépe využít. Jedna z teorií, která položila silné základy pro Lean Six Sigma, je popsána v knize z roku 1911 „Principle of Scientific Management“, česky „Principy vědeckého řízení“, jejímž autorem je Frederick Winslow Taylor. Tato teorie využívá vědeckých metod k determinaci řízení výroby. Taylor říká, že existují čtyři principy vědeckého řízení, které je třeba dodržovat:

1. Nahradit pravidlo osahání práce za metodu založenou na vědeckém studiu úkolu.

2. Vědecky zvolit, trénovat a rozvíjet každého zaměstnance je lepší, než je nechat, aby se v oboru zdokonalovali sami.
3. Poskytnout podrobné instrukce a dozor nad každým pracovníkem při vykonávání jeho úkolu.
4. Rozdělit práci téměř rovným dílem mezi manažery a zaměstnance tak, aby manažeři aplikovali principy managementu na plánování práce a pracovníci skutečně vykonávali tyto úkoly.

Taylor patřil mezi jedny z největších osobností své doby. Snažil se eliminovat všechny zbytečné pohyby u svých dělníků a nalézt nejefektivnější procesy. Kládl důraz na normování a ergonomii pracovních pohybů. Jednou z jeho významných myšlenek bylo, že k zachování nejvyššího výkonu musí každý dělník jasně vědět, co a jak dělat, a mít při tom normalizované pomůcky a materiál.

Další důležitou osobností v rámci zlepšování podnikových procesů je Walter Shewhart. Ve 20. letech 19. století byl továrním zaměstnancem, jehož úkolem bylo třídění odpadu a rozdělení tohoto odpadu do čtyř kategorií. Zjistil, že se odpad nejčastěji vyskytuje ve dvou kategoriích. Využil znalostí statistiky a standardizovaných procesů k zajištění, že se bude odpad nacházet pouze v jedné z daných čtyř kategorií – tím se snažil dostat proces pod kontrolu. K dosažení tohoto cíle vyvinul metodu PDCA (Plan-Do-Check-Action), která mu pomáhala zajistit kontinuitu zlepšení procesu až do jeho konce. Metoda PDCA sloužila jako základ pro metodu DMAIC, která je rozšířením Shewhartovy PDCA metody.

Metodologie štíhlé výroby (Lean Manufacturing), která je známá především díky Toyota výrobnímu systému, fakticky začala ještě za dob Henryho Forda. Metodologie Lean popsaná Toyotou je v podstatě rozšířením Fordova principu jednokusové výroby. Tento princip poté použil Shingo a Ohno k rozvinutí a popisu Lean, jak jej známe v současné době (Quick, 2019).

2 DMAIC metoda

Ve druhé kapitole je popsána metoda DMAIC a souvislost této metody s Lean Manufacturing a Six Sigma, jejichž charakteristika tvoří první dvě podkapitoly. Další podkapitoly popisují jednotlivé fáze metody DMAIC – Define, Measure, Analyze, Improve a Control.

„DMAIC představuje strukturovanou metodologii zaměřenou na řešení problémů, která má široké uplatnění v oblasti podnikání.“ (George, 2010, str. 1) Jedná se v podstatě o zdokonalený PDCA cyklus používaný v neustálém zlepšování. Metoda definuje pět fází pro úspěšné zavedení změny nebo k dosažení určitého zlepšení.

Zkratka DMAIC je složena z počátečních písmen jednotlivých fází: Define, Measure, Analyse, Improve, Control. V překladu tyto fáze znamenají: Definuj, Měř, Analyzuj, Zlepši, Kontroluj.

Jednotlivé fáze DMAIC mají své cíle, které vymezují, na jaké činnosti jsou jednotlivé kroky zaměřeny, a nástroje, které se v jednotlivých fázích využívají. Tyto cíle a nástroje jsou znázorněny na obrázku 1.

DEFINUJ	MĚŘ	ANALYZUJ	ZLEPŠUJ	KONTROLUJ
<p>CÍLE</p> <ul style="list-style-type: none"> Pozorování problému a kvantifikace cílů Vymezení rozsahu projektu Alokace zdrojů Sestavení akčního plánu Ustanovení komunikačních potřeb Definice rolí a odpovědnosti Porozumění současnému procesu <p>NÁSTROJE</p> <ul style="list-style-type: none"> Hlas zákazníka – VOC CTQ SIPOC Stakeholder Analysis Project Charter 	<p>CÍLE</p> <ul style="list-style-type: none"> Shromáždění potenciálních problémů Navržení plánu měření Sestavení pracovních definic hledaných údajů Návrh nástrojů měření Sběr a hodnocení dat Ustavení vstupní základny měření <p>NÁSTROJE</p> <ul style="list-style-type: none"> Procesní mapa Procesní způsobilost Value Stream Mapa 5xProč Ishikawa 	<p>CÍLE</p> <ul style="list-style-type: none"> Analýza naměřených údajů Sestavení a ověření hypotéz Hodnocení procesních odchylek Stanovení nejdůležitějších příčin problémů Kvantifikace příležitosti pro zlepšování procesu <p>NÁSTROJE</p> <ul style="list-style-type: none"> Testování hypotéz ANOVA Pareto Regrese Korelace FMEA 	<p>CÍLE</p> <ul style="list-style-type: none"> Sestavení návrhu řešení Vypracování cílového procesního modelu Formulace akčního plánu Identifikace možných rizik Nákladové analýzy a testování Sestavení implementačního plánu změn <p>NÁSTROJE</p> <ul style="list-style-type: none"> Brainstorming Navrhování experimentů Pull/Kanban SMED 	<p>CÍLE</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementace a předání řešení Vypracování plánu řízení procesu Sestavení nástrojů a identifikátorů řízení Sledování a udržování výkonnosti Předání do provozu Shromažďování podkladů pro soustavné zlepšování <p>NÁSTROJE</p> <ul style="list-style-type: none"> Statistické řízení procesu Audit Poka Yoke RACI matice Kaizen team Kontrolní plán

Zdroj: Svozilová, 2011, Quick, 2019

Obrázek 1 – Cíle jednotlivých fází DMAIC

DMAIC je metoda, kterou lze použít i v jiných oblastech, než je výroba, kvalita a logistika. Uplatnění najde i v oborech, jako jsou informační systémy, management, marketing, psychologie – vlastně všude tam, kde je zapotřebí zlepšit stávající stav nebo proces. Metoda DMAIC se používá na problémy, u nichž není zjevné řešení a kořenová příčina. Pokud je problém jednoduchý, s naprosto zřejmým řešením a kořenovou příčinou, jednoduše se kořenová příčina odstraní a implementuje se řešení.

Doporučuje se projít celým procesem DMAIC, zejména pokud je problém složitý a není zjevný problém ani kořenová příčina. Je vhodné projít celým procesem DMAIC tehdy, je-li řešení zřejmé, ale riziko řešení je vysoké. Pokud je proces hodně narušený, metoda DMAIC se naopak neuplatňuje vůbec, neboť je nutné proces znovu přetvořit. V takovém případě metoda DMAIC žádné uplatnění nemá.

Pokud se uživatel rozhodne použít pouze některé z fází DMAIC, je třeba si položit otázku, jakými daty pak bude moci prokázat, že jeho řešení je tím nejlepším, a jak ví, že jeho řešení odstraní cílový problém.

Ve fázích DMAIC se uplatňují nástroje podle typu problémového procesu. Může se jednat o proces, který v sobě zahrnuje několik druhů plýtvání, nebo o proces, který obsahuje defekty a variabilitu. Pokud se snažíme o odstranění plýtvání a zeštíhlení procesu, uplatňují se nástroje pro Lean. Pokud se snažíme odstranit defekty a snížit variabilitu, uplatňují se nástroje pro Six Sigma. V tomto ohledu má Lean Six Sigma spojitost s metodou DMAIC.

Před seznámením s jednotlivými fázemi metody DMAIC bude v následujících podkapitolách popsáno, co je Lean Manufacturing a Six Sigma, aby bylo zřejmé, zda se jedná o problém s plýtváním, či defekty. Po seznámení s Lean Six Sigma budou popsány jednotlivé fáze metody DMAIC a nástroje v jednotlivých fázích.

2.1 Lean Manufacturing

Womack a Jones definují metodologii Lean následovně: *„Lean je sdružením principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobků nebo služeb, jež mají sloužit zákazníkům procesu.“* (Svozilová, 2011, str. 32)

Ačkoliv byla metodologie Lean vyvinuta se zřetelem na zlepšování podnikových procesů v oblasti výroby, často se dnes uplatňuje i v oblasti služeb a administrativy – například hledá-li se možnost rychlejšího vyřízení úvěru v bance či odpověď na otázku, kolik operátorů má být denně přítomno na zákaznické lince, aby zákazník čekal maximálně minutu.

Využívání Lean je přímočaré a podobá se logickému myšlení. Všeobecně se při metodologii Lean vychází z následujících principů (Svozilová, 2011):

1. Hodnotu určuje zákazník.
2. Identifikují se činnosti, které se podílejí na postupném vytváření hodnoty. Proces je sledem kroků, které se na tvorbě hodnoty odrážejí.
3. Procesy se uvádí do pohybu.
4. Řídí se potřebami zákazníků, tj. vyrábí se to, co zákazník chce, a tehdy, kdy si o to řekne.
5. Snažíme se dosáhnout dokonalosti. Snažíme se o snížení nákladů, prostorové náročnosti, chyb a závad a zároveň vytváříme předmět či službu ke spokojenosti zákazníka.

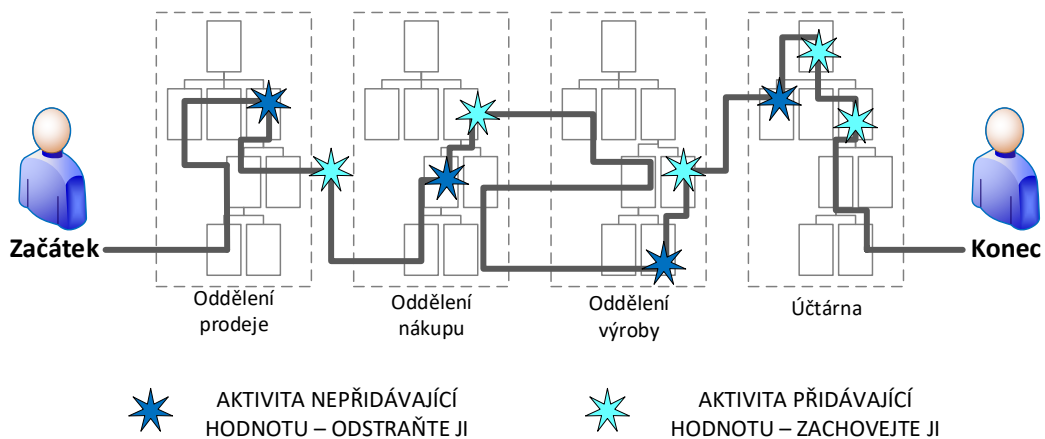
Činnosti, které nepřidávají žádnou hodnotu, jsou odpadními činnostmi (plýtváním) a cílem je tyto činnosti odstranit. Původci plýtvání jsou následující (George, 2010):

1. **Nadprodukce** – např. produkty jsou vyráběny v nadměrném, nepožadovaném množství;
2. **Zbytečné postupy a duplikace** – např. nadměrná kontrola nebo schvalovací procesy;
3. **Opravy/vady** – např. vadný brzdový pedál nutí svolat automobily zpět do servisu;
4. **Nadbytečný pohyb** – např. přesuny materiálu;
5. **Nevyužitý potenciál lidí** – např. nedostatečné školení, drahé zdroje ve formě vysokoškolsky vzdělaných zaměstnanců v oddělení sběru dat;
6. **Doprava** – např. doprava materiálu od dodavatele trvá týden;

7. **Čekání** – např. čekání mezi linkami;

8. **Zásoby, rozpracovanost** – např. skladové zásoby, které nejsou potřebné pro zákazníka.

Následující obrázek 2 znázorňuje aktivity přidávající hodnotu a plýtvání v procesu výroby nové zakázky – od prodejního oddělení, které zakázku vyjedná, přes nákupní oddělení, které nakoupí potřebný materiál, přes výrobní oddělení, které přetransformuje materiál do hotového výrobku, až po účtárnu, která odešle zákazníkovi fakturu.



Obrázek 2 – Plýtvání v procesech

2.2 Six Sigma

Six sigma je metodologie, která odstraňuje defekty a variabilitu procesů. Jejím cílem je naplnit zákaznické požadavky a učinit tak proces stabilním a smysluplným. Six sigma se používá tam, kde je potřeba snížit **variabilitu a chybovost** (Svozilová, 2011).

Defektem v Six Sigma je:

- Vše, co je nežádoucí;
- Neschopnost naplnit požadavek zákazníka;
- Čím větší variabilita, tím více defektů;
- Defekt je symptom, pro který musíme najít kořenovou příčinu vzniku a odstranit ji.

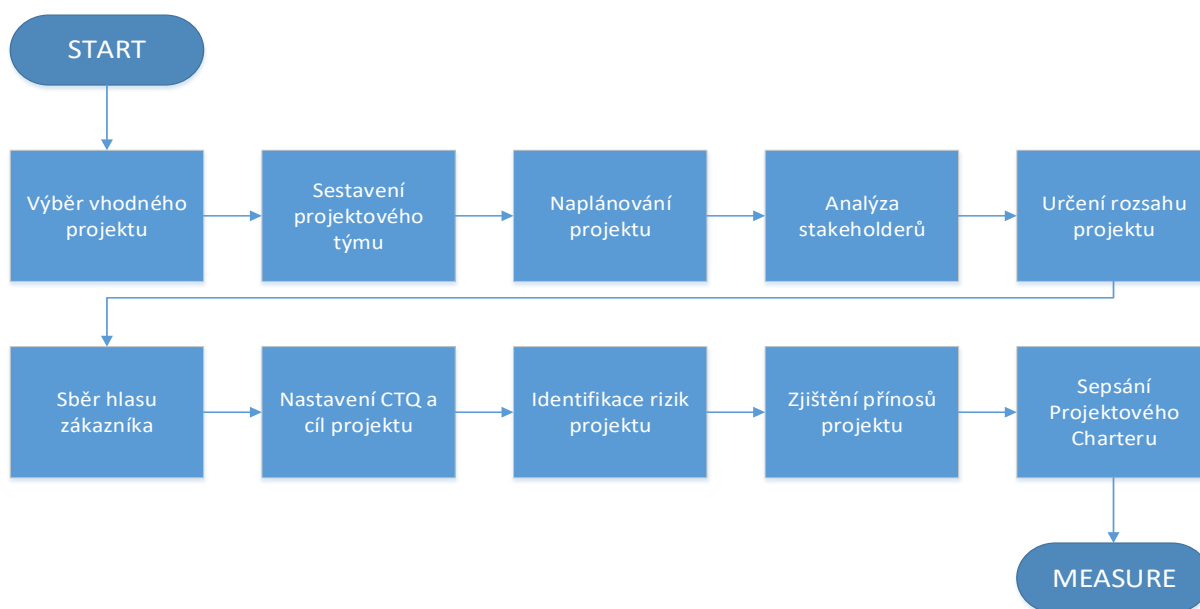
Z výše uvedené definice defektu vyplývá, že snížíme-li variabilitu procesu, eliminujeme defekty.

Označení 6 σ značí kvalitu procesu neboli procesní způsobilost. Proces na hodnotě 6 σ je považován za etalon kvality a má z milionu svých výstupů pouze 3,4 defektních. Tento ukazatel je nazýván DPMO – „defects per million opportunities“ (Breyfogle, 2003).

2.3 Define fáze

Fáze Define je zaměřena na výběr zlepšovateľského projektu. Cílem této fáze je sestavit projektový tým, naplánovat projekt, zjistit zákaznické požadavky, určit cíl projektu a zjistit náklady nekvality.

Pro přehlednost použití nástrojů v jednotlivých fázích a přechodu do další fáze budou v každé fázi použity navigátory jednotlivých fází. Navigátor fáze Define je znázorněn na obrázku 3.



Obrázek 3 – Navigátor Define fáze

Navigátor Define fáze nám určuje aktivity, kterými je třeba projít, aby bylo možné přejít do fáze Measure, a zároveň aby se díky těmto aktivitám porozumělo zkoumanému procesu, aniž by bylo nutné proces velmi dobře znát. Navigátor Define pomáhá ostatním účastníkům týmu, kteří s procesem nepracují, pochopit proces, který se snaží zlepšovat.

Výběr vhodného projektu

Jako první je nutné vybrat si vhodný projekt. Vhodný projekt má několik atributů. Těmito atributy jsou:

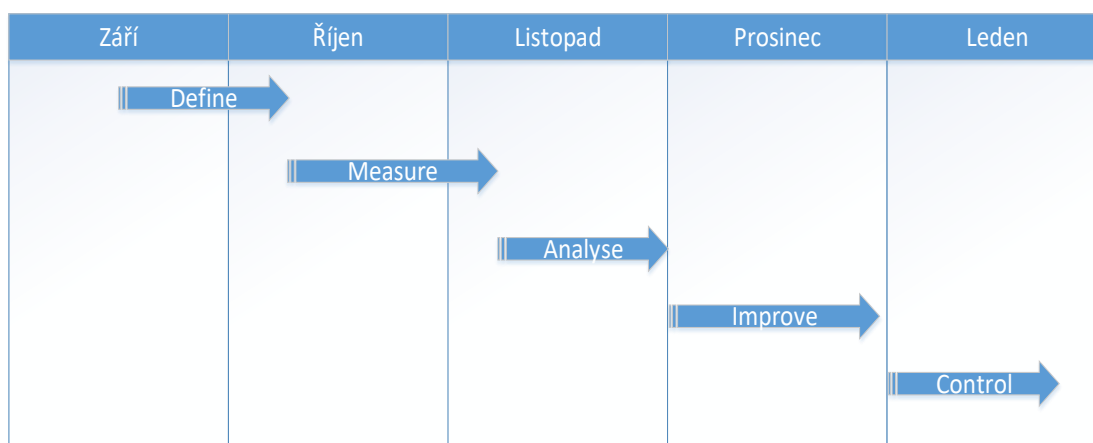
1. Projekt zlepšuje již **existující proces**.
2. Známe problém v procesu, ale **neznáme jeho řešení**.
3. Proces jde **napříč organizací** s mnoha „předávkami“.
4. Proces je přímo **měřitelný**.
5. Umíme vyčíslit **finanční přínos**.
6. Proces lze vylepšit bez zásadního dopadu na firemní systémy.
7. Projekt může být uskutečněn maximálně ve 14 týdnech.

Naplánování projektu

Je třeba určit plán projektu, jeho milníky a případné financování. Rovněž je třeba dohodnout, kdy se účastníci budou scházet.

Obvykle projekt trvá 14 týdnů, rozsah jednotlivých fází je většinou **2-4-2-4-2**. Dva týdny pro fázi Define, čtyři týdny pro fázi Measure, dva týdny pro fázi Analyse, čtyři týdny pro fázi Improve a dva týdny pro fázi Control.

Pokud by projekt začal v půlce září, plán projektu by vypadal podobně jako na obrázku 4.



Obrázek 4 – Příklad naplánování projektu

Určení rozsahu projektu

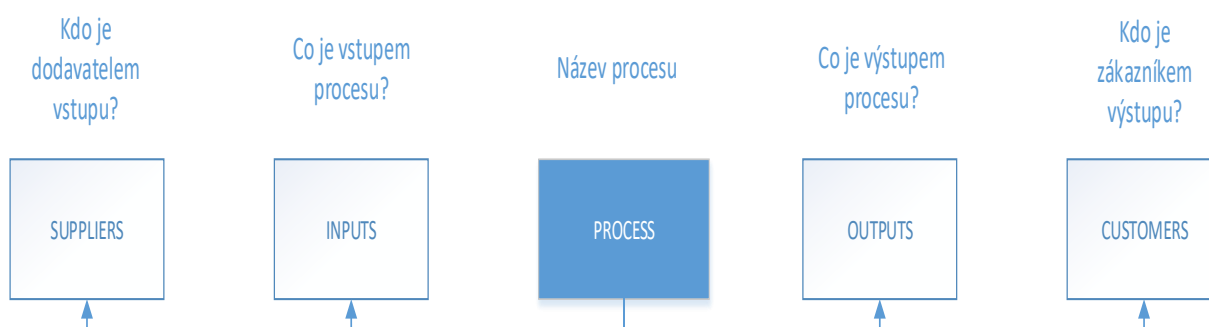
Když je vybrán proces, který se bude zlepšovat, je důležité nastavit rozsah projektu, aby bylo do procesu zlepšování zahrnuto skutečně to, co je v rozsahu projektu, nikoli mimo tyto určené hranice.

Jedním z nástrojů určení rozsahu projektu je **SIPOC diagram**. SIPOC je akronymem pro anglické:

- Suppliers – dodavatel;
- Inputs – vstupy;
- Process – proces;
- Outputs – výstupy;
- Customers – zákazník.

„SIPOC diagram je vhodný pro komunikaci, základní vymezení rozsahu procesů a jejich hlavních prvků a je vhodné ho použít zejména na začátku zlepšovateľského projektu, a to zejména proto, že zcela přehledně a jednoduše zachycují ty nejdůležitější prvky procesu, jeho hranice a charakteristické fáze či kroky.“ (Svozilová, 2011, str. 132)

Struktura SIPOC diagramu je zobrazena na obrázku 5.



Obrázek 5 – Struktura SIPOC diagramu

Sběr hlasu zákazníka (VOC)

Metody, které se podle Svozilové (2011) nejčastěji používají při zjišťování hlasu zákazníka, jsou:

- **Průzkum** – sbírání údajů od větší skupiny zákazníků, například prostřednictvím dotazníků.
- **Tematicky zaměřené skupinové jednání** – focus group – je událost, kam je pozvána skupina lidí, kteří vyjadřují názory na otázky hlasováním.
- **Interview** – diskuse dvou osob – osobně či po telefonu.
- **Pozorování chování zákazníků** – sledování, jak se výrobek či služba používá, a následné odvození potřeb.
- **Sbírání zkušeností**, postřehů a doporučení od zákazníků, kteří již nákup provedli, nebo od zprostředkovatelů nákupu.
- **Třídění**, analýza velkých objemů dat z výzkumů tržních údajů.
- **Analýza historických údajů** jako například stížností z center zákaznické podpory, helpdesků apod.
- **Skryté nákupy a analýzy konkurenčních produktů.**

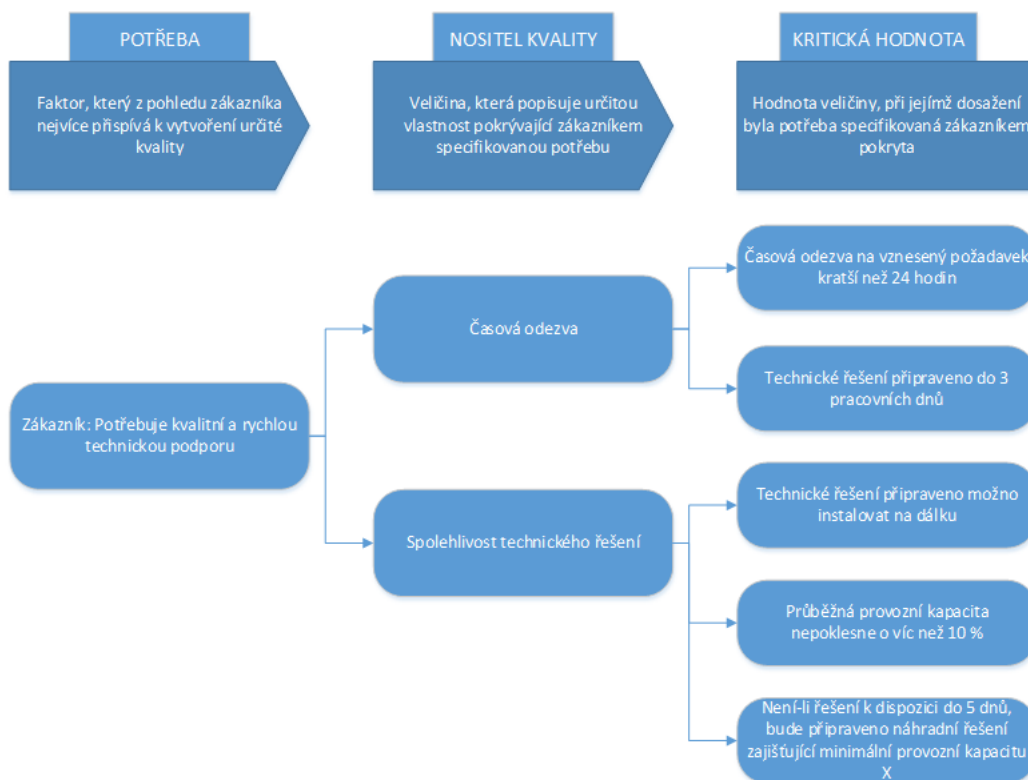
Na obrázku 6 jsou znázorněny typické hlasy zákazníka.



Obrázek 6 – Typické hlasy zákazníka

Nastavení CTQ a cíl projektu

Z hlasu zákazníka lze odvodit kritické hodnoty kvality – CTQ (z anglického Critical to Quality). Kritické hodnoty kvality jsou přeformulované hlasy zákazníka. Vazbu mezi hlasem zákazníka a kritickou hodnotou znázorňuje obrázek 7.



Zdroj: Svozilová, 2011

Obrázek 7 – Vazba mezi hlasem zákazníka a kritickou hodnotou

Zjištění přínosu projektu

Pro zjištění přínosu projektů se používá COPQ – Cost of poor Quality, což lze přeložit jako náklady na nekvalitu. Jedná se o první zhodnocení finančních benefitů. COPQ počítá, kolik stojí nekvalita nebo plýtvání.

COPQ vychází z hledání příležitostí v nákladech. Existují čtyři typy nákladů:

- **Náklady na prevenci**, což jsou náklady, které vznikají při snaze o prevenci vzniku vad a defektů jako například náklady na zlepšování jakosti, školení či zamezení plýtvání.
- **Náklady na kontrolu a odhalení defektů** či udržení kvality výrobního procesu, jako jsou testování nebo audity.
- **Interní náklady na defekty**, jako jsou opravy, předělávky výrobků před dodáním zákazníkovi.

- **Externí náklady na defekty**, opravy a předělovky výrobků po dodání zákazníkovi, například reklamace.

Vyšší náklady na prevenci a kontrolu snižují náklady na defekty (Svozilová, 2011).

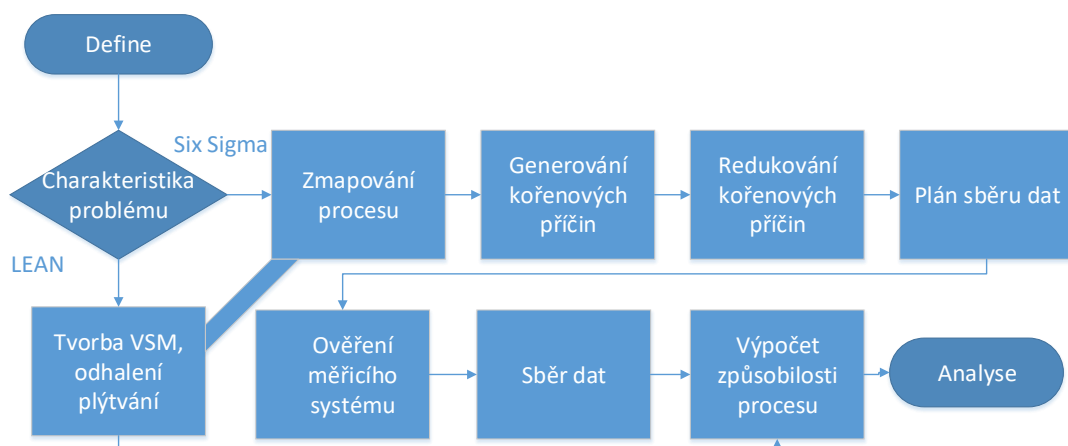
Sepsání project charteru

Po definici problému, sestavení projektového týmu, identifikaci hranic projektu pomocí SIPOC diagramu, identifikaci stakeholderů, sběru hlasu zákazníka, vytvoření kritických hodnot a vypočtení nákladů na nekvalitu můžeme sestavit project charter. **Project charter** je listina, v níž se nachází všechny údaje ve fázi Define, a která je předána sponzorovi projektu. Je to psaná dohoda mezi projektovým teamem a managementem (George, 2010). Příklad project charteru je v příloze 2.

2.4 Measure fáze

Cílem fáze Measure je důkladně porozumět současnému stavu procesu a posbírat spolehlivá data k tomu, abychom mohli odhalit příčiny neefektivnosti procesů. Problémem v této fázi je, když požadovaná data související s procesem nejsou ve společnosti evidována nebo nejsou nijak zaznamenána. Proto fáze Measure může trvat i týdny kvůli sběru dat.

Na následujícím obrázku 8 je znázorněn navigátor ve fázi Measure.



Obrázek 8 – Navigátor fáze Measure

Ve fázi Measure už se začíná rozlišovat, zda se jedná o zlepšení se zaměřením na Six Sigma, neboli odstranění variability a defektů, nebo Lean, odstranění

plýtvání. Pokud má společnost problém s defekty a variabilitou, není třeba provádět konkrétní popis procesu pomocí value stream mapy.

Pro projekty týkající se odstranění plýtvání není nutno identifikovat kořenové příčiny. K podrobnému pochopení a přenastavení procesu se doporučuje zmapovat proces a identifikovat kořenové příčiny plýtvání.

Zmapování procesu

Mapování procesu vychází ze SIPOC diagramu jakožto jednoduché procesní mapy.

Díky diagramům je získána přehledná a srozumitelná představa o procesu a vývoji procesu v čase. Záleží na uživateli, jaký typ diagramu použije pro zmapování. V této práci bude uveden špagetový diagram, diagram plaveckých drah a value stream mapa.

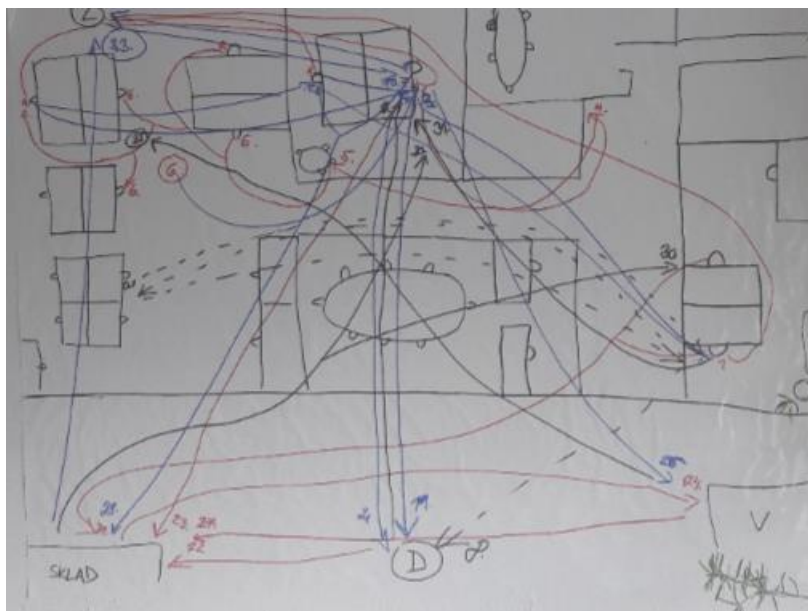
1) Špagetový diagram

Tento diagram se používá tam, kde kromě časového sledu potřebujeme znát i prostorové rozložení, vazbu na pracovníka nebo lokalitu. Díky špagetovému diagramu se snadno odhalí plýtvání jako například duplicita, zbytečný a nadměrný pohyb či přetěžování pracovníků. Se špagetovými diagramy se nejčastěji setkáme na úřadech, při organizaci dílen apod.

Špagetový diagram sestavujeme v následujících krocích:

1. Je třeba načrtnout prostorový plán – kanceláře, dílnu, patra.
2. Sestavuje se jednoduchý diagram procesu – v jakých krocích se proces uskutečňuje, jaké jsou jeho hlavní toky.
3. Každý krok se očíslovuje.
4. Jednotlivé kroky se spojí ve směru pohybu.
5. Diskutuje se o správnosti s účastníky procesu.
6. Diagram je možné upravit o měřené hodnoty – vzdálenosti, časy, zdržení apod.
7. Optimalizace procesních toků tak, aby se vyčistily nadměrné přesuny (Svozilová, 2011).

Příklad špagetového diagramu je zachycen na obrázku 9. Jednotlivé pohyby vypadají jako špagety, proto se dostalo diagramu názvu špagetový diagram. Na obrázku 10 je zachycen prostor společnosti sestávající z kanceláří, výroby, dílny a skladu. Jednotlivé pohyby zachycují postup procesu od poptávky zákazníka až po dodání finálního výrobku zákazníkovi.



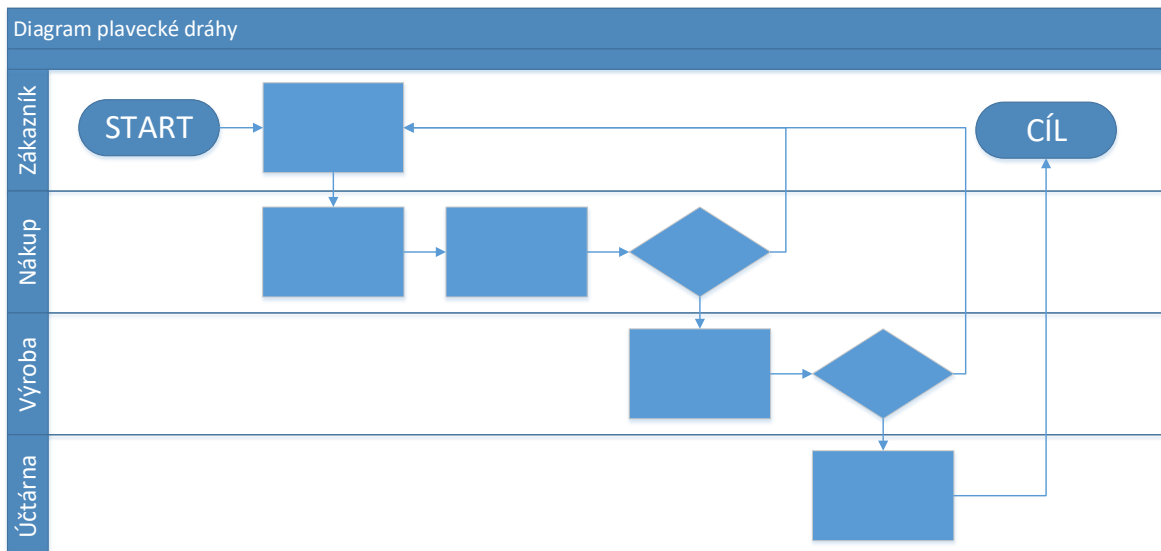
Obrázek 9 – Příklad špagetového diagramu

2) Procesní mapa formou plavecké dráhy

Plavecké dráhy se používají ke znázornění průběhu procesu, je-li třeba zdůraznit, kdo a co dělá. Tento typ mapování procesu je vhodný pro zobrazení předávek mezi jednotlivými účastníky procesu. Svůj název si tento diagram získal kvůli podobnosti s plaveckými dráhami v bazénu.

Výhodou tohoto diagramu je, že můžeme zachytit pracovní toky procházející celým podnikem (George, 2010).

Příklad diagramu plavecké dráhy je uveden na obrázku 10.



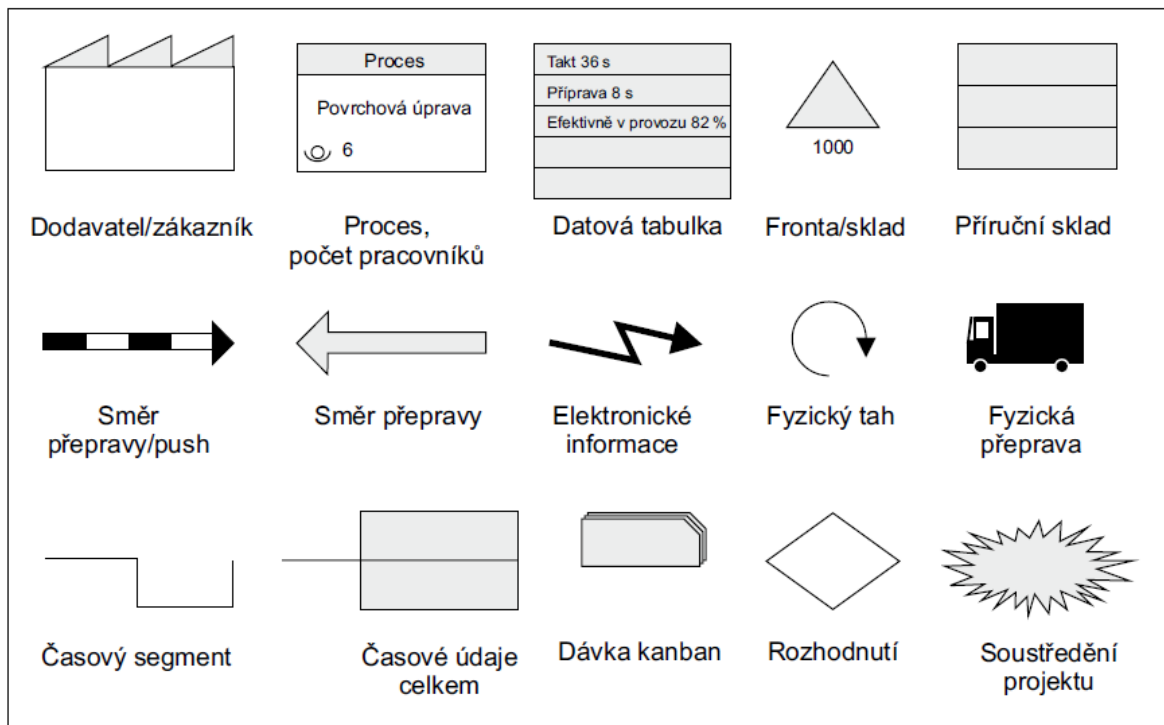
Obrázek 10 – Diagram plavecké dráhy

3) Value stream mapa (VSM)

Na rozdíl od procesní mapy VSM znázorňuje informace o časování procesu a zobrazuje snímek procesu v konkrétním čase. VSM informuje o hodnotě každé aktivity a ukazuje na aktivity v procesu, které nepřidávají žádnou hodnotu – plýtvání.

VSM je nástroj vhodný pro zlepšování procesů pomocí Lean. Díky VSM mohou být identifikovány příležitosti ke zkrácení doby zpracování předmětu nebo služby (George, 2010).

Stejně jako procesní mapa využívá VSM pro znázorňování svých specifických znaků. Tyto znaky jsou vyobrazeny na obrázku 11.



Zdroj: Svozilová, 2011, str. 143

Obrázek 11 – Specifické znaky value stream mapy

S value stream mapou souvisí pojmy čas cyklu, procesní čas, doba čekání a celkový čas procesu:

- **Čas cyklu** je čas dedikovaný procesnímu kroku. Je to doba/frekvence výstupu každého stanoviště.
- **Procesní čas** je čas operace dané aktivity.
- **Doba čekání** je doba, po kterou jednotka čeká na zpracování či odeslání.
- **Celkový čas procesu** je čas, při kterém produkt nebo služba prochází procesem neboli čas cyklu / procesní čas sečtený s dobou čekání.

Příklad VSM je znázorněný na příloze 1.

Identifikace kořenových příčin

Hledají se kořenové příčiny X , které ovlivňují efektivitu procesu. Y je poté měřitelný výstup, kterého se chce dosáhnout neboli:

$$Y = f(X) \quad (1)$$

Y – měřitelný výstup, kterého chceme dosáhnout

X – kořenové příčiny

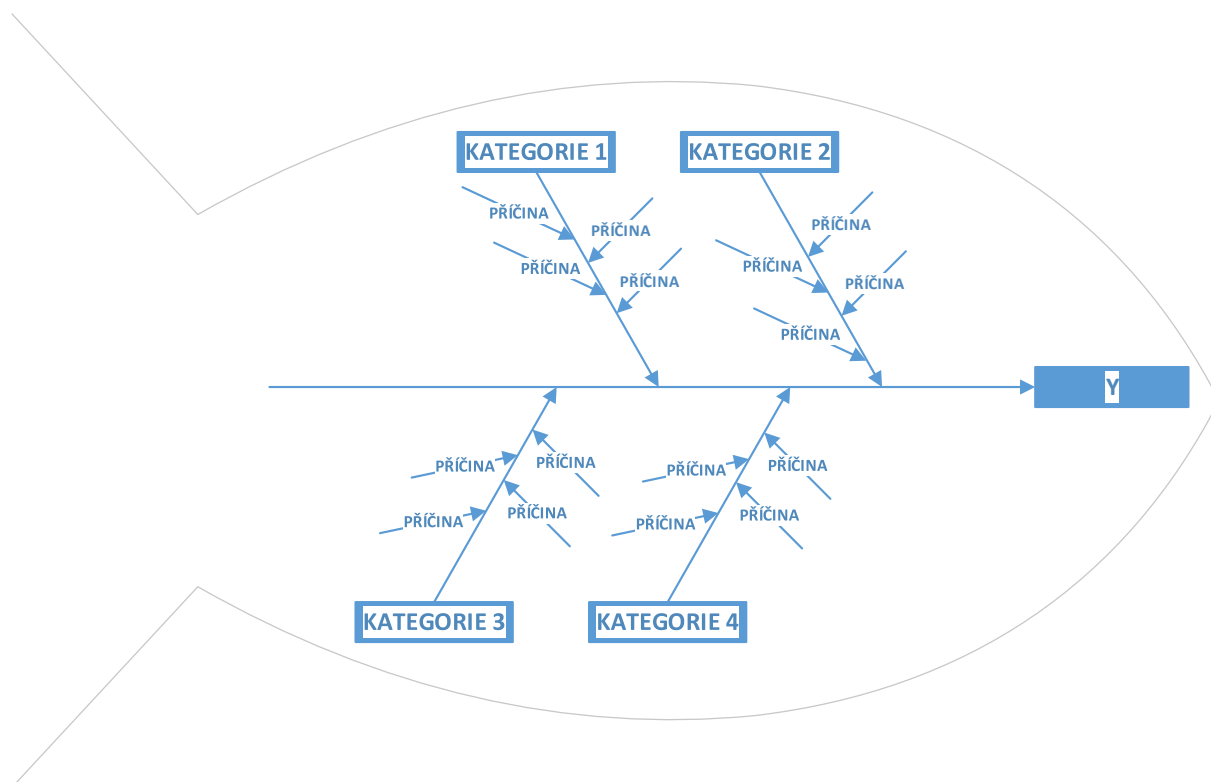
K identifikaci kořenových příčin se používá několik technik a nástrojů. Těmito nástroji jsou například brainstorming, brainwriting myšlenkové mapy, afinitní diagramy, Ishikawa – rybí kost diagram, 5× proč, diagram koncentrace a podobně. V této práci budou zmíněny techniky Ishikawa diagramu a 5× proč (Breyfogle, 2003).

Ishikawa diagram

Ishikawa diagram se nazývá také jako diagram rybí kosti nebo diagram příčin a následků. Svůj název „rybí kost“ diagram získal kvůli struktuře, která připomíná rybí kost, přičemž řešení problému je reprezentováno „hlavou ryby“ a vlivy jsou připojeny jako „rybí kosti“.

Ishikawa se používá tam, kde máme již definovaný problém a hledáme jeho příčiny.

Příklad Ishikawa diagramu je uveden na obrázku 12.



Obrázek 12 – Ishikawa diagram vzor

Ishikawa diagram se vytvoří následujícím způsobem:

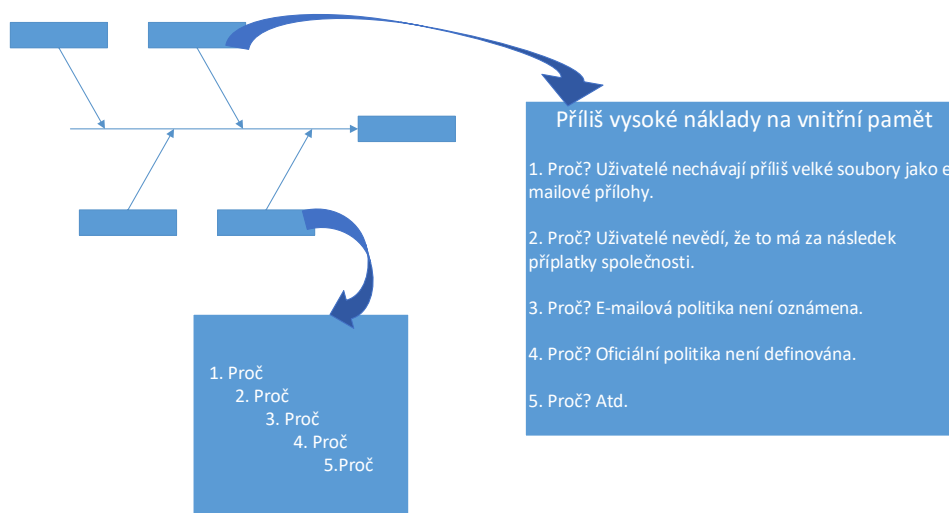
1. Identifikuje se problém, který se napíše do čela ryby – Y.
2. Jsou stanovené kategorie příčin a vytvoří se základní graf. Typickými kategoriemi jsou například pracovní síla, stroje, materiály, metody, měření a prostředí.
3. Využije se brainstormingu pro zjištění podrobnějších příčin a je vytvořen diagram.
4. Diskutuje se s týmem, které příčiny mohou být kritické, a následně jsou odškrtnuté příčiny, které nejsou podstatné (George, 2010).

5× proč

Metoda 5× proč navazuje na diagram rybí kosti a používá se následujícím způsobem:

1. Vybere se jakákoliv příčina z diagramu rybí kosti;
2. Je ověřeno, že všichni v týmu příčině rozumí – 1. proč;
3. Je vznesen dotaz: Proč se objevuje tento výsledek? – 2. proč;
4. Je vznesen dotaz: Proč se tato příčina objevuje? – 3. proč;
5. Pokračuje se podle bodů 3. a 4. až do odhalení kořenové příčiny.

Číslo 5 v názvu metody pouze naznačuje, že je třeba se ptát opakovaně. Kořenovou příčinu lze najít po druhém i třetím proč, stejně jako po šestém či sedmém. Příklad použití metody 5 proč je znázorněn na obrázku 13.



Obrázek 13 – Použití metody 5× proč z rybí kosti

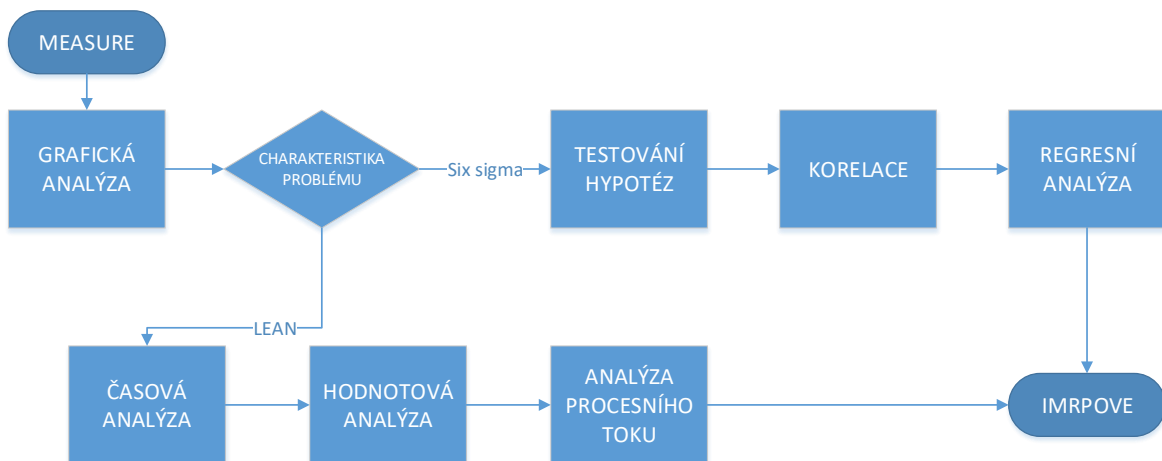
Redukce kořenových příčin

Jelikož počet X bývá veliký, je třeba provést z finančních i časových důvodů redukci kořenových příčin. Redukce se provádí například sloučením takových X, která mají za následek stejný defekt. K redukci se využívá několik nástrojů, například afinní diagramy, Y2X matice anebo jednodušší hlasování n/3.

V této práci bude uvedena pouze metoda hlasování n/3. Tato metoda je založena na multihlasování. Sečte se celkový počet kořenových příčin X. Toto číslo se rovná n. Každý účastník má n/3 hlasů. Účastníci rozdělují své hlasy preferovaným variantám. Po rozdělení hlasů se seřadí jednotlivá X podle počtu hlasů. Dále postupují ty kořenové příčiny, které získaly nejvíce hlasů. Pravidlem ale je nutnost pracovat s nejvýš patnácti kořenovými příčinami.

2.5 Analýze fáze

I ve fázi Analýze bude uveden navigátor této fáze. Poté bude popsáno testování hypotéz, regresní analýza, časová a hodnotová analýza. Navigátor Analýze fáze je znázorněn na obrázku 14.



Obrázek 14 – Navigátor fáze Analýze

Testování hypotéz

Testování hypotéz v rámci zlepšování procesů pomáhá statisticky dokázat, zda má kořenová příčina X vliv na výstup Y. Slouží ke zjištění, zda jsou skupiny dat

stejně, či nikoliv. V testování hypotéz se ověřuje nějaká známá informace a tato informace je poté konfrontována s výsledkem výzkumu na výběrovém vzorku.

Původní známá informace se označuje jako nulová hypotéza H_0 . Tato hypotéza se testuje proti alternativní hypotéze H_1 :

- **Nulová hypotéza H_0** je tvrzení testované proto, aby se určilo, zda je pravdivé, nebo ne. Nulová hypotéza je, že střední hodnoty ze dvou množin jsou stejné:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad (2)$$

H_0 – nulová hypotéza

μ_1 – střední hodnota první množiny

μ_2 – střední hodnota první množiny

- **Alternativní hypotéza H_1** je tvrzení, které prezentuje skutečnost, že je dostatek důkazů k zamítnutí H_0 , to znamená, že alternativní hypotéza je, že střední hodnoty z těchto dvou množin jsou odlišné:

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad (3)$$

H_1 – alternativní hypotéza

μ_1 – střední hodnota první množiny

μ_2 – střední hodnota první množiny

To, zda se má nulová hypotéza potvrdit, nebo zamítnout, určuje tzv. p-hodnota (anglicky p-value). P-hodnota představuje nejnižší hladinu významnosti, při které můžeme zamítnout nulovou hypotézu. Obecně pro p-hodnotu platí, že pokud:

- a) **P-hodnota $\leq 0,05$** : Na 5% hladině významnosti zamítáme nulovou hypotézu. Platí alternativní hypotéza.
- b) **P-hodnota $\geq 0,05$** : Na 5% hladině významnosti se nepodařilo zamítnout nulovou hypotézu (Krkošková, Ráčková, Zouhar, 2009).

Regresní analýza a korelace

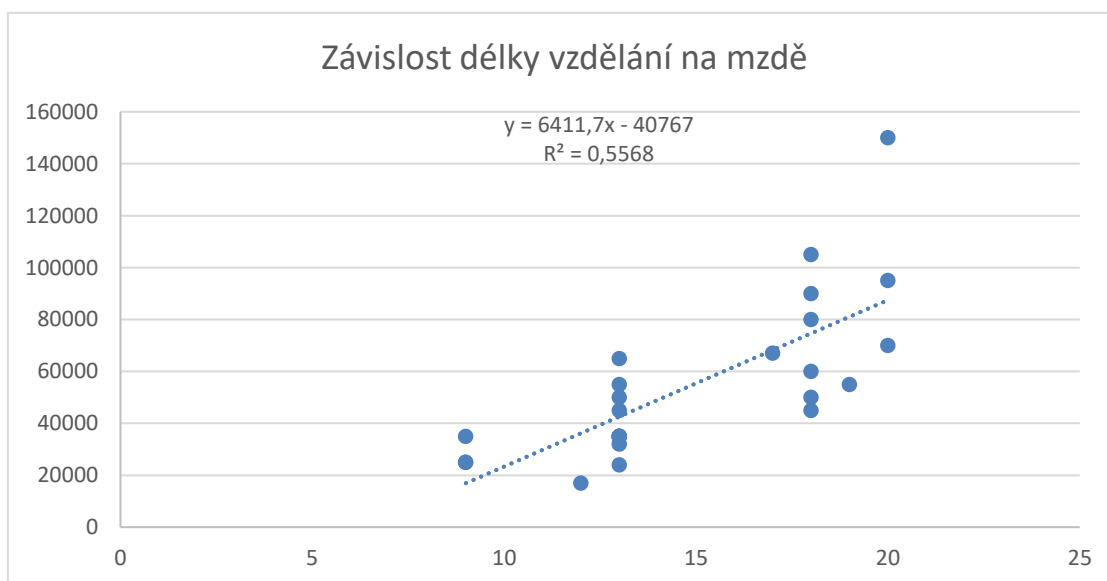
Regrese je proces, při němž se vytváří matematický model popisující chování sledovaných dat. Výsledkem modelu je rovnice udávající vztah mezi X a Y , díky této rovnici lze předvídat budoucí chování Y . Pomocí regrese je potvrzena a kvantifikována kořenová příčina.

Nejjednodušším modelem regresní analýzy je lineární regrese vycházející ze vztahu:

$$Y = b_0 + b_1X \quad (4)$$

kde b_0 značí bod, kde linie protíná osu Y , a b_1 je sklon přímky (Krkošková, Ráčková, Zouhar, 2009).

Grafické zobrazení lineární regrese je vyznačeno na obrázku 15.



Obrázek 15 – Lineární regresní funkce

Na obrázku 15 je znázorněná závislost mezi délkou vzdělání a mzdou. X je na horizontální ose a znázorňuje délku vzdělání v letech. Y je na vertikální ose a znázorňuje mzdu v Kč. Je znázorněno, že b_0 vychází ze záporné hodnoty $Y = -40767$ a b_1 je 6411,7. Pokud jsou známy parametry b_0 a b_1 , může se predikovat mzda na základě délky vzdělání. Pokud se za X dosadí libovolná délka vzdělání v letech, výsledkem je mzda v Kč.

Některé body se ale od přerušované přímky odchylují. Odchýlení bodu od přímky nazýváme **reziduum**. Reziduum obsahuje náhodné složky nebo nepřesnosti. Pod

rovnici lineární regrese se nachází R^2 . R^2 je koeficient determinace znázorňující celkovou kvalitu modelu. Čím víc se R^2 blíží k hodnotě 1, tím je model kvalitnější.

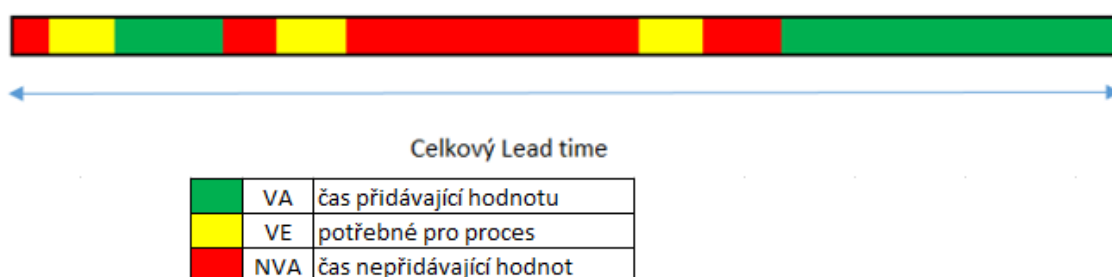
Časová a hodnotová analýza

Časová a hodnotová analýza je úzce spjata s value stream mapou. Je prováděna převážně u problémů, kdy je potřeba něco zeštíhlit, tedy u problémů, které se řeší metodikou Lean.

Hodnotová analýza je založena na identifikaci činností, které přidávají, či nepřidávají hodnotu. Činnosti se rozdělují do tří skupin:

- 1) **VA – činnosti přidávající hodnotu** – jsou označeny zeleně. Zákazník za tyto aktivity platí. Patří k nim například materiál, výroba, povrchová úprava.
- 2) **VE – činnosti nepřidávající hodnotu, ale nutné pro proces** – jsou označeny žlutě. Zákazník tyto aktivity nepotřebuje, ale jejich význam spočívá v tom, že tvoří technologické zázemí pro provedení VA aktivit. Je to například transport materiálu, sběr dat.
- 3) **NVA – činnosti nepřidávající hodnotu, plýtvání**. Jsou označeny červeně a nepřidávají ani procesu, ani zákazníkovi žádnou hodnotu. Je to například čekání, kontroly, výroba zmetků, opravy (Svozilová, 2011).

Příklad hodnotové analýzy procesu z pohledu Lean může vypadat jako na obrázku 16.



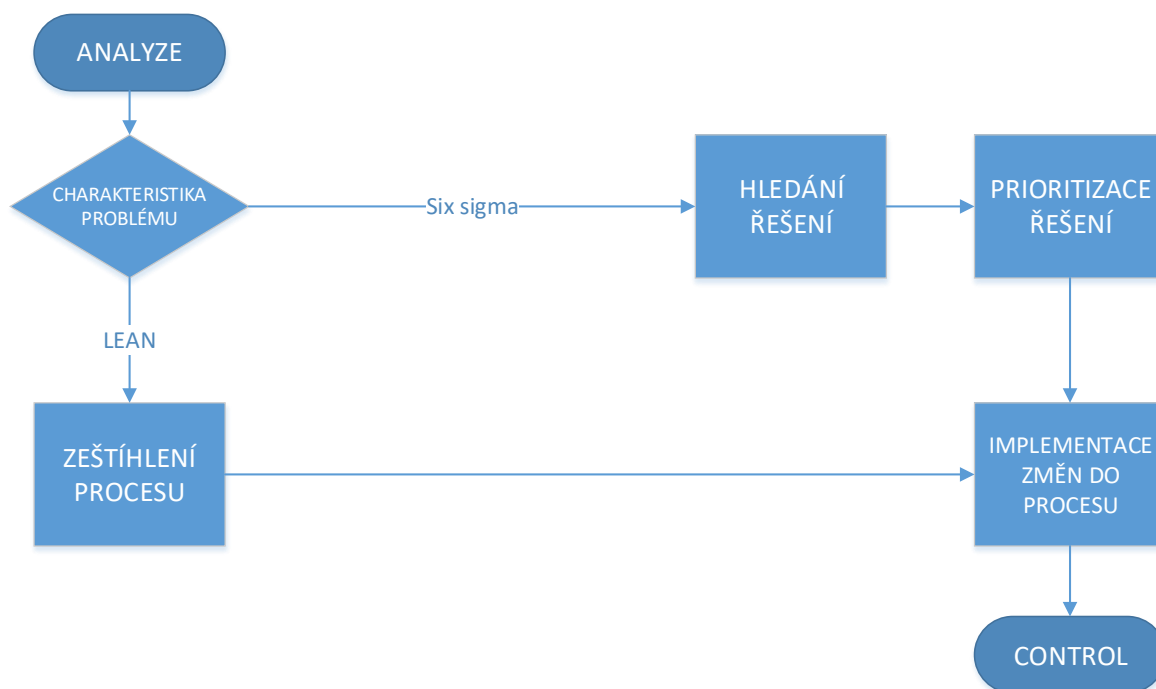
Obrázek 16 – Hodnotová analýza

Na obrázku 16 je znázorněn celkový lead time převzatý z value stream mapy, který byl následně rozdělen do tří skupin – VA, VE a NVA. Pokud se vydělí celkový čas přidávající hodnotu celkovým lead time, výsledkem je **PCE – efektivita procesního cyklu** v procentech, která udává, z kolika procent je proces efektivní (Svozilová, 2011).

$$PCE = \frac{\text{Celkový čas přidávající hodnotu}}{\text{Celkový lead time}} \quad (5)$$

2.6 Improve fáze

Z navigátoru je patrné, že postup v této fázi je odlišný pro Lean i pro Six Sigma. Zatímco se v Six Sigmě hledá a prioritizuje řešení, v Lean se zeštíhluje proces a odstraňují aktivity nepřidávající hodnotu. V této kapitole budou popsány vybrané nástroje – Poka Yoke a 5S. Navigátor Improve fáze je zobrazen na obrázku 17.



Obrázek 17 – Navigátor Improve fáze

Poka Yoke

Poka Yoke je metoda prevence před defekty, to znamená zavedení kontroly, která zamezí vzniku defektu nebo na něj okamžitě upozorní. Zakladatelem této metody je Shigeo Shingo, inženýr z Toyoty.

Příkladem Poka Yoke mohou být elektronické formuláře, které zajišťují správný formát a objem zadávaných dat.

5S

5S je metoda standardizace procesu a způsob, jak vytvořit a udržovat organizované, čisté, bezpečné a efektivní pracoviště. Je to metoda, která krátí čas na hledání.

Metoda 5S se skládá z pěti kroků:

1. **SHITSUKE – spravovat:** pravidelný audit, kontrola dodržování.
2. **SEIRI – setřídít:** Principem je odstranit vše, co není nutné pro práci a co nebude potřeba.
3. **SEITOR – srovnat:** Jde o nastavení pořádku a designu pracoviště tak, abychom našli to, co hledáme, hned napoprvé.
4. **SEISO – sklídit:** Odstranění nečistot, zabránění ztrátě dokumentů.
5. **SEIKETSU – standardizovat:** Popsání složek, barevné označení apod.

2.7 Control fáze

Ve fázi Analyse je velmi důležitá kreativita týmu. Některé nápady na zlepšení jsou jasné, další vyžadují výbornou znalost procesu i jiných technických disciplín. Po fázi Improve se projekt přesouvá do konečné fáze Control. Ve fázi Control se většinou narazí na úskalí, že ač tým vymyslel zlepšení a toto zlepšení implementoval, nové řešení nefunguje, jelikož nebylo řádně provedeno změnové řízení nebo nebyl dostatečně proškolený personál.

Základním cílem je tedy nastavení nového KPI, který nám bude ukazovat efektivitu nově vylepšeného procesu. Dále je důležité prokázat zlepšení, čímž se motivuje nejen management k dalším podobným projektům, ale i zaměstnanci, kterým se usnadňuje práce. Důležité je v této fázi sesbírat zpětnou vazbu týmu na to, co se povedlo a co se nepovedlo, a vzít si z toho ponaučení.

3 Představení společnosti a aktuálního stavu

V této kapitole bude nejprve představena společnost John Cockerill a její dceřiná společnost John Cockerill CZ, s.r.o., dále odvětví podnikání společnosti.

V druhé podkapitole je popsán aktuální stav dodávání zakázek před aplikací metody DMAIC.

3.1 Představení společnosti John Cockerill CZ, s.r.o.

John Cockerill CZ, s.r.o., je dceřinou společností belgické společnosti John Cockerill, která působí na belgickém trhu od roku 1817. Je pojmenována po svém zakladateli, panu Johnu Cockerillovi. John Cockerill zahájil činnost společnosti ve městě Seraing v Belgii výrobou průmyslových strojů, jako jsou parní motory, dmychadla pro vysoké pece aj. V roce 1835 společnost vyrobila první parní lokomotivu Le Belge a tím začala s výrobou lokomotiv pro belgickou železnici. První lokomotiva Le Belge je znázorněna na obrázku 18.

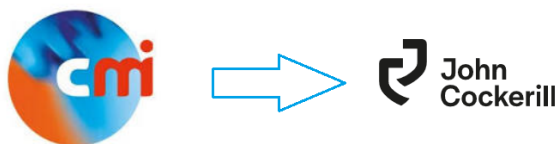


Zdroj: interní data John Cockerill

Obrázek 18 – První parní lokomotiva vyrobená společností John Cockerill

V roce 2019 společnost změnila svůj název z Cockerill Maintenance Ingenierie na John Cockerill, aby uctila památku zakladatele Johna Cockerilla. Po změně názvu následovala i změna loga. Návrhů na nové logo bylo několik, ale nakonec bylo vybráno jednoduché logo, které se skládá z písmen C a J a je uspořádáno jako

rytířský erb, neboť John Cockerill získal od krále Leopolda I. rytířskou hodnost. Obrázek 19 zachycuje změnu loga z původního na nové.



Zdroj: interní data John Cockerill

Obrázek 19 – Změna loga John Cockerill v roce 2019

John Cockerill se skládá z několika sektorů. Těmito sektory jsou:

1. **Energy** – energetický průmysl zabývající se výrobou parních generátorů a boilerů.
2. **Defense** – zbrojní průmysl, který se zabývá výrobou kokpitů tanků.
3. **Industry** – zabývá se výrobou nástrojů pro upravování ocelí a materiálů, nástroji pro tepelnou a povrchovou úpravu.
4. **Environment** – zabývá se úpravou vody, optimalizací využívání energie.
5. **Services** – výroba lokomotiv.

Příklady produktů z každého sektoru jsou součástí obrázku 20.

John Cockerill Energy: Boiler pro termo-solární elektrárny



John Cockerill Industry: Moření



John Cockerill Defence: zbrojní průmysl



John Cockerill Services: výroba a údržba lokomotiv



John Cockerill Environment: Uchovávání přírodních zdrojů



Zdroj: interní data John Cockerill

Obrázek 20 – Příklady produktů ze sektorů John Cockerill

Společnost John Cockerill CZ, s.r.o., působí v rámci odvětví Services a zabývá se vývojem a výrobou lokomotiv, ocelových konstrukcí a prototypových manipulačních přípravků. Sídlo společnosti je v Berouně. Na obrázku 21 je výrobní hala společnosti John Cockerill CZ, s.r.o., v Berouně.



Zdroj: interní data John Cockerill CZ, s. r. o.

Obrázek 21 – Výrobní hala John Cockerill CZ, s. r. o., v Berouně

Na českém trhu působí společnost John Cockerill CZ, s.r.o., od roku 2016. Pobočka vznikla na základě potřeby rozšíření kapacit a zaměstnávání levnější pracovní síly. Pracuje zde celkem 20 zaměstnanců, z toho 6 operátorů výroby a 14 administrativních pracovníků, včetně vývojového týmu.

V roce 2018 dokončila pobočka kompletní vývoj a výrobu diesel-elektrické lokomotivy GCT pro tuniský závod Groupe Chimique Tunisien. V roce 2018 dodala do Konga čtyři lokomotivy CFCO a v roce 2019 lokomotivu YPF do Argentiny. Všechny tři typy dodaných lokomotiv jsou zachyceny na obrázku 22. Kromě lokomotiv se společnost zabývá svařováním a zámečnickými úpravami ocelových konstrukcí pro zákazníky ve skupině John Cockerill i mimo ni. Právě tyto ocelové konstrukce a zámečnické práce jsou předmětem zlepšování metodou DMAIC v další části.

Lokomotiva GCT



Lokomotiva CFCO



Lokomotiva YPF



Zdroj: interní data John Cockerill CZ, s. r. o.

Obrázek 22 – Lokomotivy GCT, CFCO a YPF

3.2 Aktuální stav procesu dodávání zakázek do termínu dodání

Problém, jehož řešení se v této práci popisuje, jsou pozdní dodávky hotových zakázek ve společnosti John Cockerill. Tento problém se netýká lokomotiv, u těch se uplatňuje jiný systém. Jedná o totiž o prototypy, a tudíž se již předem počítá s prodlením z důvodu změn v dokumentaci a zákaznických požadavků během celé výroby. Problém se týká ocelových konstrukcí a manipulačních přípravků, které si zákazník objedná a je třeba je vyhotovit do stanoveného termínu. Pokud termín dodání není splněn, vážou se na zakázku sankce z prodlení podle všeobecných obchodních podmínek zákazníka.

Společnost dodávala ocelové konstrukce zákazníkovi se zpožděním až 92 dní po termínu a za každý týden prodlení byla sankciována pokutou za pozdní dodání. Když začaly být zakázky kvůli těmto pokutám ztrátové, vyvstala urgentní potřeba tuto situaci řešit, najít „úzké místo“ a nastavit proces tak, aby ke zpoždění a sankcím nedocházelo. Před optimalizací procesu pomocí metody DMAIC nikdo z vedoucích oddělení nevěděl, jak tento problém vyřešit a jak nalézt kořenovou příčinu. Problém se zdál být velmi komplexní a nebylo možné přesně identifikovat, v čem přesně spočívá.

Jednotliví vedoucí z oddělení nákupu, konstrukce, projektů a kvality se začali se svými podřízenými pravidelně scházet, brainstormovat a dělat různé akční plány pro každé oddělení zvlášť. V oddělení konstrukce tak například řešili přesměrování e-mailu v případě nepřítomnosti manažera, oddělení kvality si dalo za cíl kontrolovat zakázky do 24 hodin od dokončení apod. Řešily se především jednotlivé problémy na základě brainstormingu, nikoli komplexní proces dodávání. Kořenové příčiny nebyly podloženy a navržená řešení nebyla plně implementována ani osvojena procesními vlastníky. Akce jednotlivých oddělení nebyly implementovány především kvůli chybějícím vstupům jiného oddělení.

Zlepšení se vztahuje na projekty zadané od 1. 1. 2018 do 30. 7. 2018. V tomto období projekty místo očekávaného profitu v hodnotě 23 041€ skončily ve ztrátě -6 373 € (reálný profit poníženy o sankci). V tomto období se realizovalo celkem 9 projektů. V tabulce 1 je podrobný přehled očekávaného profitu, reálného profitu a sankcí.

Tabulka 1 – Podrobný přehled profitů a sankcí po projektech

Číslo projektu	Expected delivery	Actual delivery	Zpoždění ve dnech	Zpoždění v týdnech započatých	Sankce za nedodání včas	Cena projektu	Očekávaný profit	Reálný profit	Sankce
203	28. 02. 2018	09. 03. 2018	-9	2	2 %	3 600 €	1 080 €	110 €	144 €
204	28. 02. 2018	09. 03. 2018	-9	2	2 %	520 €	156 €	-2 439 €	21 €
205	16. 04. 2018	30. 05. 2018	-44	5	2 %	10 069 €	3 021 €	-2 140 €	1 007 €
208	31. 05. 2018	01. 10. 2018	-92	5	2 %	51 670 €	5 167 €	1 886 €	5 167 €
210	15. 05. 2018	25. 06. 2018	-41	5	2 %	20 750 €	4 150 €	-527 €	2 075 €
214	11. 06. 2018	30. 07. 2018	-49	5	2 %	6 326 €	2 214 €	4 594 €	633 €
215	31. 05. 2018	03. 07. 2018	-33	5	2 %	6 431 €	1 286 €	2 183 €	643 €
216	15. 06. 2018	10. 07. 2018	-25	4	2 %	11 194 €	3 358 €	-1 091 €	896 €
220	13. 08. 2018	27. 07. 2018	17	3	2 %	8 696 €	2 609 €	2 158 €	522 €
Total						119 256 €	23 041 €	4 734 €	11 107 €

Zdroj: interní data John Cockerill CZ, s. r. o.

Reálný profit snížený o částku 18 307 € a sankce ve výši 11 107 € přiměla tým zaměřit se na řešení s maximálním úsilím. Hlavním cílem bylo nastavit procesy tak, aby k sankcím nedocházelo vůbec.

Z tabulky 1 vyplývá, že nejdéle se projekt zpozdil o 92 dní. Sankce, která vychází ze zákaznických všeobecných dodacích podmínek, činí 2 % z ceny zakázky za každý týden prodlení a může dosáhnout až 10 % z téže ceny za každý další započatý týden. Průměrné zpoždění je 29,20 dní (5 týdnů). Tomu odpovídá sankce v hodnotě 10 %. Pokud by společnost nadále dostávala měsíčně průměrný počet zakázek, získala by měsíčně 1,5 zakázky v průměrné hodnotě 13 250 €. Potenciálně by při průměrném zpoždění mohla za měsíc uhradit zákazníkovi na sankcích zhruba 1 987,5 €, to je 23 850 € za rok. Toto číslo už bylo pro společnost alarmující, a z toho důvodu se společnost rozhodla vyzkoušet využít metodu DMAIC k tomu, aby proces dodávání zlepšila.

4 Aplikace metody DMAIC na problém dodávání zakázek po termínu

Společnost se rozhodla využít metodu DMAIC s tím, že pouze green belt (viz další text), certifikovaný na využívání této metody, znal nástroje a metodiku. O účinnosti metody DMAIC měl tým zpočátku pochybnosti, ale po předchozích neúspěších a po nátlaku od managementu se tým ve společnosti rozhodl, že investuje svůj čas na řešení problému metodou DMAIC.

V následujícím textu bude nejprve popsána aplikace metody DMAIC a navržené optimalizace pro proces dodávání zakázek. Dále budou zhodnoceny přínosy navržené optimalizace.

4.1 Návrh optimalizace problému dodávání zakázek po termínu

Define fáze metody DMAIC

V prvním kroku bylo třeba sestavit projektový tým, vybrat zainteresované strany a popsat problém, aby se mohl vytvořit projektový charter.

Vzhledem k tomu, že se jedná o proces, který putuje přes všechna oddělení – konstrukci, projekty, nákup i výrobu, se projektový tým skládal z vlastníků procesů:

1. Nákupčí – tvoří a odesílá nákupní objednávky.
2. Manažer konstrukce – připravuje se svým týmem podklady pro nákupčího.
3. Projektový manažer – zasílá cenové nabídky, plánuje projekty a stará se o dodání projektů zákazníkovi.
4. Výroba – zajišťuje vyrobení zakázky.
5. Kvalitář – kontroluje shodu materiálu a finálního produktu s dokumentací.

V tomto kroku už mohl být zčásti vyplněn projektový charter, viz obrázek 23. Byl doplněn popis problému rozepsaného výše a byli jmenovitě stanoveni konkrétní členové projektového týmu. Člen projektového týmu, který je nazván **green belt**, je certifikovaný pracovník zaměřený na zlepšování podnikových procesů metodou DMAIC. Tuto certifikaci vydávají akreditované organizace. Green belt moderoval schůzky zaměřené na zlepšování a vysvětloval nástroje použité v jednotlivých fázích. **Champion** se účastnil pouze schůzek na začátku a na konci procesu

zlepšování. Je to zpravidla člověk z vyššího managementu, který financuje případné investice a zajišťuje časovou dotaci projektového týmu.

Vzhledem k tomu, že se společnost před 1. 1. 2020 nejmenovala John Cockerill, ale Cockerill Maintenance Ingenierie, zkráceně CMI, bude na některých grafech a procesních mapách využita zkratka „CMI“.

POPIS PROBLÉMU:

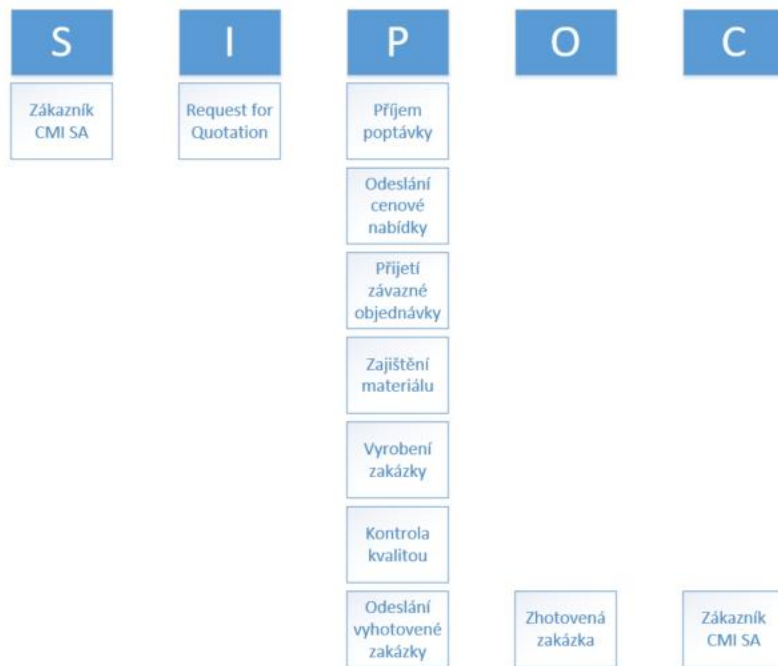
Z projektového reportingu bylo zjištěno, že 100 % zakázek od 1. 1. 2018 bylo zákazníkovi dodáno až s 92denním zpožděním. CMI CZ bylo ohroženo sankcí od zákazníka v hodnotě 11 107 €. Potenciální dopad na projekty do konce roku je 23 850 €.

PROJEKTOVÝ TÝM:

Green Belt: [redacted]
Champion: [redacted]
Projektové oddělení: [redacted]
Nákup: [redacted]
Výroba: [redacted]
Technologie/Konstrukce: [redacted]

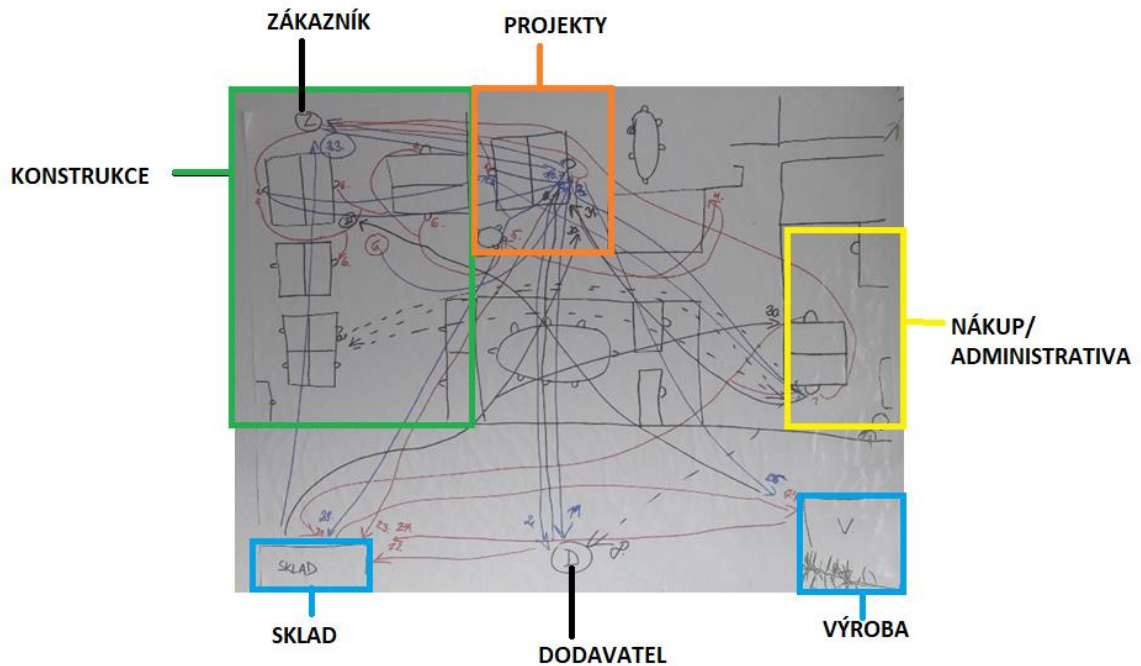
Obrázek 23 – Část projektového charteru – popis problému a projektový tým

Po popisu problému a sestavení projektového týmu byl sestaven SIPOC diagram (viz obrázek 24). Dodavatelem je v tomto případě zákazník. Zákazník posílá poptávku a žádá o nacenění – RFQ (Request for Quotation). RFQ je vstupem do procesu. Projektové oddělení přijímá poptávku a zpracuje cenovou nabídku, kterou odešle zpět zákazníkovi. Zákazník zhodnotí cenovou nabídku a dodací podmínky, a pokud s cenou i dodacími podmínkami souhlasí, odesílá do společnosti závaznou objednávku. Nákupčí objedná materiál, po jehož přijetí výroba zakázku zhotoví. Následně ji kontrolor kvality zkontroluje a skladník zabalí. Hotová zakázka je odeslána zákazníkovi.



Obrázek 24 – SIPOC diagram – pozdní dodávání

K zobrazení konkrétního procesního toku bylo využito špagetového diagramu s přesným rozložením kanceláří a výroby společnosti John Cockerill CZ, s. r. o. Tento diagram je zobrazen na obrázku 25.



Obrázek 25 – Špagetový diagram – pozdní dodávání

Na špagetovém diagramu je zobrazen vstup ze strany zákazníka a dodavatele černou čarou. Dále je na obrázku zeleně označena kancelář konstrukce, oranžově kancelář projektů, žlutě nákup a administrativa a modře výroba a sklad. Jednotlivé aktivity jsou znázorněny šipkami podle toho, odkud kam vedou.

Z obrázku 25 je patrné, že se aktivity hromadně sbíhají v kanceláři projektů, což značí potenciální přehlcení pracovníka. Dále je možné ze špagetového diagramu vysledovat duplicitní aktivity mezi dodavatelem a projektovou kanceláří, mezi zákazníkem a projektovou kanceláří a mezi kanceláří konstrukce a projektovou kanceláří.

Díky SIPOC digramu a špagetovému diagramu lze do projektového charteru doplnit aktivity v rámci a mimo rámeček projektu. Tyto aktivity určuje SIPOC diagram. Tým by se měl zabývat pouze tím, co je v rámci projektu, nikoliv tím, co je mimo jeho rámeček. V rámci projektu je interní proces dodání zakázky. Tým by neměl při zlepšování naléhat, aby zákazník změnil své požadavky nebo formuláře, které využívá ku prospěchu společnosti John Cockerill CZ, s. r. o. Na obrázku 26 jsou aktivity v rámci a mimo rámeček projektu z projektového charteru.

V RÁMCI PROJEKTU:	MIMO RÁMEC PROJEKTU:
<ul style="list-style-type: none"> • Interní proces dodání zakázky 	<ul style="list-style-type: none"> • Zákaznické formuláře • Změna zákaznických požadavků

Obrázek 26 – Doplnění aktivit v rámci a mimo rámeček projektu do projektového charteru

V Define fázi byl sesbírán hlas zákazníka na základě stížností od zákazníka k pozdnímu dodání a na základě stížností managementu kvůli sankcím. Z hlasu zákazníka byly určeny jednotlivé CTQ, kterými jsou:

- Dodání zakázky do termínu stanoveného na nákupní objednávce.
- Sankce za pozdní dodání je 0.

Z CTQ vychází následně cíl projektu, kterým je: *Ze 100 % pozdě dodaných zakázek zákazníkovi bude do 1. 10. 2018 opožděno 0 % zakázek. 100 % zakázek*

bude k zákazníkovi dodáno do termínu uvedeného v nákupní objednávce. Sankce za pozdní dodání zakázek je 0.

Aby byl cíl měřitelný, byly nadefinovány celkem dva KPI hodnotící ukazatele. Prvním ukazatelem je včasnost dodávky definována jako:

$$\frac{\text{Počet zakázek dodaných do termínu v PO}}{\text{Celkový počet dodaných zakázek zákazníkovi}} = 100\% \quad (5)$$

Druhým ukazatelem je sankce definovaná jako:

$$\text{Počet týdnů v prodlení} \times 0,02 \times \text{cena} = 0 \quad (6)$$

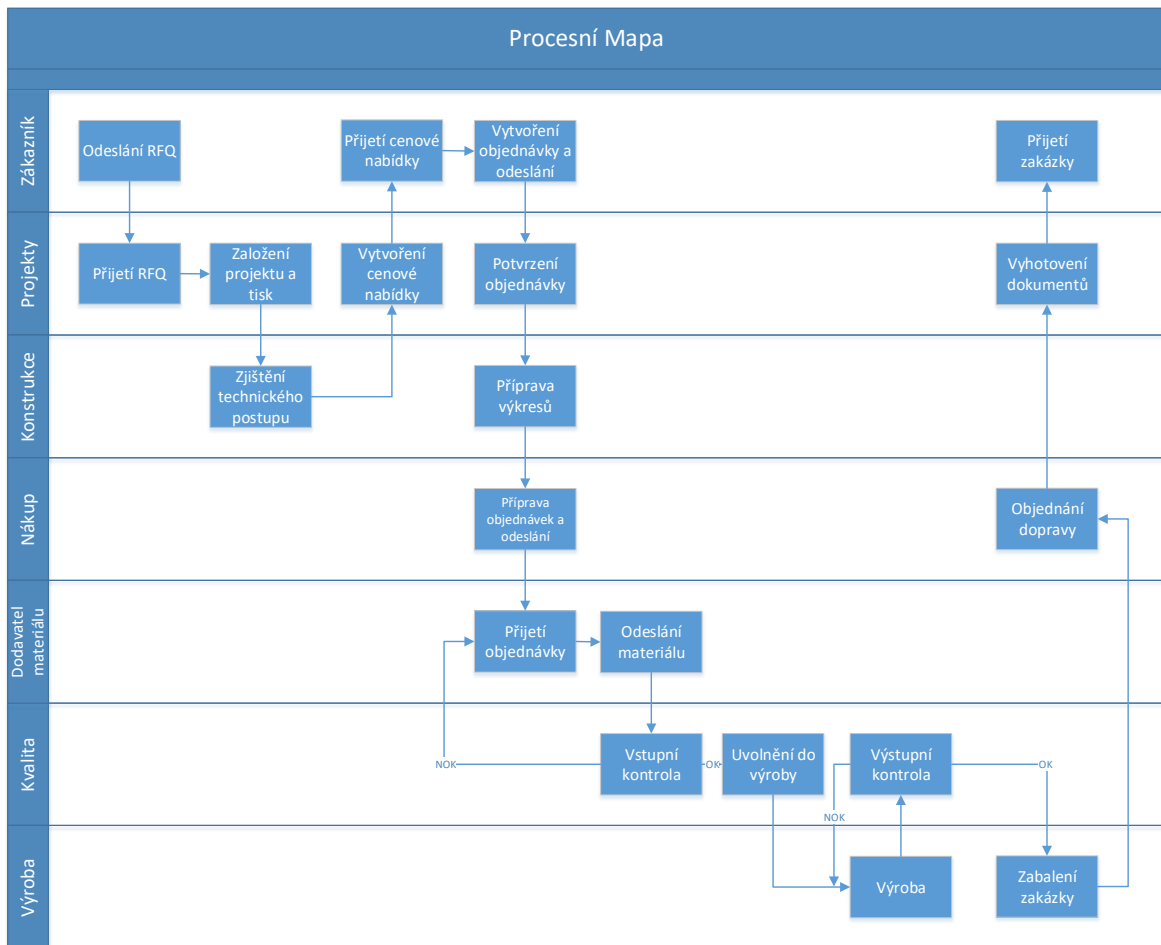
Po definování KPI byly připravené všechny údaje k sepsání konkrétního projekt charteru. Project charter je zobrazen v příloze 2.

Measure fáze

V teoretické části bylo v popisu navigátoru Measure fáze uvedeno, že se postup zlepšování člení na postup při odstraňování plýtvání Lean a postup snižování variability Six Sigma. Metoda Lean je použita na zeštíhlení a metoda Six Sigma na zjištění kořenové příčiny a zaměření na statistické prokázání kořenových příčin. Bylo rozhodnuto, že je nutno jak zeštíhlit proces, tak identifikovat kořenové příčiny problému. Proto budou v Measure fázi použity jak nástroje pro Lean, jako je value stream mapa, tak nástroje Six Sigmy, jako je generování kořenových příčin a sběry dat k analýze.

V rámci Measure fáze byla vytvořena procesní mapa, value stream mapa a Ishikawa diagram kořenových příčin.

Procesní mapa je vyobrazena na obrázku 27.



Obrázek 27 – Procesní mapa

Procesní mapa vychází ze SIPOC diagramu a je rozšířena o přesné aktivity, které se odehrávají od příjmu poptávky až do odesláni hotové zakázky. Těmito aktivitami jsou:

1. Zákazník odesílá poptávku – RFQ – Request for Quotation.
2. Berounská pobočka John Cockerill přijímá poptávku na projektovém oddělení.
3. Projektové oddělení zakládá nový projekt (zakázku) v podobě složky na sdíleném disku a ukládá všechny podklady od zákazníka.
4. Konstrukční oddělení přidává komentáře o možnostech výroby – jsme/nejsme schopni vyrobit a komentáře o nutnosti případné kooperace.
5. Komentáře z konstrukčního oddělení putují zpět na oddělení projektů. Projektové oddělení vytváří cenovou nabídku složenou z nákladů na materiál, na práci, na dopravu a z marže.

6. Projektové oddělení posílá cenovou nabídku zpět zákazníkovi.
7. Zákazník analyzuje cenové nabídky od dodavatelů a vybírá si nejvhodnějšího.
8. Zákazník posílá závaznou objednávku dodavateli.
9. Projektové oddělení obdrží závaznou objednávku a potvrzuje přijetí zpět zákazníkovi.
10. Konstrukce připravuje potřebné výkresy k zakázce a posílá je na nákupní oddělení.
11. Nákupní oddělení přijímá výkresy, vytváří objednávky na materiál a odesílá dodavateli materiál.
12. Dodavatel odesílá materiál zpět do pobočky v Berouně.
13. Dodaný materiál podstupuje vstupní kontrolou. Pokud vstupní kontrolou neprojde, je reklamován dodavateli. Pokud vstupní kontrolou projde, je přijat na sklad a uvolněn do výroby.
14. Oddělení výroby zahajuje výrobu zakázky.
15. Oddělení kvality kontroluje zhotovení zakázky rozměrově i vizuálně. Pokud díl projde výstupní kontrolou, je předán na zabalení. Pokud díl neprojde výstupní kontrolou, zahajuje se neshodné řízení a musí proběhnout oprava.
16. Zakázka je zabalena a odeslána zákazníkovi.

Procesní mapa pomohla všem účastníkům z různých oddělení pochopit proces, který probíhá mimo jejich oddělení. Dobré pochopení procesu je základem pro brainstorming o potenciálních kořenových příčinách. V rámci brainstormingu se položila týmu otázka: *Proč dodáváme zákazníkovi zakázky až s 92denním zpožděním?*

Tým identifikoval několik potenciálních kořenových příčin. Kořenové příčiny X byly rozděleny do kategorií:

- materiál;
- komunikace;
- řízení výroby;

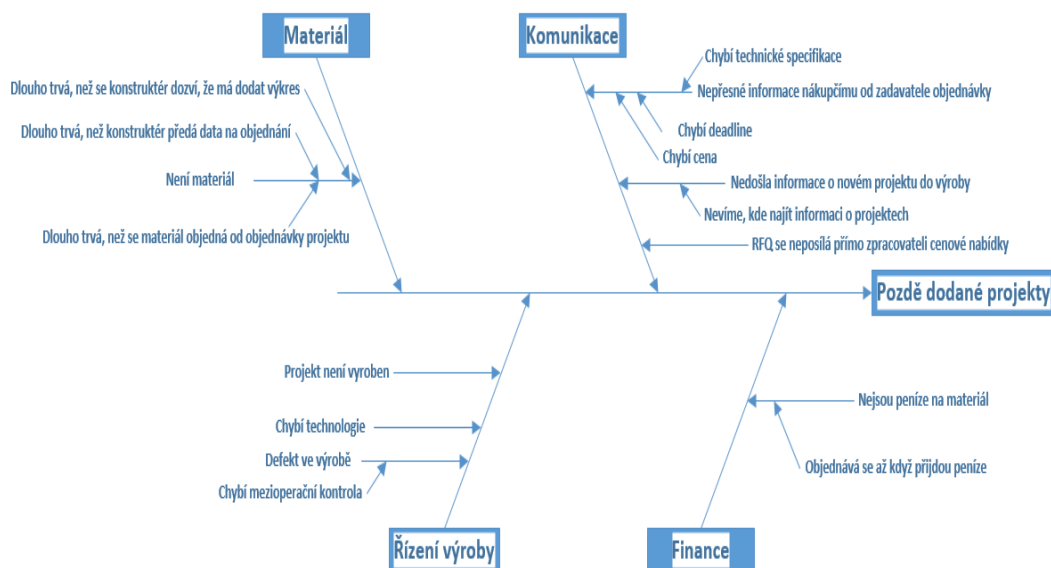
- finance.

Do **kategorie materiál** spadá časová prodleva, než se konstruktér dozví, že má dodat výkres nákupu nebo data na objednání materiálu nákupčímu, a tak dochází k tomu, že není materiál objednán včas a chybí pro výrobu. Další příčinou v kategorii materiál je nepřítomnost materiálu na skladě nebo příliš dlouhá doba odeslání objednávky na materiál dodavateli.

Do **kategorie komunikace** spadá chybějící technická specifikace předaná výrobě nebo skutečnost, že termín vyhotovení nebyl předán výrobě. Patří sem také chybějící cena objednávek na materiál, chybějící informace o umístění složky projektu na sdíleném disku, nepřesné informace o technické specifikaci materiálu z konstrukce a skutečnost, že zákazník nemá informace, kam má poptávku odeslat, a tak ji pošle řediteli, který e-mail s objednávkou nepřečte a nepřešle dál.

Kořenové příčiny v **kategorii řízení výroby** jsou: projekt není vyroben, defekt ve výrobě a chybějící technologie. V **kategorii finance** se jedná o následující kořenové příčiny: chybějící finance na materiál a odeslání objednávky dodavateli až ve chvíli, když jsou na účtu peníze na zaplacení objednávky.

Diagram rybí kosti, který zahrnuje výše zmíněné kategorie a potenciální kořenové příčiny, je zachycen na obrázku 28.



Obrázek 28 – Diagram rybí kosti

Po vytvoření diagramu rybí kosti byla ke každé potenciální příčině vypracována analýza 5 Proč, aby byla identifikována skutečná kořenová příčina. Na některé kořenové příčiny z Ishikawa diagramu byla provedena analýza pěti proč vícekrát. Například u kořenové příčiny *Projekt není vyroben do termínu odeslání* byla provedena analýza pěti proč dokonce pětkrát, a to z důvodu rozdílných odpovědí na první otázku proč. Na následujících obrázcích jsou znázorněny jednotlivé analýzy pěti proč. Na obrázku 29 je znázorněna analýza pěti proč na možnou kořenovou příčinu *Není materiál*.

Možná kořenová příčina	Není materiál
1×WHY	Materiál byl dodán pozdě.
2×WHY	Pozdě jsme zaslali objednávku.
3×WHY	Nákupčí dostal informaci o objednání pozdě.
4×WHY	Technická specifikace a výkresy byly dodány pozdě.
5×WHY	Konstrukce dostala informaci k výkresům pozdě.
Potenciální kořenová příčina	Po obdržení objednávky od zákazníka trvalo dlouho, než se konstrukce dozvěděla, že je nutné nakreslit výkresy, na základě kterých budeme objednávat materiál. Tyto výkresy jdou zpět manažerovi výroby, který vytvoří e-mail a přepoše ho nákupčímu, aby vyplnil objednávku a odeslal dodavateli.

Obrázek 29 – Pět proč – Není materiál

Analýza pěti proč na možnou kořenovou příčinu *Nejsou peníze na materiál* je znázorněna na obrázku 30.

Možná kořenová příčina	Nejsou peníze na materiál	Nejsou peníze na materiál	Nejsou peníze na materiál
1×WHY	Nebyly nám připsány na účet.	Nebyly nám připsány peníze na účet.	Byla pozdě odeslaná faktura.
2×WHY	Přeposílají se přes dva účty.	Neodeslali jsme fakturu na zálohu na materiál.	Nevěděli jsme, že faktura již může být vytvořena, že je projekt hotový.
3×WHY	Pravděpodobně kvůli kurzu.	Mysleli jsme, že nám Belgie bude hradit faktury rychleji.	Nenašli jsme v systému o tom informaci.
4×WHY	Nejde to změnit v SAPu.	Neměli jsme zavedený systém záloh.	Nevíme, kde hledat.
5×WHY	Pravděpodobně v Belgii neví jak.	Neměli jsme zkušenosti s externími projekty.	Nikdo nám neukázal, kde hledat.
Potenciální kořenová příčina	Peníze chodí nejdřív na účet belgického jednatele, který následně transferuje peníze na český účet. Nejdříve ale musí vyžádat platbu od Belgie, převod trvá minimálně 2 dny po přijetí platby na účet jednatele.	Zálohy na materiál dosud nebyly vyžadovány, protože jsme neměly zkušenost s externími projekty a mysleli jsme si, že faktury za hotový projekt budou uhrazené rychleji, než splatnost faktur na materiál. Z důvodu pozdního placení máme s dodavateli nastaveny předfaktury a dobírky. Musíme poté určit priority.	Asistentky neví, kde získat informace k vytvoření faktury. Většina faktur se jim potom z důvodu chybějících informací vrací a prodlužuje se tím doba zaplacení.

Obrázek 30 – Pět proč – Nejsou peníze na materiál

Obrázek 31 znázorňuje analýzu pěti proč pro možnou kořenovou příčinu *Projekt není vyroben do termínu odeslání*.

Možná kořenová příčina	Projekt není vyroben do termínu odeslání	Projekt není vyroben do termínu odeslání	Projekt není vyroben do termínu odeslání	Projekt není vyroben do termínu odeslání	Projekt není vyroben do termínu odeslání
1xWHY	Výroba začla vyrábět později	Nevěděl jsem, kolik času na výrobu máme.	Výroba začala vyrábět později	Nevíme, jak máme vyrobit.	Měli jsme defekt ve výrobě.
2xWHY	Nebyl materiál na výrobu.	Není plán výroby.	Nebyl materiál na výrobu.	Výkresy od zákazníka jsou nesrozumitelné.	Chybí mezioperační kontrola.
3xWHY	Dodavatel nedodal včas.	Nemáme si za co koupit stroje.	Dodavatel nedodal včas.	Dodavatel ho nedodal včas.	Není jasně určené kdo mezioperační kontrolu má dělat.
4xWHY	Nebyla mu uhrazena předfaktura.	Nikdo nám investici ještě neschválil.	Všichni odmítali plán výroby vytvořit.	Dodavatel nebyl schopný splnit termín na objednávce.	Kvalita nemá kapacitu na mezioperační kontrolu a výroba mezioperační kontrolu odmítá.
5xWHY	Na předfakturu nebyly finance.	Business plán je ve fázi schvalování.	Všichni dělají pouze to, co jim je slovně uloženo.	Objednávka byla poslána pozdě a dodavatel termín nepotvrdil.	Nesmíme přijímat nové lidi a ostatní na to nemají kapacitu, nebo to dělat nechtějí.
Potenciální kořenová příčina	V případě předfaktury, či dobírky nebyly na kontě peníze, objednávka se vyplňuje ve chvíli, kdy máme a účte peníze na materiál.	Prozatím se neprokávalo, že by naši zákazníci ušetřili v případě CMI CZ výroby - například výpalky.	Chybí plán výroby a informace o deadlinu projektu. Zaměstnanci nevyvíjí iniciativu, dokud je nikdo slovně nepožádá o splnění úkolu.	Nákupčí dostal informaci k nákupu pozdě, měl 2 dny na vyplnění, snažil se dát co nejdřívešší dodací termín, aby měli ve výrobě co dělat, ale dodavatel nepotvrdil a dodal později.	Máme zákaz přijímat nového člověka bez souhlasu Belgie. Belgie zamítla technologa. Kdo co dělá a kdo co přebírá.

Obrázek 31 – Pět proč analýza – Projekt není vyroben do termínu odeslání

Po provedení analýz pěti proč a určení potenciálních kořenových příčin byla provedena redukce kořenových příčin pomocí pravidla n/3. Celkem bylo nalezeno 10 příčin (n=10). Každý z týmu měl k dispozici 3 hlasy, které rozdělil mezi příčiny, jež považoval za nejpravděpodobnější kořenové příčiny problému pozdního dodávání zakázek.

Použitím pravidla n/3 byly kořenové příčiny redukovány z 10 na 4. Těmito 4 příčinami jsou:

- 1) Materiál byl dodán pozdě. Tato příčina je první odpovědí na otázku proč u potenciální kořenové příčiny *Není materiál*. Tým vyžadoval statistický důkaz k prokázání, že právě pozdní dodávky materiálu od dodavatele způsobují zpoždění zakázek.
- 2) Po obdržení objednávky od zákazníka trvá dlouho, než se konstrukční oddělení dozví o tom, že je nutné udělat výkresy, na základě kterých se bude objednávat materiál.
- 3) Pokud byl materiál objednán na předfakturu či dobírku, nebyly na účtu peníze. Bylo nutné čekat, až budou peníze na účet převedeny, a až potom bylo možné objednat materiál.
- 4) Nákupčí dostává informaci k nákupu pozdě. Na vyplnění objednávky má dva dny.

Redukováním kořenových příčin byl dokončen postup Measure fáze pro problémy variability a defektů neboli Six Sigma. Na začátku Measure fáze bylo řečeno, že v rámci projektu se rozhodlo využít i nástrojů pro Lean, jako je například value stream mapa. K vytvoření VSM bylo třeba získat časové údaje a data. Následující tabulka 2 ukazuje, jaká data bylo třeba sesbírat k vytvoření value stream mapy a k dalšímu ověření kořenových příčin.

Tabulka 2 - Plán sběru dat

Plán sběru dat						
Měření	Operační definice	Zdroj dat	Velikost vzorku	Kdo měří?	Kdy?	Přístup
Čas t	Počet dní od přijetí objednávky zákazníka do zaslání objednávek materiálu dodavatelům k přijatým projektům 201-219	Projektové tabulka, tabulka objednávek	Od projektu 201-219	Lucie	01.08.2018	dolování dat z reportu
Zpoždění materiálu	Počet dní od avizovaného termínu dodání do skutečného přijetí materiálu pro přijatý projekt 201-219	Projektové tabulka, tabulka objednávek	Od projektu 201-219	Lucie	01.08.2018	dolování dat z reportu
Zpoždění projektu	Počet dní od slíbeného termínu dodání projektu zákazníkovi do skutečného termínu dodání zákazníkovi	Projektová tabulka	Od projektu 201-219	Lucie	01.08.2018	dolování dat z reportu
Způsob platby	Zápis způsobu platby - faktura = F, předfaktura = PF, dobírka = D ke všem objednávkám na přijatý projekt 201-219	Finanční tabulka	Od projektu 201-219	Lucie Eva	01.08.2018	dolování dat z reportu
Výroba/kooprace	Určit k jednotlivým přijatým projektům 201-219, zda se jednalo o výrobu = V, nebo kooperaci K	Projektová tabulka	Od projektu 201-219	Lucie	01.08.2018	dolování dat z reportu
Informace pro výrobu	Počet dní od přijetí objednávky zákazníka do podání informace výrobě	E-mailly	Od projektu 201-219	Pavel	10.08.2018	dolování dat z mailu
Konstrukce	Počet dní od pokynu zpracování výkresové dokumentace na jednotlivé přijaté projekty 201-219 do předání k objednání	E-mailly	Od projektu 201-219	Jaroslav	10.08.2018	dolování dat z mailu
Pokyn k objednání	Datum přijetí požadavku k objednání k jednotlivým objednávkám	E-mailly	Od projektu 201-219	Eva	10.08.2018	dolování dat z mailu

Zdroj: Interní data John Cockerill

Value stream mapa na projekt pozdního dodání hotových zakázek je v příloze 3. Do value stream mapy jsou zároveň vepsány jednotlivé procesní časy a časy cyklu. Každá činnost je popsána dobou svého trvání. Vedle doby svého trvání je činnost označena buď:

- **Červeně** – NVA, činnost nepřidávající hodnotu;
- **Žlutě** – VE, činnost nutná k dokončení procesu;
- **Zeleně** – VA, činnost přidávající hodnotu.

Lead time celého procesu je 642 hodin, z toho činnosti přidávající hodnotu tvoří 300,5 hodin. 322 hodin z celého procesu jsou činnosti, které nepřidávají žádnou hodnotu. V případě tohoto zlepšovacího projektu to jsou doby čekání mezi operacemi, duplicitní administrativní, zpoždění materiálu a kontroly kvality. Efektivita procesního cyklu před aplikací zlepšení je 46,8 %.

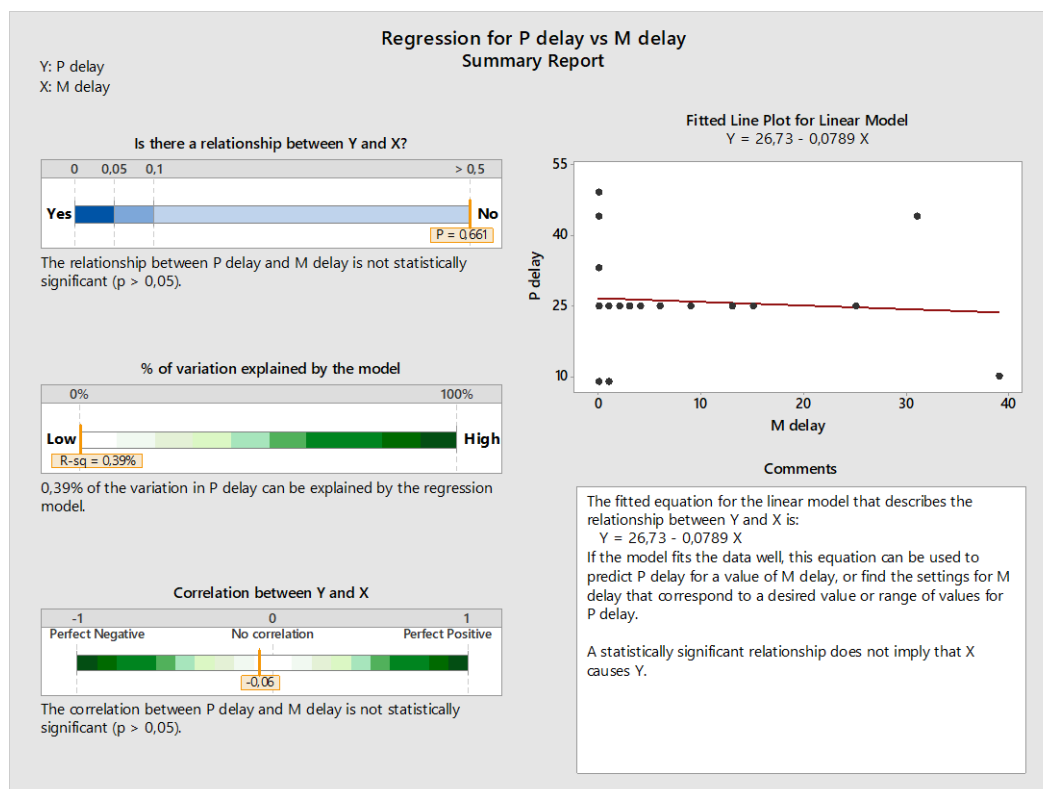
Analyze fáze

Ve fázi Measure byly redukovány kořenové příčiny a byla nasbírána data, které nachází uplatnění právě ve fázi Analyze. Je nutné buď prokázat, že právě tyto příčiny jsou kořenovými příčinami na problém pozdního dodávání, nebo tyto příčiny vyvrátit. K tomu byl použita analýza v softwaru Minitab.

Software Minitab využívá regresní analýzu a vyhodnocuje data. Data jsou buď statisticky signifikantní, nebo statisticky signifikantní nejsou. Minitab (na rozdíl od běžně dostupných programů) poskytuje komentáře k výpočtu a není třeba znát pravidla pro testování hypotéz či si pamatovat, při jaké hodnotě se zamítá a nezamítá nulová hypotéza. Software v komentářích sám uživateli řekne, zda je Y závislé na X a zda je mezi nimi vztah.

Jako první byla analyzována příčina *Materiál je dodán pozdě*. Porovnává se tedy počet dní zpoždění materiálu od dodavatele do John Cockerill CZ (X) a počet dní zpoždění hotové zakázky z John Cockerill CZ k zákazníkovi (Y). Je třeba určit, zda X má vliv na Y . Tento vztah je na obrázku 32. Na horizontální ose je zpoždění materiálu od dodavatele M Delay ve dnech a na vertikální zpoždění hotové zakázky P Delay ve dnech. Je stanovena nulová a alternativní hypotéza:

- Nulová hypotéza H_0 : **Zpoždění materiálu M Delay NEMÁ vliv na zpoždění hotové zakázky P Delay.**
- Alternativní hypotéza H_1 : **Zpoždění materiálu M Delay MÁ vliv na zpoždění hotové zakázky P Delay.**



Obrázek 32 – Report Minitab – Není materiál vs. Zpoždění projektu

P-hodnota regresního modelu *zpoždění hotové zakázky vs. zpoždění materiálu na zakázku* je 0,661. P-hodnota > 0,05, tudíž nezamítáme nulovou hypotézu a nulová hypotéza platí. **Kořenová příčina *Není materiál* není statisticky signifikantní.**

Podobný úsudek se dá zjistit i z regresní lineární funkce modelu:

$$Y = 26,73 - 0,0789 X \quad (7)$$

Y – zpoždění hotové zakázky

X – zpoždění materiálu na zakázku

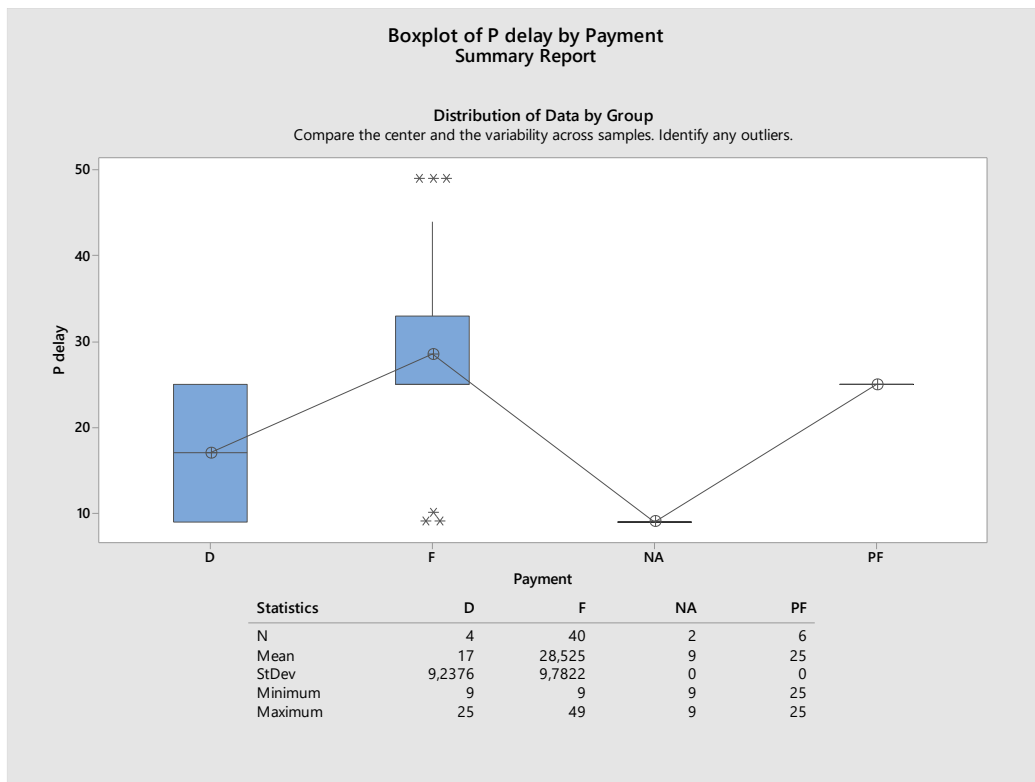
Pomocí této regresní funkce můžeme odhadovat budoucí vývoj. Pokud X je zpoždění materiálu ve dnech, výše uvedená rovnice by znamenala, že čím VĚTŠÍ bude zpoždění materiálu na zakázku od dodavatele, tím MENŠÍ bude zpoždění dodání hotové zakázky k zákazníkovi. Tyto dva atributy se navzájem vylučují, proto lze konstatovat, že kořenová příčina *Není materiál* nemá na pozdní dodání zakázky k zákazníkovi vliv.

Kromě regresní analýzy se může využít i grafické analýzy k určení, zda má X vliv na Y. Minitab k takovému určení používá krabicové diagramy.

Na obrázku 33 je vztah mezi další kořenovou příčinou *Způsob platby za materiál* a zpožděným dodáním hotové zakázky. Na horizontální ose je způsob platby. Způsobem platby může být:

- D – dobírka, platba probíhá při převzetí.
- F – faktura, platba probíhá po přijetí faktury. Materiál již je na skladě. Faktura má většinou 14denní splatnost.
- NA – u daného případu způsob platby nebyl detekován.
- PF – předfaktura, faktura musí být nejprve uhrazena, potom je možné odeslat materiál.

Na vertikální ose je patrné zpoždění dodání hotové zakázky ve dnech. Tým se domníval, že při některých způsobech platby dochází k prodloužení v dodání hotové zakázky k zákazníkovi.



Obrázek 33 – Krabicový diagram – Způsob platby za materiál vs. Zpoždění dodání hotové zakázky

Na obrázku 33 nalezneme jednotlivé krabicové diagramy pro každý způsob platby. Z grafu lze vyčíst, že k největšímu zpoždění dodání materiálu dochází, pokud je materiál hrazen fakturou (tj. 14 dní po přijetí faktury), přičemž je materiál již k dispozici. Nejmenšího zpoždění (v průměru) je dosaženo v případě plateb za materiál na dobírku. **Forma platby, a tím pádem i absence financí na účtu nemá vliv na dodávání hotové zakázky se zpožděním.** Ať se jedná o platbu na dobírku, fakturu, či předfakturu, projekt nabírá zpoždění.

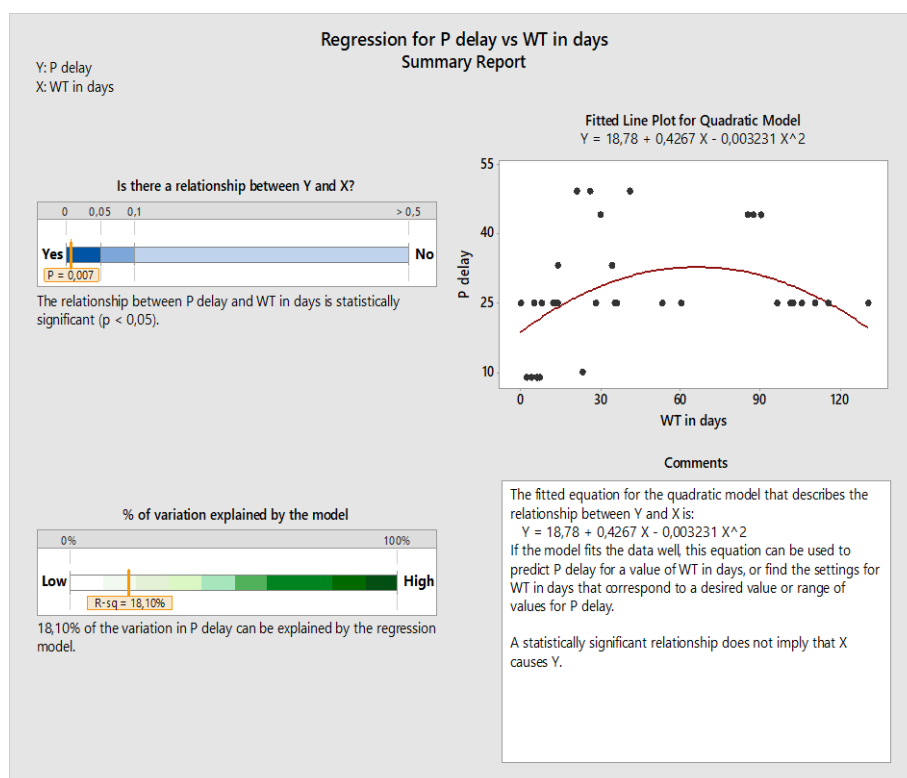
Jako poslední byl porovnán vztah mezi čekáním (X) a zpožděným dodáním hotové zakázky zákazníkovi (Y). Tato analýza v sobě zahrnuje potenciální kořenové příčiny:

- 1) Po obdržení objednávky od zákazníka trvá dlouho, než se konstrukční oddělení dozví o tom, že je nutné udělat výkresy, na základě kterých se bude objednávat materiál.
- 2) Nákupčí dostává informaci k nákupu pozdě. Na vyplnění objednávky má nákupčí dva dny.

Na horizontální ose znázorněna doba čekání ve dnech, vertikální zachycuje dobu zpoždění dodání ve dnech (viz obrázek 34). Data pro tuto analýzu byla převzata z value stream mapy, která byla v rámci Measure fáze vytvořena.

Jako v předchozím případě byla určena nulová a alternativní hypotéza:

- H_0 : Doba čekání **NEMÁ** vliv na zpoždění dodání hotové zakázky k zákazníkovi.
- H_A : Doba čekání **MÁ** vliv na zpoždění dodání hotové zakázky k zákazníkovi.



Obrázek 34 – Ověření kořenové příčiny čekání

P-hodnota modelu je 0,007. P-hodnota <0,05. To znamená, že zamítáme nulovou hypotézu a platí alternativní hypotéza. **Doba čekání (X) je statisticky signifikantní.** Mezi X – dobou čekání a Y – zpoždění dodání je vztah, který je vystižen kvadratickou funkcí:

$$Y = 18,78 + 0,4267 X - 0,003231 X^2 \quad (8)$$

Čím **MENŠÍ** je doba čekání mezi operacemi, tím **MENŠÍ** je doba zpoždění dodání. V současné situaci před zlepšením je z kvadratické regresní funkce patrné, že v případě nulové doby čekání by měl být projekt opožděn o 18,78 dní.

Fáze Improve

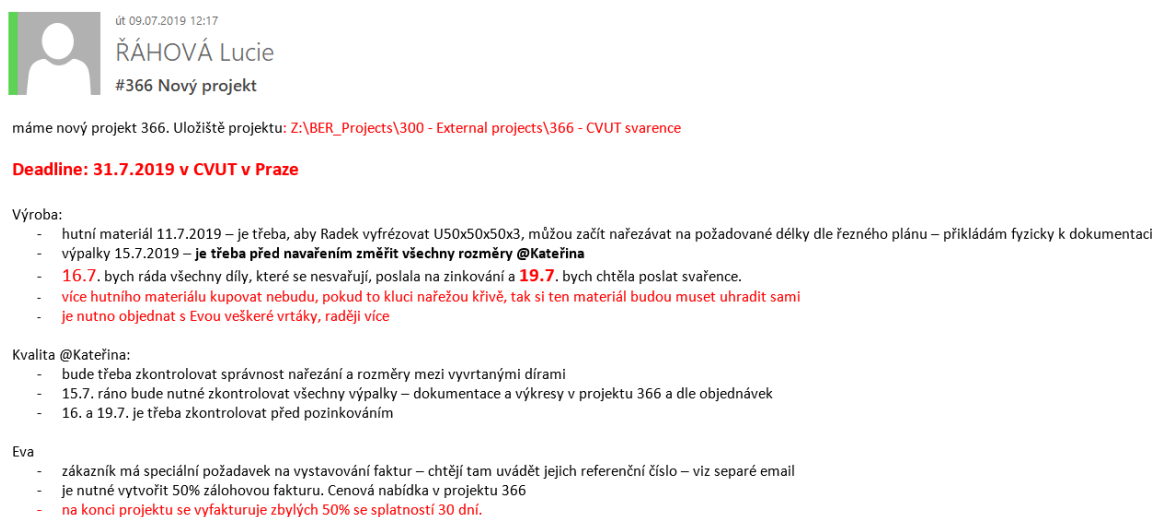
Po fázi Analyze, kdy byly prokázány kořenové příčiny, byly výsledky představeny jak managementu, tak i týmu.

V této fázi bylo k získání nápadů na nápravná opatření využito brainstormingu.

Prvním zlepšením, které bylo provedeno, bylo zlepšení komunikace mezi odděleními a zlepšení informací pro zákazníka, aby věděl, komu posílat poptávky. Pokud zákazník pošle závaznou objednávku, je rozeslán informační e-mail, který obsahuje:

- Informace o termínu dodání, zákazníkovi, číse projektu, množství.
- Kdy bude materiál k dispozici pro výrobu.
- Co je třeba zkontrolovat kvalitou – vstupní a výstupní kontrola.
- Jaké konstrukční výkresy je třeba dodat.
- Kde jsou uloženy všechny dokumenty k projektu.

Příklad informačního e-mailu je na obrázku 35.



Zdroj: interní data John Cockerill CZ

Obrázek 35 – Příklad informačního e-mailu

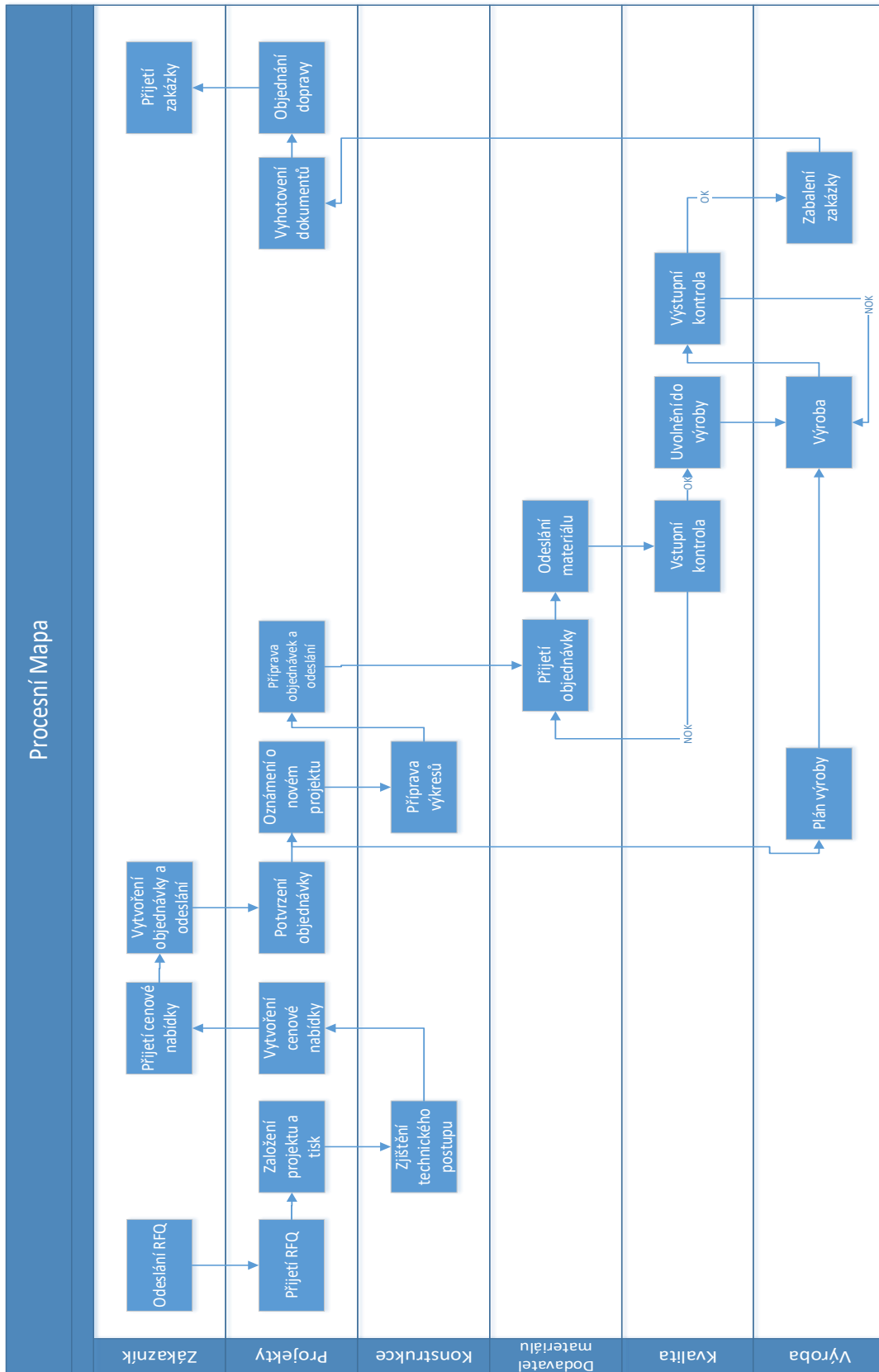
Dalším nápravným opatřením bylo přetvoření struktury a organizace práce. V původním procesu řešilo zakázku pět lidí, což způsobovalo čekání mezi operacemi. Poptávka přišla řediteli, cenovou nabídku tvořil projektový manažer, materiál objednával nákupčí, informace k nákupu dodával výrobní manažer

a manažer konstrukce. Nyní se proces zredukoval o čekání a projektový manažer se stará o zakázku od A do Z. Nový proces zahrnuje následující aktivity:

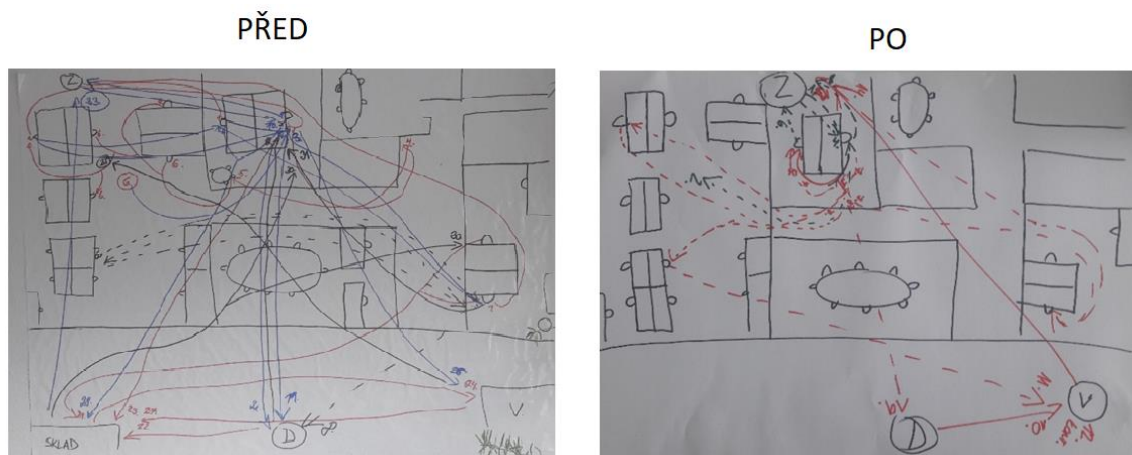
- 1) Zákazník odesílá poptávku na projektový management.
- 2) Projektový management zakládá projekt (zakázku).
- 3) Projektový management tvoří cenovou nabídku.
- 4) Zákazník posílá nákupní objednávku na projektový management.
- 5) Projektový management informuje o novém projektu s úkoly pro tým, výroba si naplánuje, kdy bude zakázku vyrábět.
- 6) Konstrukce vytváří potřebné dokumenty pro nákup materiálu.
- 7) Projektový management objednává materiál.
- 8) Materiál je kvalitativně zkontrolován a puštěn do výroby, popřípadě reklamován.
- 9) Výroba zakázky.
- 10) Výstupní kontrola rozměrů.
- 11) Projektový management objednává transport, tvoří dodací listy a mezinárodní přepravní formuláře.
- 12) Projektový management zakázku vyfakturuje.

Tímto novým procesem se redukoval počet pracovníků, který zasahuje do jedné zakázky, z pěti na čtyři.

K přehlednějšímu pochopení nového procesu byla zhotovena nová procesní mapa a nový špagetový diagram. Všechny procesy byly nově zdokumentované a vlastníci procesu nově zaškoleni. Nová procesní mapa je na obrázku 36. Obrázek 37 pak zachycuje procesní tok řešeného problému před zlepšením a po zlepšení.



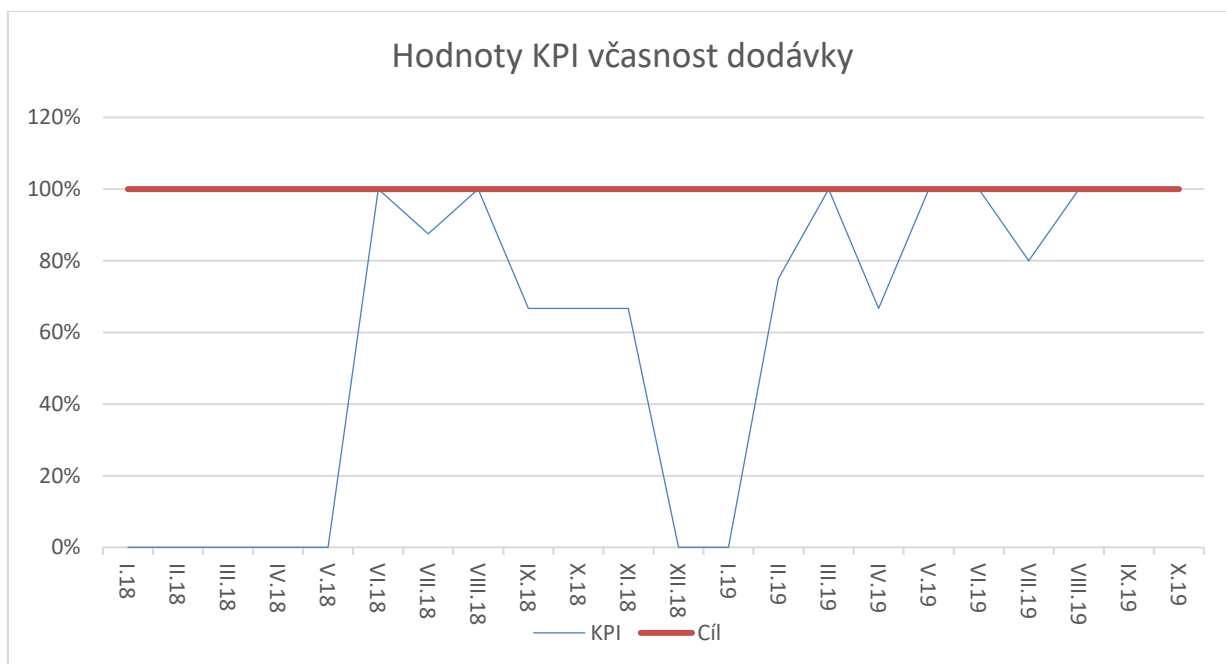
Obrázek 36 – Nová procesní mapa



Obrázek 37 – Špagetový diagram před a po zlepšení

Fáze Control

Fáze Control se vyznačuje kontrolou dodržování procesu. Dodržování procesu je definováno pomocí KPI, které můžeme nalézt v projektovém charteru v příloze 2. Fáze Control neprobíhá ihned po zlepšení, ale až po řádném zaučení vlastníků procesu a po zahájení sledování vývoje KPI v čase od zlepšení. V případě tohoto projektu tato chvíle nastala na konci roku 2018, kdy už bylo k dispozici dostatek dat. Na obrázku 38 je znázorněna tabulka KPI od ledna 2018 do září 2019. Příslušná data k tomuto grafu jsou znázorněna v tabulce 3.



Zdroj: interní data John Cockerill CZ, s. r. o.

Obrázek 38 – Hodnota KPI včasnost dodávky od 01/2018 – 09/2019

Cíl byl stanoven na 100%. Z obrázku 40 lze vidět, že si vedení v květnu 2018 začalo všimnout nákladů a nekvality z předchozích měsíců. Tým měl za úkol najít kořenovou příčinu, k čemuž využil metodu DMAIC. Posléze se KPI začíná pohybovat mezi 67 % a 100 % – podle celkového počtu zakázek v měsíci, který je zaznamenán v tabulce 3. Pokud byly v měsíci zakázky pouze tři a z toho jedna zakázka byla v prodlení, už je KPI pouze 67 %.

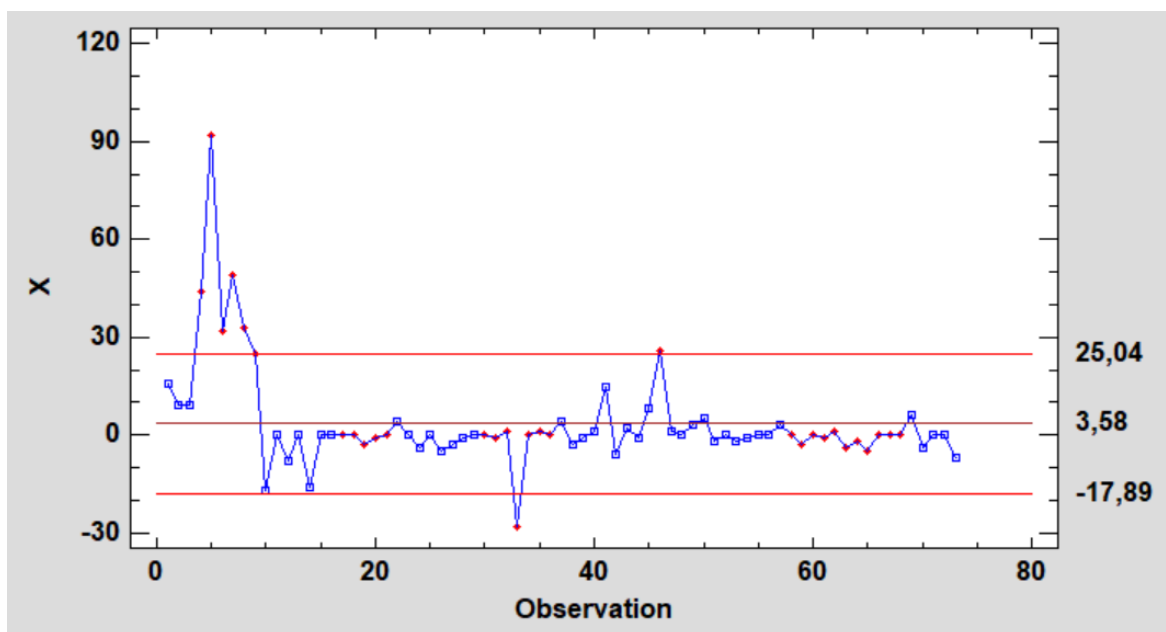
Tabulka 3 – Doprovodná tabulka ke grafu KPI

Měsíc a rok	Počet celkových zakázek	Počet zakázek do termínu	KPI	Cíl
I.18	2	0	0 %	100 %
II.18	2	0	0 %	100 %
III.18	2	0	0 %	100 %
IV.18	0	0	0 %	100 %
V.18	3	0	0 %	100 %
VI.18	4	4	100 %	100 %
VII.18	8	7	88 %	100 %
VIII.18	6	6	100 %	100 %
IX.18	3	2	67 %	100 %
X.18	6	4	67 %	100 %
XI.18	6	4	67 %	100 %
XII.18	3	0	0 %	100 %
I.19	2	0	0 %	100 %
II.19	8	6	75 %	100 %
III.19	1	1	100 %	100 %
IV.19	6	4	67 %	100 %
V.19	2	2	100 %	100 %
VI.19	0	0	100 %	100 %
VII.19	5	4	80 %	100 %
VIII.19	1	1	100 %	100 %
IX.19	2	2	100 %	100 %
X.19	1	1	100 %	100 %

Zdroj: interní data John Cockerill CZ, s. r. o.

Aby se poznalo, zda u KPI 67 % a méně je situace nežádoucí a je třeba zmonitorovat proces u konkrétní zakázky, byl vytvořen graf, který určuje, zda se prodlení pohybuje mimo nastavené hodnoty. Tyto hodnoty vyplývají ze směrodatné odchylky doby zpoždění či dřívějšího dodání všech zakázek. Hranice jsou vypočítány jako součet tří směrodatných odchylek do plusových i minusových hodnot. Pokud je hodnota mezi těmito hranicemi, jedná se pouze o mírné

odchýlení od cíle, v našem případě například sloučení několika zakázek v jednu pro stejného zákazníka s cílem za transportační náklady. Pokud je hodnota mimo cíl, je třeba zmonitorovat proces a odstranit příčinu, proč má projekt zpoždění. Regulační graf pro zakázky od 01/2018 do 09/2019 je na obrázku 39. Na tomto obrázku se na vertikální ose nacházejí jednotlivá pozorování – projekty a na horizontální ose jsou znázorněna zpoždění k jednotlivým pozorováním.



Zdroj: interní data John Cockerill CZ, s. r. o.

Obrázek 39 – Variabilita procesu od 01/2018 – 09/2019

K regulačnímu diagramu náleží data uvedená v tabulce 4.

Tabulka 4 – Data k regulačnímu diagramu

Internal #	Delay	Internal #	Delay	Internal #	Delay
201	16,00	263	0,00	319	3,00
203	9,00	264	-5,00	320	5,00
204	9,00	270	-3,00	322	-2,00
205	44,00	275	-1,00	323	0,00
208	92,00	281	0,00	326	-2,00
210	32,00	282	0,00	328	-1,00
214	49,00	283	-1,00	329	0,00
215	33,00	284	1,00	330	0,00
216	25,00	285	-28,00	341	3,00
220	-17,00	286	0,00	343	0,00
228	0,00	289	1,00	344	-3,00
229	-8,00	296	0,00	345	0,00
230	0,00	296	4,00	346	-1,00
231	-16,00	299	-3,00	348	1,00

232	0,00	300	-1,00	353	-4,00
233	0,00	302	1,00	354	-2,00
237	0,00	303	15,00	366	-5,00
242	0,00	304	-6,00	368	0,00
254	-3,00	305	2,00	369	0,00
255	-1,00	307	-1,00	369	0,00
256	0,00	308	8,00	370	6,00
259	4,00	309	26,00	381	-4,00
260	0,00	312	1,00	392	0,00
262	-4,00	313	0,00	393	0,00
				394	-7,00

Podle obrázku 39 je třeba zmonitorovat proces u zakázky číslo 309, kde vzniklo zpoždění 26 dní, a zakázku 285, která byla dodána se skoro měsíčním předstihem. Jinak lze říct, že se proces pohybuje v rámci vymezených hranic. Proto je důležité zkoumat i variabilitu procesu, ne pouze KPI.

Podle tabulky 3 společnost John Cockerill CZ, s. r. o., od začátku zavedení DMAIC procesu dostávala v průměru 1,5 zakázek za měsíc více.

Vzhledem k tomu, že se zpoždění pohybovalo u většiny projektů do 5 dnů, nebyla sankce udělena. Sankce byla udělena pouze pro zakázky 303 se zpožděním tři týdnů a 309 se zpožděním čtyř týdnů. Tato sankce činila celkem 667 €.

4.2 Zhodnocení přínosů předloženého návrhu

Očekávaným hlavním přínosem předloženého návrhu na zlepšení procesu bylo získat znalosti k řešení komplexního problému, nikoliv pouze jednotlivých částí nefungujícího procesu. Mentor dohlížel na postup zkvalitňování procesu a vedl tým. Díky dohledu došlo k implementaci navrženého řešení a k následné pravidelné kontrole funkčnosti procesu, případně k okamžitému zásahu při odchýlení od nastavených cílů.

Nezanedbatelným přínosem je rovněž to, že všichni vlastníci samotného procesu i vlastníci procesů, které na tento proces navazují, získali o tomto procesu mnoho informací. Vlastníci procesů získávají informace o hranicích svého procesu – odkud kam sahá jejich zodpovědnost, případně kdo zodpovídá za navazující proces. Díky účasti týmu složeného z vlastníků procesů různých oddělení došlo i ke zlepšení vzájemné komunikace mezi jednotlivými vlastníky procesu a ke

zlepšení přehledu o všech aktivitách v rámci celého procesu dodávání hotových zakázek – od přijetí žádosti na cenovou nabídku až po dodání zákazníkovi.

Celková výše sankcí se razantně snížila. Zatímco před zahájením procesu hradila společnost sankce ve výši 11 107 €, po implementaci zlepšovacího procesu bylo na sankcích zapláceno pouze 667 €. K tomuto velmi citelnému snížení došlo na základě toho, že zakázky začaly být dodávány zákazníkům včas. Zeštíhlení procesu a popis všech aktivit pro procesní vlastníky snížilo sankce o 94 %.

Zeštíhlením procesu vznikly i nové volné kapacity v podobě zaměstnanců, kterým byla odebrána část pracovních činností, tudíž se mohli plně soustředit na jiné potřebné pracovní činnosti. Původně se staralo o proces pět pracovníků, po zavedení změn k zabezpečení procesu stačí pracovníci čtyři.

Podstatného zlepšení si všiml také management, který následně poskytl celému týmu pozitivní zpětnou vazbu a vyjádřil podporu pro další zlepšování procesů v rámci celé společnosti, nikoliv pouze české pobočky.

Kromě managementu si zlepšení a zrychlení dodávání všiml také zákazník, který začal od společnosti objednávat častěji, což vedlo ke zvýšení přijímaných zakázek o 1,5 zakázky měsíčně a zlepšení zákaznické spokojenosti.

Průměrné zpoždění dodání zakázek se zlepšilo z původních 29,5 dnů na dodání v průměru s půldenním předstihem.

Závěr

V teoretické části byla stručně popsána historie zlepšování procesů a to včetně významných osob, které přispěly k vytvoření nynější podoby metody DMAIC. Jelikož metoda DMAIC souvisí s Lean Six Sigmou, byla vysvětlena i jejich souvislost. Následně byly charakterizovány jednotlivé fáze DMAIC a v rámci nich také nástroje, které se v jednotlivých fázích používají.

Předchozí metody na zlepšení podnikových procesů byly ve společnosti John Cockerill CZ, s. r. o., neúčinné a nebyly strukturované. Společnost řešila několik malých problémů v jednotlivých odděleních, avšak nezaměřila se na řešení komplexního procesu. I proto se společnost rozhodla zkusit metodu DMAIC.

Cílem této diplomové práce bylo popsat uplatnění metody DMAIC a zlepšení vybraného procesu ve společnosti John Cockerill CZ, s. r. o., na základě aplikace této metody.

Informace o metodě DMAIC popsané v teoretické části byly uplatněny v praktické části na případové studii problému dodávání výrobních zakázek k zákazníkovi až s 92denním zpožděním. Problém byl konkrétně a měřitelně popsán a byl definován tým určený pro nalezení řešení. Následně byl zmapován původní proces. Byly určeny potenciální kořenové příčiny, jejichž skutečné působení bylo následně statisticky ověřeno pomocí testování hypotéz. Následovalo zlepšení procesu v podobě vytvoření nové procesní mapy, definice nových procesů, zeštíhlení stávajícího procesu a snížení variability procesu dodávání výrobních zakázek.

Aplikace metody DMAIC vede s velkou pravděpodobností ke zlepšování podnikových procesů, pokud jsou skutečně použity nástroje podle doporučení pro jednotlivé fáze této metody. Problém pozdního dodávání, který byl řešen metodou DMAIC v této diplomové práci, byl zlepšen. Kromě snížení sankce o 94 % oproti původnímu stavu došlo i k zeštíhlení procesu a eliminaci nutných pracovních sil z pěti pracovníků na čtyři, dále se podařilo změnit zpoždění z 29,5 dne po termínu na v průměru půldenní předstih. Zpoždění se snížilo v průměru o měsíc.

Díky použití této metody je společnost schopna efektivně monitorovat proces i po zlepšení a řešit ad hoc aktuální situace. Celé řešení problému přispělo ke stmelení

kolektivu, ke zlepšení orientace v rolích a kompetencích u členů týmu, odpovědnosti v rámci procesu a pochopení, co procesu předchází a co po něm následuje.

Použití metody DMAIC má i svá rizika, která byla identifikována během aplikace metody na konkrétní problém. Je třeba mít mentora, který dokáže použití metody DMAIC protlačit přes management. Management se totiž soustředí především na produktivitu a velmi často odmítá účast svého týmu na schůzkách, které chápe jako plýtvání časem. Mentor by měl být vytrvalý, aby i přes případnou frustraci dovedl tým až do fáze Control a posléze dohlédl na to, že zlepšení byla skutečně zavedena do praxe. Důležitý je výběr členů týmu tak, aby se zapojovali do diskuze, a ze schůzek se nestal pouhý mentorův monolog.

Seznam literatury

BREYFOGLE, Forrest W. *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*. 2nd ed., Canada: John Wiley, 2003. ISBN 0471476323.

GEORGE, Michael L. *Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity*. Brno: SC&C Partner, 2010. ISBN 978-80-904099-2-7.

GOLDSBY, Thomas J. a Robert MARTICHENKO. *Lean Six Sigma logistics: strategic development to operational success*. Boca Raton, Fl.: J. Ross Pub., c2005. ISBN 978-1932159363.

JACKSON, Thomas Lindsay a Karen R. JONES. *Implementing a lean management system*. Portland, Or.: Productivity Press, 1996. ISBN 1563270854.

KRKOŠKOVÁ, Šárka, Adéla RÁČKOVÁ a Jan ZOUHAR. *Základy ekonometrie v příkladech*. V Praze: Oeconomica, 2009. ISBN 978-80-245-1564-9.

KREYSZIG, Erwin. *Advanced Engineering Mathematics*. New York: John Wiley, 1962.

MONTGOMERY, D. C. *Statistical Quality Control: A Modern Introduction*. 6. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2009. ISBN 978-0470-23397-9.

MÜLLER, Klaur-Reiner. *Handbuch Unternehmenssicherheit: Umfassendes Sicherheits-, Kontinuitäts – und Risikomanagement mit System*. 3. vydání. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015. ISBN 978-3-658-10150-3.

NENADÁL, Jaroslav. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-561-2.

OAKLAND, John S. *Statistical process control*. 6th ed. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, 2008. ISBN 978-0-7506-6962-7.

OHNO, Taiichi. *EVOLUTION OF TOYOTA PRODUCTION SYSTEM*. 1st ed, Independently published, 2017. ISBN 1973461005.

Poka-yoke: improving product quality by preventing defects. Cambridge, Mass.: Productivity Press, c1988. ISBN 0-915299-31-3.

QUICK, Tom. *Splitting the DMAIC: unleashing the power of continuous improvement*. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality, Quality Press, [2019]. ISBN 9780873899796.

RAWLINSON, J. Geoffrey. *Creative Thinking and Brainstorming*. New York: Routledge, 2017. ISBN 978-0-7045-0543-8.

SHANKAR, Rama. *Process improvement using Six Sigma: a DMAIC guide*. Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, c2009. ISBN 9780873897525.

SOBEK, Durward K. a Art SMALLEY. *Understanding A3 thinking: a critical component of Toyota's PDCA management system*. Boca Raton: CRC Press, c2008. ISBN 978-1-56327-360-5.

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

TENNANT, Geoff. *Six Sigma: SPC and TQM in manufacturing and services*. Burlington, VT: Gower, 2001. ISBN 9780566083747.

VANZANT STERN, Terra. *Lean six sigma: international standards and global guidelines*. Palo Alto, CA: Fultus Corporation, 2012. ISBN 1-59682-284-8.

WOMACK, James P., Daniel T. JONES a Daniel ROOS. *The machine that changed the world: based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million-dollar 5-year study on the future of the automobile*. New York: Rawson Associates, c1990. ISBN 0-89256-350-8.

5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště. Brno: SC&C Partner, c2009. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-1-0.

Elektronické zdroje:

Shmula.com: Lean Six Sigma Simplified [online]. [cit. 2019-09-23]. Dostupné z: <https://www.shmula.com/28695-2/28695/>

SigmaXL: Process Sigma Level Calculators [online]. [cit. 2019-09-23]. Dostupné z: <https://www.sigmaxl.com/ProcessSigma.shtml>

Smartsheet: Six Sigma for beginners [online]. 2019 [cit. 2019-09-23]. Dostupné z: <https://www.smartsheet.com/all-about-six-sigma>

Tallyfy: How to Use PDCA Cycle to Improve Process Efficiency [online]. 2019 [cit. 2019-09-23]. Dostupné z: <https://tallyfy.com/pdca-cycle/>

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Cíle jednotlivých fází DMAIC	10
Obrázek 2 – Plýtvání v procesech.....	13
Obrázek 3 – Navigátor Define fáze	14
Obrázek 4 – Příklad naplánování projektu	15
Obrázek 5 – Struktura SIPOC diagramu	16
Obrázek 6 – Typické hlasy zákazníka	17
Obrázek 7 – Vazba mezi hlasem zákazníka a kritickou hodnotou.....	18
Obrázek 8 – Navigátor fáze Measure	19
Obrázek 9 – Příklad špagetového diagramu	21
Obrázek 10 – Diagram plavecké dráhy	22
Obrázek 11 – Specifické znaky value stream mapy	23
Obrázek 12 – Ishikawa diagram vzor	24
Obrázek 13 – Použití metody 5× proč z rybí kosti	26
Obrázek 14 – Navigátor fáze Analyse	26
Obrázek 15 – Lineární regresní funkce	28
Obrázek 16 – Hodnotová analýza	29
Obrázek 17 – Navigátor Improve fáze.....	30
Obrázek 18 – První parní lokomotiva vyrobená společností John Cockerill	32
Obrázek 19 – Změna loga John Cockerill v roce 2019.....	33
Obrázek 20 – Příklady produktů ze sektorů John Cockerill	34
Obrázek 21 – Výrobní hala John Cockerill CZ, s. r. o., v Berouně	35
Obrázek 22 – Lokomotivy GCT, CFCO a YPF	36
Obrázek 23 – Část projektového charteru – popis problému a projektový tým	40
Obrázek 24 – SIPOC diagram – pozdní dodávání	41
Obrázek 25 – Špagetový diagram – pozdní dodávání.....	41
Obrázek 26 – Doplnění aktivit v rámci a mimo rámec projektu do projektového charteru	42
Obrázek 27 – Procesní mapa.....	44
Obrázek 28 – Diagram rybí kosti	46
Obrázek 29 – Pět proč – Není materiál	47

Obrázek 30 – Pět proč – Nejsou peníze na materiál	48
Obrázek 31 – Pět proč analýza – Projekt není vyroben do termínu odeslání	49
Obrázek 32 – Report Minitab – Není materiál vs. Zpoždění projektu	52
Obrázek 33 – Krabicový diagram – Způsob platby za materiál vs. Zpoždění dodání hotové zakázky.....	54
Obrázek 34 – Ověření kořenové příčiny čekání	55
Obrázek 35 – Příklad informačního e-mailu	56
Obrázek 36 – Nová procesní mapa	58
Obrázek 37 – Špagetový diagram před a po zlepšení.....	59
Obrázek 38 – Hodnota KPI včasnost dodávky od 01/2018 – 09/2019	59
Obrázek 39 – Variabilita procesu od 01/2018 – 09/2019.....	61

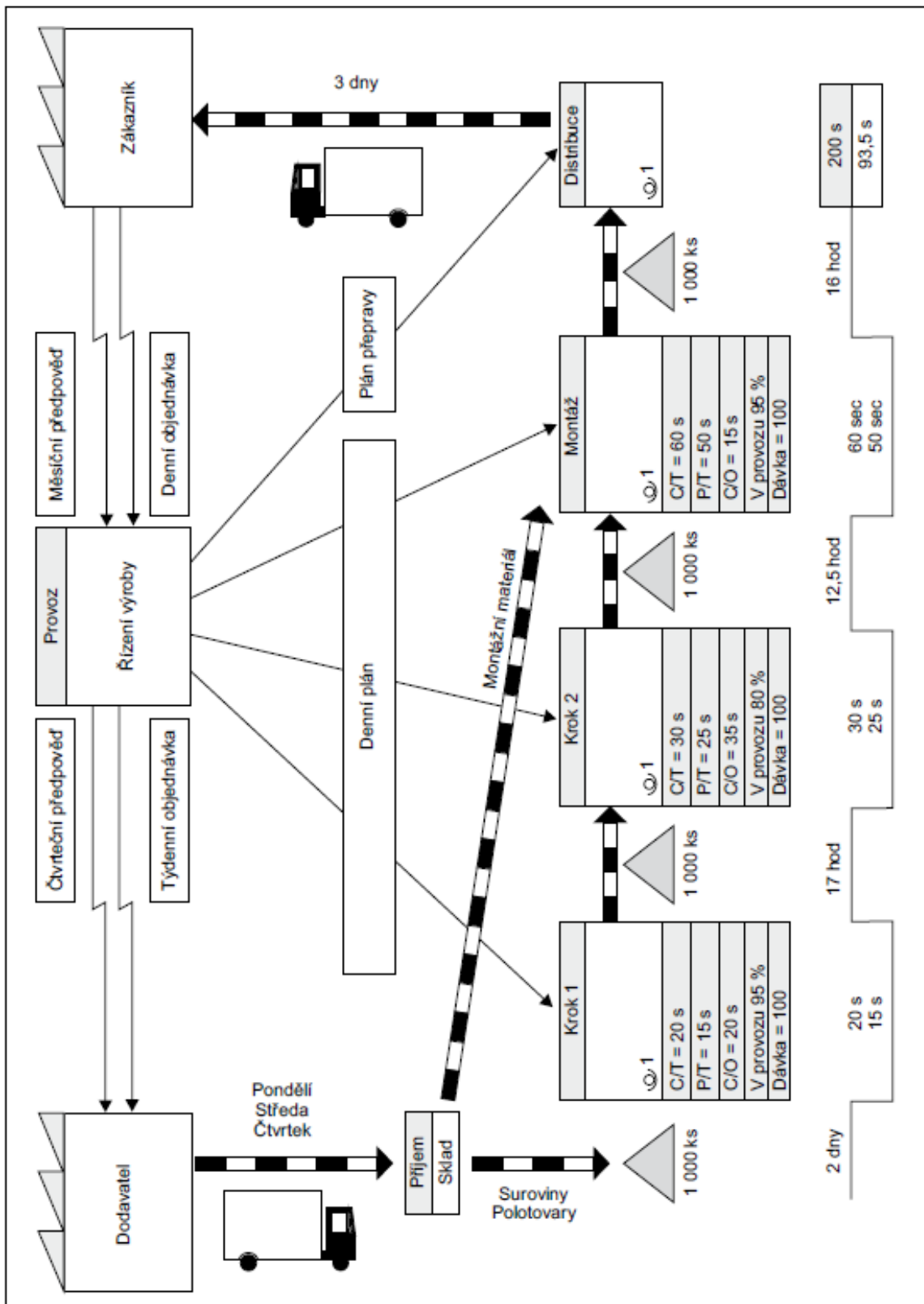
Seznam tabulek

Tabulka 1 - Podrobný přehled profitů a sankcí po projektech	38
Tabulka 2 - Plán sběru dat	51
Tabulka 3 – Doprovodná tabulka ke grafu KPI.....	60
Tabulka 4 – Data k regulačnímu diagramu.....	61

Seznam příloh

Příloha 1 - Příklad value stream mapy	72
Příloha 2 - Project Charter.....	73
Příloha 3 - Value stream mapa pro zlepšovací project	74
.....	74

Příloha 1 – Příklad value stream mapy



Příloha 2 – Project Charter

Zakládací listina (Project Charter)

POPIS PROBLÉMU:

Z projektového reportingu bylo zjištěno, že 100 % zakázek od 1. 1. 2018 bylo zákazníkovi dodáno až s 92denním zpožděním. CMI CZ bylo ohroženo sankcí od zákazníka v hodnotě 11 107 €. Potenciální dopad na projekty do konce roku je 23 850 €.

PROJEKTOVÝ TÝM:

Green Belt: [redacted]
Champion: [redacted]
Projektové oddělení: [redacted]
Nákup: [redacted]
Výroba: [redacted]
Technologie/Konstrukce: [redacted]

V RÁMCI PROJEKTU:

- Interní proces dodání zakázky
- Fakturace projektu

MIMO RÁMEC PROJEKTU:

- Zákaznické formuláře
- Změna zákaznických požadavků

PLÁN PROJEKTU:

Start a konec projektu: 1. 8. 2018 – 1.10. 2018

HODNOTÍCÍ KRITÉRIA (KPI):

KPI: Včasnost dodávky

CTQ:

- Dodání zakázky do termínu stanoveného na závazné nákupní objednávce
- Sankce za pozdní dodání je rovna 0

$$\frac{\text{Počet zakázek dodaných do termínu v PO}}{\text{Celkový počet dodaných zakázek zákazníkovi}} = 100\%$$

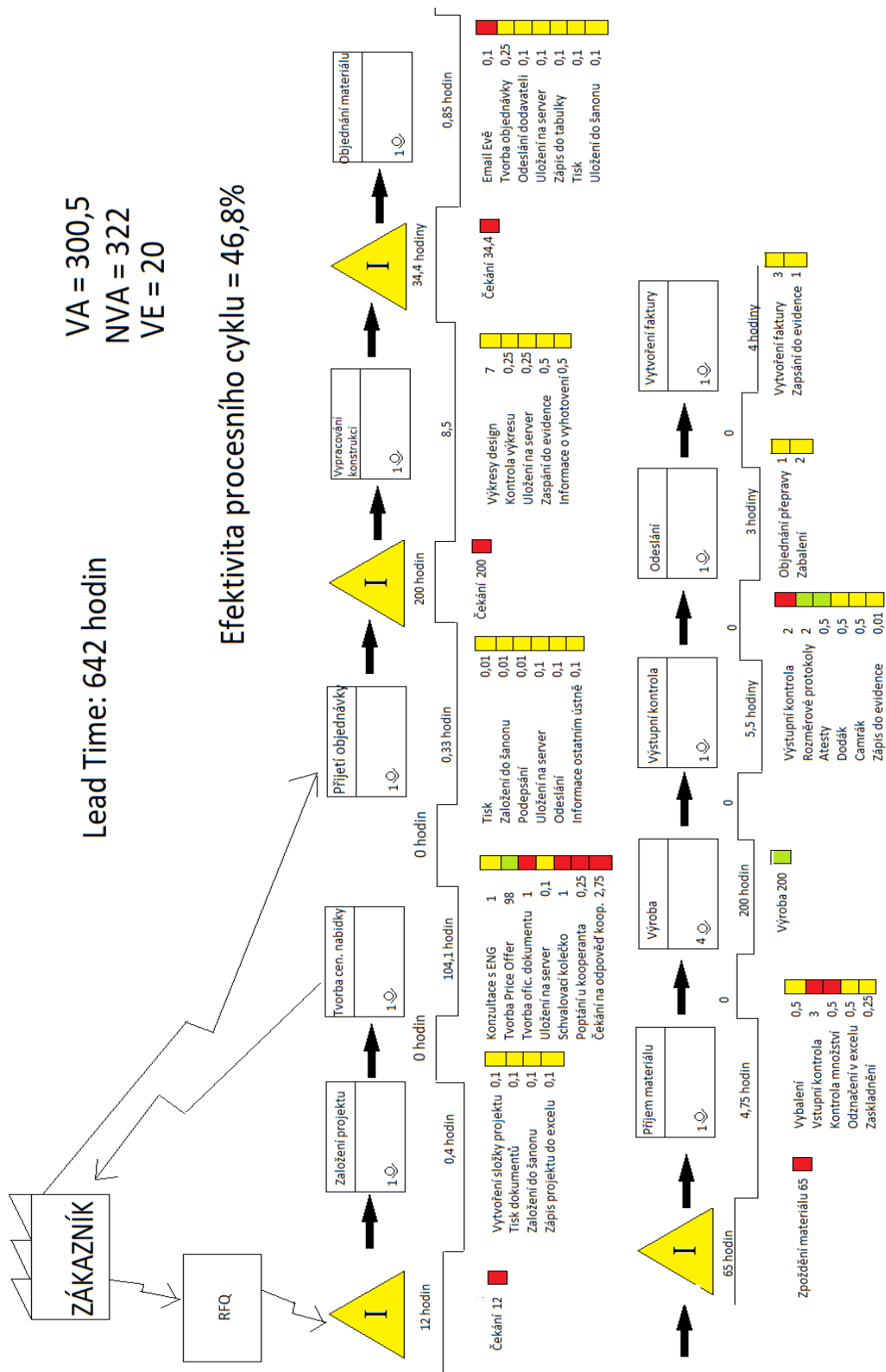
CÍL A BUSINESS BENEFITY:

Z 100 % pozdně dodaných zakázek zákazníkovi bude do 1. 10. 2018 opožděno 0 % zakázek. 100 % zakázek bude dodáno zákazníkem do termínu uvedeném na nákupní objednávce. Sankce za pozdní dodání zakázek je 0.

KPI: Sankce za pozdní dodání

$$\text{Počet týdnů v prodlení} \times 0,02 \times \text{cena} = 0$$

Příloha 3 – Value stream mapa pro zlepšovací project



ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Bc. Lucie Řáhová		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	6208R088 Podniková ekonomika a management provozu		
NÁZEV PRÁCE	Aplikace metody DMAIC ve výrobní společnosti		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. David Holman, Ph.D.		
KATEDRA	KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2020
POČET STRAN	76		
POČET OBRÁZKŮ	39		
POČET TABULEK	4		
POČET PŘÍLOH	3		
STRUČNÝ POPIS	<p>Tato diplomová práce se zabývá aplikací metody DMAIC ve výrobní společnosti. Cílem je uplatnit nástroje metody DMAIC při zlepšování podnikového procesu dodávání zakázek do termínu ve společnosti John Cockerill CZ, s.r.o a zhodnotit přínosy návrhu opatření. V teoretické části jsou představeny a popsány nástroje metody DMAIC. V praktické části je představena společnost John Cockerill CZ, s.r.o a je zhodnocen aktuální stav procesu dodávání zakázek. Následně je navržena optimalizace problému dodávání zakázek po termínu pomocí metody DMAIC. V závěru jsou zhodnoceny přínosy předloženého návrhu.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	DMAIC, Lean Six Sigma, Value stream mapa, Zlepšování podnikových procesů		

ANNOTATION

AUTHOR	Bc. Lucie Řáhová		
FIELD	6208T088 Business Administration and Operations		
THESIS TITLE	Application of the DMAIC method in manufacturing company		
SUPERVISOR	Ing. David Holman, Ph.D.		
DEPARTMENT	KRVLK - Department of Production, Logistics and Quality Management	YEAR	2020
NUMBER OF PAGES			
	76		
NUMBER OF PICTURES			
	39		
NUMBER OF TABLES			
	4		
NUMBER OF APPENDICES			
	3		
SUMMARY			
	<p>This thesis is focused on the application of the DMAIC method in a manufacturing company. The aim is to apply tools of the DMAIC method in improving of the business process of delivering orders in time in the company John Cockerill CZ, s.r.o. and to evaluate the benefits of the proposed measure. The theoretical part introduces and describes the tools of the DMAIC method. In the practical part, the company John Cockerill CZ, s.r.o. is introduced and its current state of the order delivery process is evaluated. Subsequently, the optimization of the issue - orders delivered after deadline - via the DMAIC method is proposed. In the conclusion, the benefits of the submitted proposal are evaluated.</p>		
KEY WORDS			
	DMAIC, Lean Six Sigma, Value Stream Map, Process improvements		