

Zlepšení výrobního procesu ve vybrané firmě využitím DMAIC cyklu

Jakub Burian

Bakalářská práce
2019

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub Burian**
Osobní číslo: **M160029**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Zlepšení výrobního procesu ve vybrané firmě využitím DMAIC cyklu**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Charakterizujte Lean Production, Six Sigma a metodiku DMAIC.

II. Praktická část

- Vypracujte a realizujte návrh na zlepšení současného stavu pomocí metodiky DMAIC.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

PANDE, Peter S., Robert P. NEUMAN a Roland R. CAVANAGH. Zavádíme metodu Six Sigma, aneb, Jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti. Brno: TwinsCom, 2002, 416 s. ISBN 80-238-9289-4.

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

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

WOMACK, James P. a Daniel T. JONES. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. Revised and updated. New York: Free Press, 2003, 400 s. ISBN 978-07-432-4927-0.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání bakalářské práce: **7. ledna 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2019**

Ve Zlíně dne 7. ledna 2019

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

Ing. Denisa Hrušecká, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 30.4.2019

Jméno a příjmení: Jakub Burian

podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na eliminaci procesní nekvality výrobního procesu ve vybrané firmě. Cílem práce bylo snížit počet neshod zjištěných pracovníky výstupní kontroly po montáži vybraného produktu a tím snížit celkové náklady na nekvalitu. Podstatou práce bylo vypracování zlepšovacího projektu, který měl za cíl analyzování a řešení zjištěných neshod. Na základě analýzy vad byly vybrány nejpočetnější a nejnákladnější neshody. Pro řešení v bakalářské práci projektový tým řešil šest hlavních neshod. V rámci projektových schůzek byly k vybraným vadám hledány kořenové příčiny vzniku neshod. Po zjištění kořenových příčin projektový tým řešil u každé neshody nápravná opatření, která vedla k odstranění defektů z výrobního procesu. Hlavní přínosem projektu bylo snížení celkového počtu neshod, snížení nákladů nutných na přepracování a snížení nákladů na šrotované díly. Což uvolnilo kapacity, které jsou nyní efektivně využívány pro jinou činnost. Dalšími přínosy bakalářské práce byly zjištění, které mohou být v rámci firmy aplikovány i do jiných výrobních linek.

Klíčová slova: štíhlá výroba, Six Sigma, DMAIC, projekt

ABSTRACT

The bachelor thesis focuses on the elimination of the procedural poor quality of the production process in a selected company. The aim of the work was to reduce the number of nonconformities detected by the output controllers after the assembly of the selected product, thus reducing the overall costs of poor quality production. The basis of the work was the preparation of an improvement project, which aimed at analysing and solving the nonconformities. Based on the defect analysis, the most numerous and costly nonconformities were selected. The project team dealt with six main nonconformities and these are presented in the bachelor thesis. As part of the project meetings, the root causes of the nonconformities were identified for the selected defects. After identifying root causes, the project team dealt with corrective measurements for each nonconformity, which led to the elimination of defects from the production process. The main benefit of the project was reduction of the total number of nonconformities, decrease in the costs of reproduction and decrease in the costs of scrapped parts. This has released capacities that are now effectively used for other activities. Other benefits of the bachelor thesis were findings that can be applied within the company to other production lines.

Keywords: lean production, Six Sigma, DMAIC, project

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce

paní Prof. Ing. Felicitě Chromjakové Ph.D.

za odborné vedení, cenné rady a připomínky, kterými mi přispěla při tvorbě bakalářské práce.

Dále bych rád poděkoval firmě Fritzmeier s.r.o. za prostor k vytvoření projektu řešeném v bakalářské práci. Jmenovitě *Ing. Miloslavovi Hajduchovi* za schválení zpracování bakalářské práce a *Ing. Liborovi Skalickému* za trpělivost a podporu v průběhu studia.

Zvláštní poděkování patří

mým nejbližším,

za podporu po dobu celého studia.

Splnit se nám můžou jen ty sny, ve které věříme.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 DEFINICE PROCESNÍHO PROSTŘEDÍ	12
1.1 PROCES.....	12
1.2 VÝROBNÍ PROCES.....	12
1.3 ÚKOL, ČINNOST	12
1.4 PRODUKT PROCESU, ZÁKAZNÍK.....	13
1.5 HRANICE PROCESU.....	13
1.6 ÚČASTNÍCI PROCESU	14
1.7 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESU	14
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA – SIX SIGMA	14
2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	14
2.2 HISTORIE ŠTÍHLÉ VÝROBY	15
2.3 PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY.....	15
2.4 SIX SIGMA	18
2.5 HISTORIE SIX SIGMY	19
2.6 PRINCIPY SIX SIGMY.....	19
3 PROJEKTY ŠTÍHLÉ VÝROBY A SIX SIGMY	20
3.1 POROVNÁNÍ ŠTÍHLÉ VÝROBY A SIX SIGMY	20
3.2 PŘÍNOSY Z VYUŽITÍ ŠTÍHLÉ VÝROBY A SIX SIGMY	21
3.2.1 Přímé úspory.....	21
3.2.2 Nepřímé úspory	21
3.3 PODMÍNKY PRO ÚSPĚCH PROJEKTU	21
3.4 PŘEKÁŽKY A CHYBY PROJEKTU	22
4 DMAIC – CHARAKTERISTICKÉ PRVKY METODIKY	22
4.1 DEFINE	23
4.2 MEASURE	25
4.3 ANALYZE.....	26
4.4 IMPROVE.....	28
4.5 CONTROL.....	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
5 POPIS VYBRANÉHO PROCESU PRO ZLEPŠENÍ METODIKOU DMAIC ..33	
6 DEFINE	34

6.1	VÝBĚR VHODNÉHO PROJEKTU.....	34
6.2	SESTAVENÍ PROJEKTOVÉHO TÝMU	34
6.3	NAPLÁNOVÁNÍ PROJEKTU	34
6.4	URČENÍ ROZSAHU PROJEKTU.....	34
6.5	SBĚR HLASU ZÁKAZNÍKA	34
6.6	NASTAVENÍ CTQ A CÍLŮ PROJEKTU	35
6.7	IDENTIFIKACE RIZIK PROJEKTU	36
6.8	ZJIŠTĚNÍ PŘÍNOSŮ PROJEKTU.....	36
6.9	SEPSÁNÍ PROJEKTOVÉHO LISTU	37
7	MEASURE	37
7.1	DEFINICE PROBLÉMU	37
7.2	MAPOVÁNÍ PROCESU	38
7.3	PLÁN SBĚRU DAT	39
7.4	OVĚŘENÍ MĚŘICÍHO SYSTÉMU.....	39
7.5	SBĚR DAT O PROCESU.....	40
7.6	GENERACE KOŘENOVÝCH PŘÍČIN.....	40
7.7	REDUKCE KOŘENOVÝCH PŘÍČIN.....	40
7.8	VÝPOČET ZPŮSOBILOSTI PROCESU	41
8	ANALYZE	41
8.1	PROVEDENÍ GRAFICKÉ ANALÝZY	41
8.2	TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ	44
9	IMPROVE	46
9.1	HLEDÁNÍ ŘEŠENÍ.....	46
9.1.1	Neslepené těsnící gumy	46
1.7.1	Chybějící plastová záslepka.....	47
1.7.2	Poškrábané sklo, lak	48
1.7.3	Křivá guma pod zámkem.....	51
1.7.4	Špatně nalepené okno	51
10	CONTROL	53
10.1	NASTAVENÍ PROCESNÍ KPI	53
10.2	NAPLÁNOVÁNÍ KONTROLY PROCESU	53
10.3	PROVEDENÍ ZLEPŠENÍ (KONTROLNÍ GRAFY)	54
ZÁVĚR.....		60
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		61
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		62
SEZNAM OBRÁZKŮ.....		64
SEZNAM TABULEK		65
SEZNAM PŘÍLOH.....		66

ÚVOD

Dnešní turbulentní doba zvyšuje požadavky na konkurenceschopnost firem, aby byly firmy schopné čelit tlakům konkurenčního okolí, jsou nucené pružně reagovat na tržní změny. Z tohoto důvodu se firmy snaží zefektivnit všechny podnikové činnosti, ať už se jedná o zvyšování produktivity práce či snížení plýtvání. Jakákoli forma plýtvání znamená pro firmu ztrátu, což se v celkovém součtu může projevit na konečné ceně výrobku nebo zisku firmy. Jestli chce být firma konkurence schopná, musí se snažit tyto nepřímé náklady snižovat. V automobilovém průmyslu se s těmito aktivitami setkáváme již několik let, ovšem zamezování plýtvání se v dnešní době netýká jen zmiňovaného automobilového průmyslu, ale přesahuje už i do dalších odvětví.

Teoretická část práce rozebírá základní definice procesního prostředí, poté plynule přechází do historie, definic a rozdělení štíhlé výroby a Six Sigmy. Dále je představena metodika DMAIC, na které je vystaven celý projekt.

Na začátku praktické části je představena společnost Fritzmeier s.r.o., poté následují jednotlivé projektové kroky: Od definování cílů projektu přes zjištění aktuálního stavu až po zjištění a odstranění kořenových příčin.

V závěru práce jsou zhodnoceny přínosy realizovaného projektu a podány návrhy na další možná zlepšení, které by společnost posunuly o další kroky vpřed.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je vytvoření dostatečných teoretických základů pro zpracování praktické části optimalizačního projektu, a to z důvodu snížení počtu neshod zjištěných při výstupní kontrole po montáži daného produktu. Projekt obsahuje časový rámec, vyhodnocení snížení počtu neshod a finanční návratnost projektu. Výsledky zlepšovateľského projektu jsou přesně měřitelné a podložené.

Praktická část začíná založením projektového týmu a stanovením cílů zlepšovateľského projektu. V dalším kroku projektu dochází k přesnému definování problémů, provedení mapování výrobního procesu a sběru dat z klíčových procesů, na základě získaných dat jsou definovány vady, které budou v rámci projektu řešeny. Určení vad má dva hlavní klíče, a to je četnost a nákladovost jednotlivých vad. Po získání dat následuje další fáze projektu, a tou je analyzování získaných dat. Při analyzování dat je využito Paretovo rozdělení a testování hypotéz. Testování hypotéz je provedeno v softwaru Minitab. V předposlední fázi projektu jsou řešeny kořenové příčiny jednotlivých vad. Původně jsme v rámci týmu chtěli tyto neshody řešit metodou 5x proč, tato varianta byla nakonec týmem zamítnuta. Poslední fáze projektu se věnuje řízení procesu a vyhodnocení úspěšnosti projektu. Na Ishikawově diagramu jsou zobrazeny pozitivní přínosy celého projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DEFINICE PROCESNÍHO PROSTŘEDÍ

1.1 Proces

Šmída (2007, s. 29) ve své knize definuje proces *jako organizovanou skupinu vzájemně souvisejících činností a/nebo subprocessů, které procházejí jedním nebo více organizačními útvary či jednou nebo více spolupracujícími organizacemi, které spotřebovávají materiální, lidské, finanční a informační vstupy a jejichž výstupem je produkt, který má hodnotu pro externího nebo interního zákazníka.*

Svozilová (2011) k procesu dále dodává, že v případě, kdy bude správně dodržena série definovaných činností či úkolů, bude postupným vykonáváním dosaženo předem definovaných výsledků.

1.2 Výrobní proces

Jurová (2016) ve své publikaci definuje výrobní proces jako oblast, v níž jsou plněny zadané výrobní úkony. Ať už se jedná o hotové výrobky, produkty či služby podle požadavků trhů nebo konkrétních zákazníků. Stanovujícím faktorem výrobního procesu jsou vlastní výrobní kapacity. Základem je zákaznický trh, z kterého plyne poslání pro dlouhodobou strategii či operativu. Váchal a Vochozka (2013) k výrobnímu procesu dále dodává, že výrobní proces musíme vždy směřovat na zákazníka, dokud není výrobek, produkt či služba zakoupena, nemáme potvrzení, že naše činnost byla účelná a že zákazník získal očekávaný prospěch, tzv. hodnota pro. Jeden výrobek může mít u různých zákazníků jinou užitnou hodnotu. Zde platí, výroba zde není jen pro výrobu, ale pro uspokojení zákaznických potřeb.

1.3 Úkol, činnost

Úkol či činnost je podle Svozilové (2011, s. 15) *měřitelná jednotka práce, jejímž účelem je transformace vstupního prvku do předem definovaného výstupu.* Z procesního pohledu můžeme s pojmem úkol, činnost pracovat v několika pohledech podle měřitelných údajů, které k dané činnosti logicky přiřadíme. V tom případě můžeme hovořit o nejmenší měřitelné jednotce práce, která má:

- Čas trvání
- Logické souvislosti s jinými činnostmi projektu nebo procesu
- Přiřazený zdroj, které spotřebovává a které se následně odrazí v čerpaných nákladech na provedení

Pilařová (2016) uvádí, že podle úrovně vyzrálosti podřízených, druhu úkolu a časových východisek můžeme uvážit, zda zadáme plný úkol, tj. definujeme, co a jak má být učiněno, nebo zda dáme podřízenému volnost ve výběru způsobu realizace a zadáme jen, co má být učiněno. Máme-li vyzrálého podřízeného (zkušeného odborníka, samostatného), můžeme mu zadat úkol způsobem „co“ a „do kdy“ má být hotové, ostatní postup už necháme přímo na něm, což povede k větší motivaci,

než kdybychom pracovníkovi nenechali „volné ruce“. Úkolujeme-li nezralého podřízeného (bez zkušeností, znalostí, nesamostatného), požaduje-li činnost zpracování přesně dle zadaného postupu (např. technologického postupu) a končí-li nám termín, pak zvolíme zadání, co a jak.

Plamínek (2000) při zadání úkolu typu „co“ definuje:

- Výsledek, kterého má podřízený docílit
- Kritéria, podle nichž bude vyhodnoceno, zda byl výsledek splněn
- Omezení (čas, náklady, informace, technologie, lidské zdroje atd.)
- Míra pravomocí pracovníka, který má úkol vypracovat
- Termín splnění
- Dopad splnění/nesplnění úkolu
- Možnosti spolupráce a pomoci

1.4 Produkt procesu, zákazník

Svozilová (2011, s. 16) uvádí, že *produkt procesu je hmotným nebo nehmotným výstupem, který je vytvořen za účelem toho, aby sloužil pokrytí potřeb nebo přání zákazníka procesu. Za produkt procesu považujeme jakýkoliv hmotný výrobek, nehmotný výtvar, službu nebo kombinaci všech uvedených položek, která má vlastnosti, jež představují určitou hodnotu, zajišťují určité funkce nebo přinášejí jiný prospěch někomu, kdo pociťuje potřebu, přání nebo má požadavek, který tento produkt pokrývá.*

V okamžiku, kdy je produkt procesu postoupen osobám či skupinám osob mimo prozkoumávanou organizaci, a v okamžiku, kdy jsou tyto organizace či lidé ochotné za daný produkt dát směnnou hodnotu, poté jsou tyto skupiny nazvané externím zákazníkem, nebo jen zákazníkem. Šmída (2007) k definici zákazníka dodává, že je nutné mít na paměti, že zákazník již není pro firmu „nutné zlo“, které zde existuje jen proto, aby někdo měl výhradní právo odebírat produkty a byl neomezeným zdrojem příjmů. V dnešní době je firma nutným zlem pro zákazníky, kteří potřebují jeden z mnoha téměř totožných produktů jako prostředek, s jehož pomocí může být vyřešen jejich problém. Někdy jsou jeho náklady, vynaložené na zisk výrobku, téměř totožné s cenou, kterou odběrateli za výrobek účtujeme. Jednou z nejdůležitějších podmínek toho, aby organizace byla pro zákazníky přitažlivou, je stát se firmou, se kterou se výborně spolupracuje.

1.5 Hranice procesu

Svozilová (2011, s. 17) popisuje hranice procesu jako složité, v některých případech velmi těžce či zcela nemožně definovatelnou část. *Proto abychom byli schopni procesy oddělit od okolního prostředí a pracovat na jejich popisu, analýze či navrhovat a implementovat změny, musíme procesní prostředí alespoň částečně strukturovat a označit, co do námi zpracovávaného procesu spadá a co je již za hranicí našeho momentálního zřetele.* Definice ohraničení procesu je velmi často součástí

zadání zlepšovateľského projektu a jejím cílem je vymezení oblastí působení konkrétní iniciativy a zlepšení komunikace mezi členy týmu a ostatními zájmovými skupinami projektu. Ke správnému pojmenování hranic procesu používáme SIPOC diagramy.

1.6 Účastníci procesu

Pilařová (2016) třídí účastníky procesu podle jejich rolí, dle vztahu k procesu, dle znalostí a rozsahu odpovědnosti do těchto kategorií:

- Zákazník
- Dodavatel
- Sponzor
- Podnik, vlastníci podniku
- Manažer
- Šampión
- Operátor

1.7 Zlepšování procesu

Řepa (2007) uvádí, že zlepšování podnikových procesů je dnes nutností pro setrvání firmy na trhu. Za poslední dvacet let se ve zdravějších ekonomikách takřka stalo zvykem, že podniky byly tlačeny svými zákazníky, kteří vyžadovali neustále lepší služby a produkty, do neustálého zlepšování svých procesů. Jestliže zákazník neobdrží požadované, má možnost obrátit se na konkurenci. Hlavní hodnota tržní ekonomiky je totiž síla konkurenčního prostředí. To je jeden z důvodů, proč mnoho firem pracuje na zlepšování svých podnikových procesů. Takový přístup je založen na pochopení a měření současného procesu a z toho vyplývajících podnětů ke zlepšování. Tento stav můžeme pojmenovat „přirozeným procesním přístupem“. Ježek (2018) upozorňuje na velké riziko. *Zlepšování je opravdu důležité se věnovat! Jestliže se vám totiž nepodaří podchytit a využít zlepšovateľský potenciál vašich lidí, reálně hrozí nebezpečí, že ten vynikající nápad, se kterým za vámi chtěli přijít, bude působením kvantové kreativity někým úplně jiným podán a zrealizován u vaší konkurence.*

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA – SIX SIGMA

2.1 Štíhlá výroba

Womack a Jones (2003) definují štíhlou výrobu jako soubor metod a principů, které se zaměřují na definování a omezení činností sloužícím zákazníkům procesu, které nepřinášejí procesům ve výrobě či službách žádnou přidanou hodnotu. Svozilová (2011) uvádí, že metodologie štíhlé výroby se opírá o cyklický přístup ke zlepšování procesu – projektové týmy se soustředí na menší zlepšovateľské

kroky a celkového zlepšení je dosaženo postupným vzájemným působením, které pomůže odstranit případné negativní důsledky aplikace pokusných řešení. Štíhlá výroba předpokládá, že procesy musí být v první fázi standardizovány, tedy dokumentovány a ověřeny, že skutečně fungují v souladu se zpracovaným popisem – a to předtím, než je možné přistoupit k jejich zlepšování.

Nejčastějším termínem, který se objevuje ve slovníku zlepšovatelství týmů v oblasti štíhlé výroby, je plýtvání (angl. waste, jap. muda).

2.2 Historie štíhlé výroby

Váchal a Vochozka (2013) uvádí, že štíhlá výroba není nějaký nový objev. Její jednotlivé prvky se začaly vyvíjet již od počátků průmyslové výroby (Taylor, Ford). Teprve hlubší, systematické a důsledné používání řady metod v japonské automobilce Toyota ve 2. polovině 20. století prokázalo, že komplexní použití různých metod dává vyšší užitek než jejich oddělené používání, a celý tento systém, který se vytvářel řadu let, se začal nazývat štíhlá výroba (Lean Production).

Bauer a Haburaiová (2015) ve své knize uvádí, že historie štíhlé výroby vznikla ve firmě Toyota v padesátých letech minulého století. Je to komplexní organizace od vývoje a výroby produktu, až ke vztahům s dodavateli a zákazníky, která optimalizuje požadavek zákazníka tak, aby bylo potřeba méně lidské práce, kapitálu i času a výrobky byly kvalitnější.

2.3 Principy štíhlé výroby

Podle Váchala a Vochozky (2013, s. 466) štíhlá výroba *není štíhlá proto, že by se zbavovala určitých činností (i když i to je možné), ale především proto, že se dokáže účinně zbavovat všech nečinností, ztrát, které nepřidávají hodnotu pro zákazníka, ale jen zvyšují náklady.*

Štíhlá výroba je charakterizována:

- Snahou po odstranění všech ztrát (času, materiálu atd.). Definuje 8 různých druhů ztrát
- Kombinací vhodných metod do systému, který nebude nikdy definitivní a bude se vždy poněkud odlišovat dle charakteru výroby i tradic podniku, který bude chtít štíhlou výrobu zavádět
- V prvé řadě zaměřením na potřeby zákazníka
- Zapojením všech pracovníků do neustálého hledání drobných zlepšení, která ve svých důsledcích vedou k podstatnému zlepšení celého podniku

Dlabač (2017) popisuje plýtvání jako činnosti, za které zákazník není ochoten zaplatit. Z pohledu technologie se nic nestane, když tyto kroky odbouráme. Cílem je tyto procesy eliminovat, nejlépe úplně odstranit.

Druhy plýtvání, s nimiž se setkáváme nejčastěji, jsou:

- Čekání
- Nadvýroba
- Přepřacování
- Zbytečný pohyb
- Přemístování
- Zpracovávání
- Doprava, skladování
- Nevyužitý intelekt

Čekání

Váchal a Vochozka (2013) uvádí ke ztrátám způsobeným čekáním, že čekání bývá způsobeno z technicko - organizačních důvodů, což jsou různé poruchy strojů, nebo špatný tok materiálu. Mnohdy se můžeme setkat s tím, že pracovník jen pozoruje stroj, jak pracuje. Tyto ztráty jsou relativně lehce odhalitelné. O dost složitěji se odhalují prostoje, kdy pracovník čeká, až obdrží rozpracovaný výrobek k dalšímu zpracování. Takové ztráty mohou být malé, ovšem v rámci směny mohou značně narůstat.

Nadvýroba

Jurová (2016) ve své publikaci popisuje nadvýrobu jako matku veškerého plýtvání. Jedná se o složitý proces vznikající skladováním náhradních dílů, materiálu, nedokončených výrobků, hotových výrobků atd. Všechny tyto položky zbytečně zabírají skladové kapacity a vzbuzují potřebu dalších nákladů, jako jsou vysokozdvizné vozíky, regály, další pracovníci. Pro udržení nadměrně vysokého pracovního kapitálu se v zásobách zbytečně váží finanční prostředky, které by bylo možné mnohem lépe vynaložit jinde. Ve filozofii štíhlé výroby je tento druh plýtvání jedním z největších „prohřešků“.

Přepřacování

Váchal a Vochozka (2013) ve své publikaci definuje u přepřacování zmetky. Zmetky jsou výrobky, které nesplňují předepsanou standardní kvalitu. Byl na ně spotřebován materiál a vložena do nich lidská práce a měly by se vyřadit. Vždy je tomu tak, když je kontrola kvality až na závěr procesu. Proto se doporučuje provádět kontrolu kvality též v průběhu procesu, kdy je možné ještě zjištěný vadný výrobek pozastavit a opravit, aby nevznikl zmetek. V hromadné výrobě může na výrobní lince vzniknout velké množství zmetků za relativně krátký čas, než je problém zjištěn a linka zastavena. Tyto stroje by měly být vybaveny mechanismy, které je v uvedených případech automaticky zastaví.

Zbytečný pohyb

Jurová (2016) definuje zbytečný pohyb jako činnost, která produktu nepřináší žádnou přidanou hodnotu. Váchal a Vochozka (2013) doplňuje ke zbytečnému pohybu, že jakýkoli zbytečný pohyb, který není bezprostředně spojen s přidáváním hodnoty, představuje ztrátu, je neproduktivní. Může to být zbytečné hledání, přecházení, manipulace s těžkými břemeny, která by se měla provádět mechanizovaně a ne ručně. Zbytečné pohyby lze odstranit vhodnou organizací a pro jednotlivé materiálové položky, spisy, nebo doklady vyčlenit stálé a neměnné místo. Ztráty způsobené zbytečnými pohyby je nutné odstraňovat hlavně u hromadné výroby, protože tam se každý takový pohyb opakuje mnohokrát za směnu, což pak již představuje významný podíl ve struktuře času pracovníka. Důležitým pomocníkem může být například metoda 5S.

Přemísťování

Svozilová (2011) uvádí k přemísťování, že má většinou podobný průběh a důvody, odlišuje se hlavně tím, že se objekty potřeby nepromyšleně nebo bezcílně přemísťují z místa na místo, nebo nejsou tam, kde je potřebujete, abyste daný úkon mohli provést. Zde můžeme zařadit i situaci, kdy nám chybí nějaký komponent, ale i tak je zboží odesláno k zákazníkovi. Po obdržení chybějícího komponentu je odeslán komponent a odborníci k zákazníkovi, kde přímo u zákazníka dochází k instalaci. Zde bychom mohli dlouze polemizovat, zda je tato varianta pro nás ta nejlevnější, ale jsou situace, kde se musí brát v úvahu konkrétní okolnosti, které takovému rozhodnutí předcházely.

Zpracovávání

Jurová (2016) uvádí k tomuto druhu plýtvání, že jde o zdoluhavé a komplikované postupy vycházející z byrokratických nařízení, zřizování zbytečných duplicitních kopií dokumentů, posílání přebytečných nebo nepotřebných zpráv a opisování údajů z papírových dokumentů do informačních systémů. Svozilová (2011) definuje plýtvání ve zpracovávání jako zbytečné kroky v procesu, velké množství schvalovacích stupňů a nejasně definované popisy jednotlivých pracovních procedur.

Doprava, skladování

Váchal a Vochozka (2013) uvádí k dopravě, že aby jen nezvyšovala náklady, musí být pro zákazníka účelná, tzn. musí tvořit přidanou hodnotu času nebo místa. Pro efektivitu dopravy jsou odstraňovány dopravní operace, kdy je materiál převážen z místa na místo jen z toho důvodu, že není přesně určeno, kam má být uskladněn. Efektivní doprava nepředstavuje ztráty, i když pro zákazníka nemá žádnou přidanou hodnotu. Svozilová (2011) k této formě plýtvání dodává, že veškeré náklady vynaložené na dodatečné skladování jsou plýtváním. Pokud zjistíme, že skladujeme něco, co v brzké době nebudeme potřebovat, opět plýtváme. Musíme-li čekat na zásobu, která přišla se zpožděním, také plýtváme.

Jestliže zásoba neočekávaně dorazí a my ji musíme přemístit z místa, kde jsme se dříve domnívali, že ji budeme potřebovat, ale nyní tam pouze leží, zase plýtváme, pouze jinou podobou. Jen přesná analýza jednotlivých variant, která dokáže předložit jasná fakta k rozhodnutí, je příčinou, proč jsou přístupy štihlé výroby tolik úspěšné.

Nevyužitý intelekt

Váchal a Vochozka (2013) popisuje ztráty z nevyužitého intelektu jako chybu vedoucích pracovníků, kteří nedokáží nebo neumějí dosáhnout využití schopností svých podřízených pracovníků. Vedoucí pracovníci žijí v přesvědčení, že vše znají nejlépe, a nemají nutnost se radit s ostatními. Výsledkem tohoto jednání je ztráta využitého intelektu, potenciálu a tvořivosti pracovníků.

Pro získání zkušeností a inspirace je vhodné získat zkušenosti z historie průmyslové výroby, i ze zkušeností existujících podniků. Ačkoli prvopočátek štihlé výroby pochází z oblasti hromadné výroby, v dnešní době jsou snahy zavádět tyto prvky i do jiných druhů výrob či služeb.

2.4 Six Sigma

Podle Nenadála (2008) je Six Sigma filozofií zlepšování, jejíž orientace se nejvíce soustředí na prevenci neshod, úspory nákladů a na zkracování průběžných výrobních dob. Zdůrazňuje se orientace na zlepšení jakosti a hospodárnosti. Ve srovnání s jinými přístupy ke zlepšování se strategie Six Sigma orientuje zejména na zapojení vrcholového managementu organizací a musí být zaváděna „shora dolů“. Mezi základní východisko filozofie Six Sigma patří závislost mezi výdaji vynaloženými na nízkou jakost a mezi způsobilostí procesu. Je prezentováno, že organizace, které docílí způsobilosti procesů na úrovni 3 σ nebo 4 σ , vynakládají na výdaje spojené s nízkou jakostí 25 až 40 % svých výnosů, přičemž organizace dosahující úrovně 6 σ takto vynaloží méně než 5 % svých výnosů.

Pande a kol. (2002) definuje metodu Six Sigma jako celostní a flexibilně fungující systém sloužící k dosažení, udržení a maximalizaci obchodních úspěchů. Six Sigma se zakládá na pochopení a porozumění potřeb a očekávání zákazníků, na přesném používání zjištěných faktů, dat, statistické analýzy a na základě důkladného přístupu k řízení, zlepšování obslužných, výrobních a obchodních procesů.

Prokázané přínosy Six Sigmy můžeme definovat takto:

- Snížení nákladů
- Zvýšení produktivity
- Růstový podíl na trhu
- Udržení stávajících a získání nových zákazníků

- Snížení obslužné doby
- Eliminace výskytu vad
- Změna firemní kultury
- Tvorba nových produktů či služeb a plno dalších

Podle Kourdiho (2011) je Six Sigma strategie podnikového řízení, která byla vytvořena ve společnosti Motorola za účelem zjištění a odstranění příčin závad v podnikových procesech a při výrobě. Pro využívání těchto metod jsou ve firmách tvořeny určité skupiny lidí, kteří jsou experty na využívání těchto metod. Každý projekt Six Sigma má před zahájením určené jednotlivé kroky a finanční cíle. Dále rozděluje Six Sigma na dvě hlavní metody: DMAIC (define, measure, analyse, improve, control – definovat, změřit, analyzovat, zdokonalit, kontrolovat), tato metoda se používá pro zlepšení již existujících procesů, a DMADV (define, measure, analyse, design, verify – definovat, měřit, analyzovat, navrhovat a ověřovat), která je používána pro tvorbu nových produktů nebo návrhů nových procesů.

Miller (2011) rozděluje Six Sigma do těchto významů. Manažerská filosofie musí být založena na principu neustálého zlepšování, které je dosahováno díky procesnímu řízení a je uplatňováno rozhodování na základě změřených dat. Jedná se o kvantitativně a strukturovaně založený přístup ke zlepšování kvality procesů a produktů s pomocí týmové práce. Úroveň kvality procesu či produktu můžeme vyčíslit jako 3,4 chyb na jeden milión příležitostí.

2.5 Historie Six Sigmy

Svozilová (2011) uvádí k historii Six Sigmy: Ve srovnání se štíhlou výrobou je historie Six Sigmy výrazně kratší. První počátky Six Sigmy sahají do sedmdesátých let minulého století, přímo do firmy Motorola, přímo k televizorům Quasar. Před zahájením metod Six Sigmy byl každý pátý televizor vycházející z výrobních linek vadný. V Motorole si vytyčili velmi obtížný cíl – se stejnými dělníky, technologií a výrobními vzory vyrábět výrobky vyšší kvality, při nižších výrobních nákladech. Vytvoření a zahájení aplikace Six Sigmy trvalo až do poloviny osmdesátých let. Díky tomuto konceptu se Motorola stala vedoucí společností v oblastech zisku a kvality. Pande a kol. (2002) k historii Six Sigmy ještě dodává, že původy mnohých Six Sigma principů a nástrojů spatřily světlo světa mnohem dříve, než byly zpracovány Motorolou, některé pocházejí od „kvalitářských“ myslitelů jako W. Edwards Deming, Joseph Juran a dalších.

2.6 Principy Six Sigmy

Pande a kol. (2002) uvádí, že základním předpokladem zdravého růstu podnikání je využívání těch nejlepších podnikatelských praktik „best practices“, které jsou obsaženy v metodice Six Sigmy.

Metodika Six Sigma je založená na statistických a matematických analýzách. Prvky Six Sigmy jsou rozděleny do těchto základních principů:

- Zaměření na zákazníka, spolupráce bez hranic
- Řízení založené na informacích a faktech
- Zaměření na procesy a jejich zlepšování
- Proaktivní management, honba za dokonalostí a tolerance neúspěchu

3 PROJEKTY ŠTÍHLÉ VÝROBY A SIX SIGMY

3.1 Porovnání štíhlé výroby a Six Sigmy

Svozilová (2011) dodává, že sloučením obou metodologií do jednoho komplexu umožnilo vznik synergie, se zaměřením na výkon procesu a stabilní kvalitou jejich výstupu, při použití standardních postupů a analytických nástrojů, což umožňuje vytvářet přesně a pouze takové hodnoty, které zákazník požaduje. Štíhlá výroba se zaměřuje na zkoumání oblastí celkového zlepšování a zlepšování procesních toků, Six Sigma se orientuje na zlepšování problémových míst.

Tabulka 1 Rozdíly mezi štíhlou výrobou a Six Sigmou

	Štíhlá výroba	Six Sigma
Záměr	Efektivita ve tvorbě hodnot, je dána zákaznickými požadavky.	Efektivní zajištění kvality, je vymezeno hlavními vlastnostmi předmětu podle zákaznických definicí.
Cesta	Eliminace plýtvání.	Snížení variability.
Předmět zkoumání	Zkoumání procesních toků horizontálním pohledem.	Odstranění problémových míst v procesech vertikálním pohledem.
Hlavní předpoklady	Zvýšení výkonnosti procesu odstraněním plýtvání. Úspěch je zaručen opakovanými malými zlepšeními, jsou zde menší rizika než u rozsáhlejších projektů.	Zvýšení kvality výstupu je dosaženo odstraněním variability procesu. Znalosti vycházejí z faktů přinášejí nesmírnou hodnotu.
Nejvýraznější přínos	Zrychlení procesu	Zvýšená jednotvárnost výstupů procesu.
Další přínosy	Eliminace plýtvání. Snížení zásob Zrychlený průtok. Řízení pomocí měření procesů. Zvýšená kvalita zajištěná prostřednictvím zlepšování činností.	Snížení variability výstupů. Stabilní kvalita výstupů. Snížení zásob. Řízení pomocí měření chybovosti. Zvýšená kvalita zaručena odstraňováním rušivých vlivů

	Štíhlá výroba	Six Sigma
Organizace cyklu projektu	Cyklický PDCA. <i>Naplánuj-Udělej-Zkontroluj-Zasáhni</i>	Přímý DMAIC. <i>Definuj-Měř-Analyzuj-Zlepši-Kontroluj</i>
Organizace týmů	Propojené zlepšovateľské týmy.	Zlepšovateľské týmy s učenou strukturou rolí.
Klíčové metody	Mapování a měření procesních toků. Optimalizace procesních toků.	Měření výskytů a četností. Analýza příčin a důsledků.

3.2 Přínosy z využití štíhlé výroby a Six Sigmy

Doležal a kol. (2012) dodává k přínosům projektů, že projekty jsou většinou realizovány za účelem dosažení budoucího zisku. Pro firmy jsou projekty investicemi, které by se měly v poprojektové fázi navrátit. Má-li firma na výběr, je většinou vybrán projekt, který bude v budoucnu generovat nejvyšší finanční přínos (zisk). Svozilová (2011) k finančním přínosům projektů uvádí, že finanční uvažování o návratnosti projektů se obvykle zabývá úsporami. Základní členění však obvykle respektuje rozdělení na přímé a nepřímé úspory.

3.2.1 Přímé úspory

Jedná se o přesné vyčíslení, o kolik se sníží stav pracovníků, o kolik bude snížen objem nákupů od dodavatelů atd. Přímé úspory se mohou promítat do cen výrobků a služeb na trhu.

3.2.2 Nepřímé úspory

Jedná se o nákladové položky, které byly odvozeny v důsledku projektu, mohou to být snížené náklady na nekvalitu, snížené náklady na uskladnění zásob, úspory energie, snížené náklady na administrativní služby atd. U nepřímých úspor se objem úspor většinou nemění v závislosti změny objemu produkce, ovšem snížení se může projevit v profitabilitě podniku.

3.3 Podmínky pro úspěch projektu

Doležal a kol. (2012) uvádí, že jedním z nejdůležitějších cílů manažerů projektů je dosáhnout úspěchu a vyhnout se nezdaru. Manažeři chtějí mít jistotu ve znalostech uvažovaných kritérií určujících úspěch nebo nezdar a znají způsoby hodnocení. Z toho plyne, že podstatným cílem snažení je jasná a přesná definice těchto kritérií. Celkovou definicí projektu je dosažení cílů v projektu v rámci určených limitů. Svozilová (2011) ke klíčovým podmínkám úspěchu projektu definuje šest základních principů, které podporují šance na úspěch. Jsou to zejména:

- Orientace na zákazníka
- Podniková kultura

- Zapojení managementu
- Systematické zlepšovateľské programy
- Koordinovaný rŭst znalostnŭ základny
- Strukturovaný metodickŭ pŕístup

K tŕemto ŕesti bodŭm dŕle dodŕvŕ jeŕtŕe jeden poznatek, a to:

- Rozhodovŕnŭ na zŕkladŕ faktŭ

3.4 Pŕekŕŕky a chyby projektu

Řepa (2007) popisuje pŕekŕŕky v projektech podle dŭležitosti takto:

- Nezŕjem či nepostačujŭcŭ podpora vrcholovŕho vedenŭ

Pro zajiŕtŕnŭ vŕŕnosti projektu je nutné mŭt zajiŕtŕnou silnou podporu vedenŭ, kterŕ bude napomŕhat k uplatnŕnŭ priorit. Podpora vedenŭ nesmŭ bŭt jen formŕlnŭ, ale aktivnŭ, založenŕ na vŕdomŭ očkŕvanŭch pŕŕnosŭ, nesmŭme zapomŭnat i na moŕnŕ obŕti, kterŕ mohou bŭt spjaty s moŕnou zmŕnou organizace.

- Nevhodnŕe naplŕnovanŭ nebo pŕipravenŭ projekt

Určit hlavnŭ cŭl, podle kterŕho se bude odvŭjet zŕkladnŭ smŕr projektu, bude tŕŕ mŕŕŭtkem ŭspŕšnosti projektu. Metodika postupu v projektu musŭ bŭt preciznŕe promyŕlena a vŕšechny cŭle a aspekty jŭ musŭ bŭt pŕesnŕe pŕizpŭsobeny. V plŕnu projektu se musŭ pŕipustit moŕnŭ skluz a hlavnŕe plŕn projektu musŭ bŭt realistickŭ.

- Nevhodnŕ a neefektivnŭ komunikace

Svozilovŕ (2011) k neefektivnŭ komunikaci dodŕvŕ, ŕe spoluprŕce v tŕmu s volnŭmi vazbami skrze e-maily mŭŕe vypadat jako velmi jednoduchŕ, ovŕšem mnohdy bŭvŕ velmi neŭcŭnnŕ. Vedenŭ nŕslednŭch opatŕenŭ nebŭvŕjŭ jednoduchŕe, jestliŕe jsou pracovníci nedisciplinovanŭ nebo pokud nejsou zainteresovanŭ na plnŕnŭ vŕsledku.

4 DMAIC – CHARAKTERISTICKŕ PRVKY METODIKY

Kourdi (2011) popisuje DMAIC jako metodu pouŕŭvanou ke zlepŕnŭ jŭ existujŭcŭch podnikovŭch procesŭ.

- Define (definuj)
- Measure (mŕř)
- Analyse (analyzuj)
- Improve (zlepŕi)
- Control (řidŕ)

Tabulka 2 Cíle jednotlivých kroků DMAIC, převzato a upraveno dle (SVOZILOVÁ, 2011)

Definování	Měření	Analýza	Zlepšování	Řízení
Pochopení problému a určení cílů	Sběr možných potenciálních problémů	Analýza měřených záznamů	Návrhy řešení	Realizace a předání řešení
Definice rozsahu projektu	Návrhy plánů měření	Sestava a ověření hypotéz	Vypracování ideálního procesního modelu	Zpracování procesního plánu řízení
Rozdělení zdrojů	Složení pracovních formulací k hledaným údajům	Vyhodnocení odchylek v procesu	Definice akčního plánu	Sestavení nástrojů a ukazatelů řízení
Vypracování akčního plánu	Návrh prostředků k měření	Určení hlavních příčin problémů	Zjištění možných rizik	Kontrolování a udržování výkonnosti
Tvorba komunikačních potřeb	Sběr a vyhodnocení dat	Určení množství příležitostí pro zlepšování procesu	Nákladové analýzy testování	Předání do provozu
Určení projektových rolí a odpovědností	Stanovení vstupních platforem měření		Sestavení změnového plánu	Sběr podkladů pro další soustavné zlepšování

Pande a kol. (2002) k metodice DMAIC doplňuje, že i u metody DMAIC je předchůdce původní cyklus PDCA. Svozilová (2011) dále dodává k základní definici metodiky DMAIC, že jednotlivé kroky cyklu mají své specifické cíle, které se logicky vymezují, a také na jaké činnosti jsou jednotlivé kroky zaměřeny, viz tabulka č. 2.

4.1 Defíne

Miller (2011) k fázi Defíne píše, že jejím cílem je definice účelu projektu a jeho rozsah. Z tohoto důvodu je nutné zajistit informace o procesech a jejich zákaznících. Provádí se také ekonomická analýza nákladů a přínosů a tvorba týmu Six Sigma.

Svozilová (2011) potvrzuje definici Millera, projektová část definování má nalézt a pojmenovat cíle projektů v návaznosti na potřeby zákazníků procesu. Strategické cíle na nejvyšší úrovni mají tyto cíle – loajalita zákazníků, navyšování podílu na trhu, návratnost investic nebo zvýšená spokojenost zaměstnanců. Projekty, které jsou vedeny metodologií Six Sigma, jednoznačně vychází z předem nadefinovaných cílů. Přesné pojmenování cílů zlepšovateľských projektů bývá většinou definováno velmi široce. Této chyby se dopouští většina projektových týmů. Příčina je v tom, že přesně nevíme, co způsobuje nízkou výkonost nebo co stojí za nízkou kvalitou, z toho důvodu je těžké definovat, na co konkrétně se zaměřit. Jednotlivé kroky fáze Definování jsou uvedené v tabulce číslo 3. .

Tabulka 3 Kroky fáze Definování a typické nástroje, převzato a upraveno dle (SVOZILOVÁ, 2011)

Dílčí kroky DMAIC - Definování	Typické nástroje
Vymezení a definování problému: - Definice rozsahu a zadání projektu. - Zajištění, analýza a popis potřeb zákazníka. - Popis současného procesu, sestavení procesní mapy.	- Zajištění zákaznických potřeb, preferencí, požadavků, průzkumy u zákazníků. - Definice požadavků zákazníků CTQ. - SIPOC, procesní mapy, mapování toků hodnotových činností.
Popsání rozsahu projektu: - Definování problematických míst a předpokládané přínosy projektu. - Popis problému a možná řešení. - Sumarizace měření a stanovení výkonnosti a chybovosti. - Odhad přínosů.	- Nástroje pro identifikování procesních problémů. - Benchmarking. - Kvalitativní analýzy. - Shromáždění vstupních vzorků měření.
Sestavení plán projektu: - Sestavení návrhů metod používaných v projektu. - Definice rizik projektu - Sestavení projektových rolí, definice vlastníků procesů, členů projektového týmu a šampiona projektu. - Vytvoření plánu projektu, časový harmonogram a hlavní milníky projektu.	- DMAIC nebo krátkodobé přístupy Lean. - Analýza zájmových skupin. - Rozbory připravenosti pracovních zdrojů. - Rozbor rizik projektu. - Projektový management, základací listina projektu, plán.

Pande a kol. (2002) k první fázi dodává, fáze definice má za úkol jasně specifikovat problémy, příležitosti a potřeby zákazníků. Interaktivní přístup metody DMAIC dovoluje během projektu průběžné úpravy a zpřesňování.

4.2 Measure

Podle Millera (2011) je cílem druhého kroku projektu získat popis aktuálního stavu a mít změřenou výkonost současného procesu, dále je nutné ověřit, zda zvolená metoda měření je vhodná pro analýzu procesu. Přesné výstupy druhé etapy jsou:

- Na základě dat upřesnění cílů
- Soubor dat, popisující proměnlivost a současný stav
- Ověření měřicích metod

Pande a kol. (2002) tvrdí, že druhá část projektu se zaměřuje na kvantifikaci příležitostí či problému. Má dvojí pojetí:

1. Pro zlepšování procesů: Výstup procesu je kvantifikován na základě vybraných datových vzorků, dochází k identifikaci hlavní veličiny procesu. Většinou dochází ke grafickému zpracování závěrů (závislosti, diagramy, atd.).
2. Pro navrhování procesů: Na základě zákaznické potřeby je zacíleno na sestavení, prioritizaci a výběr důležitých procesních charakteristik.

Svozilová (2011) ke druhé části uvádí, že úkolem kroku Měření je zajištění údajů o současném stavu, jeho chování s přihlédnutím k zadání projektu. Jde o různé návrhy souhrnných kontrolních systémů měření a systémů měřítek umožňujících sledování vývoje zlepšovateľských projektů a potvrzení, že směřujeme k cílům definovaných v předchozím kroku. Nyní nastupuje mnohem složitější a nadmíru komplikovaná a zdlouhavá část, ve které je nutné identifikovat faktory, podílející se na vzniku problémů v procesech, a co je skryto za nízkou kvalitou či nedostatečnou výkonností.

Tabulka 4 Kroky fáze Měření a typické nástroje, převzato a upraveno dle (Svozilová, 2011)

Dílčí kroky DMAIC - Měření	Typické nástroje
Dokumentování aktuálního procesu se zaměřením na měření a analýzy: - Vypracování diagramu procesního kroku. - Lokalizace a definice problémových míst. - Zpracování složitosti problému. - Navržení řešení přes Kaizeny u procesů, kde je tento postup vyhovující.	- Diagramy procesních toků. - Zpracování procesních map vybraných oblastí. - Benchmarking.

Dílčí kroky DMAIC - Měření	Typické nástroje
Navržení systému měření: - Kontrola použití stávajících systému měření. - Revize kvality stávajícího systému měření. - Navržení nutných zlepšení měřícího systému. - Vytvoření plánu měření.	- Koncept měřících systémů. - Definování metrik. - Plány sběru dat. - Rozbory kvality měřících systémů. - Vzorování. - Grafické vyhodnocení rozptylů, trendů pro posouzení měřícího systému. - Histogramy.
Zjištění aktuální výkonnosti procesu: - Zajištění základního vzorku dat měření. - V případě nutnosti, úprava měřících systémů. - Definice základny měření. - Uskutečnění vlastního měření. - Určení vstupních parametrů výkonnosti procesu, sloužící pro další analýzy hodnocení úspěšnosti projektu.	- Sběr dat, nástroje pro jejich rozřídění. - Grafy a tabulky. - Kontrola výkonnosti procesů v úzkých místech.

4.3 Analyze

Miller (2011) ke třetí etapě uvádí, že základním cílem této fáze je identifikace kořenových příčin současného stavu, tato identifikace musí být s pomocí naměřených dat prokázána. Výstupem jsou:

- Definice vztahů mezi vstupy procesu a jeho výstupem
- Vzor procesu (např. matematicky $Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots)$)
- Překontrolování vztahu příčina – následek (pomocí jednoduchého experimentu)

Pande a kol. (2002) dále dodává, že fáze analyzování se zabývá detailním zpracováním analýzy příčin neefektivnosti procesu. Na základě zpracovaných analýz tým prozkoumává problém a hledá hlavní příčiny problémů. Po nalezení hlavní příčiny tým stanovuje způsoby řešení. Analýza má dva způsoby pojetí:

1. Pro zlepšování procesů: Jsou prověřeny datové záznamy a je ověřováno, jestli je zjištěný závěr opravdu příčinou výskytu vad v procesu.

2. Pro navrhování procesů: Jednotlivé činnosti jsou pomocí procesní analýzy zobrazeny na procesní mapě, jedná se o kroky s přidanou hodnotou a bez přidané hodnoty.

Svozilová (2011) u fáze analyzování tvrdí, že cílem je vyhodnocování údajů získaných v předešlém kroku projektu, pomocí statistických, grafických a matematických nástrojů objasnění příčiny, která stojí za rozdíly mezi současnou a cílovou výkonností procesu, která byla definována v první části projektu. Rozbor je vytvořen z aktuálního stavu procesu zjištěného souborem dat měření a jeho charakteristickým záměrem je odhalení trendů v chování procesu identifikující problematická místa procesu či odhalení trendů v časových řadách. Analyzování též identifikuje, jestli se jedná o náhodnou událost či opakovaný problém.

Tabulka 5 Kroky fáze Analýzy a typické nástroje převzato a upraveno dle (Svozilová, 2011)

Dílčí kroky DMAIC - Analyzování	Typické nástroje
Rozklíčování potenciální příčinu problémů: - Definice cílových hodnot výkonnosti nebo kvality, které mají být dosaženy. - Vytvoření soupisu možných vlivů. - Nalezení charakteristických problémů. - Stanovení významných zájmových oblastí.	- Týmové diskuze, generování námětů. - Metoda 5x proč, hloubková analýza. - Identifikace příčin s pomocí analytických metod pro určení příčin a důsledků. - Rozbor rozptylů a trendů.
Klasifikace hlavních vlivů: - Definice oblastí vlivů pro důslednou analýzu. - Sběr dat charakterizující příčiny daných položek. - Vytvoření nutných grafických analýz. - Určení statistických analýz.	- Rozbor kritických vlivů a důsledků. - Paretův diagram. - Zjištění problému v procesech s pomocí kvantitativních nástrojů. - Provedení vzorování a výběrů pro matematické analýzy. - Statistické metody. - Časové a kapacitní rozborů.
Interpretace závěrů analýz: - Určení příčin odchylek. - Identifikace závislostí příčin a jevů. - Stanovení hypotéz o jednotlivých závislostech příčin a jevů.	- Tvorba experimentů, prověřování hypotéz. - Korelační analýzy, analýzy odchylek. - Matematické simulace a modely.

4.4 Improve

Miller (2011) popisuje, že cílem etapy je zjištění, ověření a realizace řešení problému. Správné řešení míří k utlumení hlavních kořenových příčin problému a k určení, které jsou zcela realizovatelné. Výstupem je:

Výběr konkrétního řešení problému

Popis řešení

Projektový plán či plán realizace

Ověření na pilotním projektu (zkouška, experiment, simulace)

Samostatná realizace

Pande a kol. (2002) k fázi zlepšování dodává, že v této fázi jsou vytvářeny nápady na zlepšení zjištěného problému, poté je nejlepší řešení zvoleno k implementaci. Tato fáze nastává v okamžiku, kdy je ověřena výkonnost nastaveného výkonového cíle. Svozilová (2011) doplňuje ke čtvrté fázi, že ve fázi zlepšování se soustředíme na jednotlivé varianty řešení pro problematická místa procesu, vybrány jsou ty nejlepší varianty, které budou nápomocny při plnění zlepšovateľského cíle procesu. Ve fázi zlepšování disponujeme pěti až osmi klíčovými příčinami našeho problémového jevu (Y) a umíme popsat míru vlivu všech příčin (x) matematickou funkcí $Y = f(x)$. Díky znalostem problému potřebujeme zjistit způsob, jak odstranit nebo alespoň částečně snížit jeho rozsah.

Tabulka 6 Kroky fáze Zlepšování a typické nástroje, převzato a upraveno dle (Svozilová 2011)

Dílčí kroky DMAIC - Zlepšování	Typické nástroje
Návrh potenciálních řešení: - Výběr nutných zkoušek a testů pro výběr řešení. - Vytvoření variant možných řešení. - Rozpoznání závislosti jevů a příčin.	- Pilotní studie. - 5S. - Brainstorming. - Diagramy silových polí.
Výběr a ověření možných řešení: - Zvolte vhodné řešení. - Otestování vybraných řešení přes pilotní projekt. - Zavedení korekcí změn.	- Brainstorming. - Sestavení experimentů, ověřování hypotéz. - Matematické simulace a modely.

Dílčí kroky DMAIC - Zlepšování	Typické nástroje
Navržení změnového plánu: - Vytvoření změnového plánu, hlavní milníky, časový harmonogram, kde bude realizována změna. - Představení výsledků vlastníkům procesu.	- Rozbor rizik projektu. - Projektový management. - Zakládací listina projektu. - Projektový plán.

4.5 Control

Pande a kol. (2002) k poslední fázi projektu píše, že po aplikaci řešení a implementaci zlepšení projekt předáváme vlastníkovi procesu, ze začátku mu pomáháme zavádět měření výkonnosti zlepšeného procesu, později projekt předáváme a celá aktivita je již na vlastníkovi procesu. Obvykle se setkáváme s techniky procesního řízení, kontrolními diagramy a koncepty statistického řízení procesů. Miller (2011) dále uvádí, že ve fázi kontroluj jsou řešení již realizována a my musíme změřit jejich účinnost. Pro prokázání účinnosti použijeme stejnou metodu jako ve druhé fázi, kdy jsme měřili aktuální stav. Jestliže je zlepšení přínosné a účinné, je naším cílem jej zachovat a ochránit před setrvačností v chování lidí a postupné erozi, se kterou se můžeme velmi často setkávat. Nové řešení je nutné standardizovat a dokumentovat (pracovní postupy, interní směrnice, atd.). Na závěr je důležité všechny strany proškolit, informovat a motivovat. Výstupem posledního kroku jsou:

- Srovnání stavu před a po realizaci na základě naměřených dat
- Dokumentace zlepšeného stavu
- Proškolení a informování zúčastněných
- Plán kontrol procesů, plán zásahu v nestandardních situacích
- Systém monitorování nastaveného procesu
- Doporučení dalších zlepšení
- Prezentace výsledků

Tabulka 7 Kroky fáze Řízení a typické nástroje, převzato a upraveno dle Svozilové (2011)

Dílčí kroky DMAIC – Řízení a kontrola	Typické nástroje
Definování možných procesních problémů: - Definování ideálních výkonnostních hodnot kvality nebo procesu, jež chceme dosáhnout. - Identifikování možných vlivů. - Nalezení typických problémů. - Ohraničení hlavních zájmových oblastí.	- Skupinové diskuse - 5x proč, hloubkové analýzy. - Analytické metody pro zjištění příčin a důsledků, - Rozbory rozptylů a trendů.
Analyzování hlavních vlivů: - Definování oblasti pro precizní analýzu. - Seskupení dat identifikujících příčiny daných položek. - Zpracování grafické analýzy a statistické analýzy.	- Rozbor rizikových vlivů a důsledků. - Paretův diagram. - Kvantitativní nástroje umožňující nalezení problémů v procesech. - Výběr matematické analýzy. - Statistické metody.
Prezentujte závěry analýz: - Zjištění míst zdrojů odchylek. - Potvrzení nalezení závislosti jevů a příčin. - Definování hypotézy o závislostech jevů a příčin.	- Vytvoření experimentů, ověřování hypotéz. - Korelační analýzy, analýzy odchylek. - Matematické simulace a modely.

Svozilová (2011) k poslední části projektu píše, že po inovaci procesu a implementaci nápravných opatření nastává poslední fáze – řízení či kontrolování. Zde dochází ke stabilizaci zlepšeného procesu pomocí podnikových řádů či procedur, to vše musí být zohledněno v aktualizovaných rozpočtech, operačních zařízeních, motivačních systémech, tréninkových metodách a jiných manažerských nástrojích. Velmi důležitou část v této fázi tvoří aktualizace plánu řízení procesu, který nám definuje, co, kdy a jak se bude měřit a kontrolovat, ale též odpovědnosti za provádění kontrol, zavádění korekčních opatření, vyhodnocování výsledků kontrol, předávání a používání k optimalizaci výkonnosti procesu.

SHRnutí TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části práce bylo představeno procesní prostředí, od samotného procesu přes jednotlivé úkoly a činnosti až k definici procesu, hranic procesu až po zlepšování procesu. Po prezentaci základních prvků procesního prostředí se čtenář dozvěděl o historii a principech štihlé výroby a Six Sigmy. Pro pochopení odlišností mezi štihlou výrobou a Six Sigmou byly porovnány obě metodiky, dále proběhla prezentace podmínek pro úspěch projektu, překážek a chyb v projektech. Aby mohly být projekty úspěšně realizovány, byla podrobněji představena metodika DMAIC a její jednotlivé fáze.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 POPIS VYBRANÉHO PROCESU PRO ZLEPŠENÍ METODIKOU DMAIC

Za zlepšovací projekt metodikou DMAIC jsem si vybral montážní proces ve firmě Fritzmeier, s.r.o. Firma Fritzmeier, s.r.o., je součástí koncernu FRITZMEIER – Group. Koncern FRITZMEIER je německá soukromá firma, založená v roce 1926, která se zabývá výrobou komponentů pro zemědělské, stavební a manipulační stroje (kabiny, karoserie, bezpečnostní rámy), a také dílů pro osobní i nákladní vozy. V České republice působí firma Fritzmeier, s.r.o., od roku 1992. V letech 1992 až 1998 působila firma v Rousínově. Od roku 1998 je působištěm firmy průmyslová zóna ve Vyškově. Firma zaměstnává ve Vyškově více než 600 zaměstnanců. V hospodářském roce 2016/2017 měla obrát přes 1,5 mld. Kč. Hlavním odběratelem je mateřská společnost Fritzmeier Systems GmbH. se sídlem v bavorském Grosshelfendorfu.

Výroba se skládá ze čtyř základních výrobních sektorů:

- Přípravná
- Svařovna
- Lakovna
- Montáž

Pro praktickou část jsem si vybral poslední výrobní sektor – montáž. Na montáži jsou do lakovaných skeletů montované různé díly podle požadavků zákazníků. Vše je podloženo výkresovou dokumentací a pracovními návodkami. V rámci projektu bude vybrána výrobní linka s nejvyšším počtem neshod zjištěným výstupními kontrolory.



Obrázek 1 Letecký pohled na firmu Fritzmeier s.r.o. (firemní materiál)

6 DEFINE

6.1 Výběr vhodného projektu

Pro určení vhodného projektu byla provedena analýza vad zjištěných výstupními kontrolory na jednotlivých výrobních linkách. Výrobní linka s největší četností defektů byla vybrána pro projekt metodikou DMAIC. Jedná se o výrobní linku Linde dveří.

6.2 Sestavení projektového týmu

Projektový tým byl složen z pracovníků, kteří se nějakým způsobem podílejí na výrobě na této výrobní lince. Pro projektový tým byli vybráni tito pracovníci: směnový mistr montáže, směnový výstupní kontrolor z ranní směny, směnový výstupní kontrolor z odpolední směny, výrobní operátor z výrobní linky A, výrobní operátor z výrobní linky B.

6.3 Naplánování projektu

Projekt byl naplánován podle metodiky DMAIC, aby byl ukončen do 21 týdnů od zahájení.

Tabulka 8 Naplánovaný harmonogram projektu (zdroj: autor)

		Harmonogram projektu																						
Týden		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Po		X	X	X	X					X					X		X	X	X	X				
Út												X		X		X					X			
St							X	X	X		X										X			
Čt												X												
Pá													X											

X - projektová schůzka

6.4 Určení rozsahu projektu

Rozsah projektu byl určen jen na defekty, které vznikly v průběhu montáže. Kořenovou příčinu defektu bude nutné hledat v procesech montáže. Projekt se nebude zabývat vadami vzniklými v předchozích výrobních krocích, ať už defekty kovovýroby či defekty vzniklými v průběhu lakování.

6.5 Sběr hlasu zákazníka

Hlas zákazníka (VOC Voice of Customers) vyjadřuje jednoznačně požadavky a potřeby zákazníka a jeho vnímání našeho produktu nebo služby, představuje skutečná očekávání zákazníka, nikoli představu či přání o tom, co zákazník chce nebo by měl chtít. Hlas zákazníka byl definován takto:

Tabulka 9 Hlas zákazníka (zdroj: autor)

Hlas zákazníka VOC
<p>V rámci projektu je zákazníkem pracovník výstupní kontroly montáže. Z celkové pohledu finálního zákazníka firmy Linde nám v minulosti byly veškeré uvedené závady reklamovány a pro finálního zákazníka jsou takové vady neakceptovatelné.</p> <p>Dveře s defekty řešenými v tomto projektu není možné expedovat ke konečnému zákazníkovi a je nutné je z procesu montáže dveří odstranit.</p>

VOC	Potřeba	CTQ
Nejsou dodávány dveře bez vad. Každé čtrnácté dveře obsahují vadu montáže a s tím spojené vícepráce	Snížit zmetkovitost montáže	Každé dveře musí být bez vad montáže.

6.6 Nastavení CTQ a cílů projektu

CTQ (Critical to Quality) jsou klíčové a měřitelné charakteristiky procesů, které musí být dosaženy pro splnění požadavků zákazníka. V rámci projektu byly určeny CTQ takto:

Tabulka 10 Měřitelné cíle projektu (zdroj: autor)

Výchozí hodnoty / Měřitelné cíle / CTQ			
	Název	Výchozí hodnota	Cílová hodnota
CTQ 1	Každé smontované dveře bez vad montáže	92,97%	98,00%
CTQ 2	Každé smontované dveře bez víceprací	1900 min. / měsíc	400 min.
CTQ 3	Snížení šrotovaných dílů	1250 Euro / měsíc	350 Euro
CTQ 4			

Cíl projektu byl projektovým týmem definován:

Tabulka 11 Cíl projektu (zdroj: autor)

Cíl projektu
<i>Do 21. týdne od spuštění projektu snížit nekvalitu montáže z více než 7% pod 2,00%.</i>

6.7 Identifikace rizik projektu

Do rizik projektu tým zahrnul tyto hlavní tři faktory

- Noví pracovníci ve výrobním procesu / nedostatečná zastupitelnost na jednotlivých pracovních operacích
- Balancing výrobního procesu montáže
- Zvýšení produkce dveří bez přebalancování jednotlivých výrobních operací

6.8 Zjištění přínosů projektu

Hlavním přínosem projektu má být snížení zmetkovitosti montážního procesu z více než 7,00 % pod hranici 2,00 %. Zvýšením kvality by mělo dojít ke snížení plýtvání: měsíčně úspora více než 400 Eur za vícepráce a více než 900 Eur za šrotované díly. V rámci projektu je počítáno se snížením plýtvání v hodnotě více 15 000 Eur, ovšem prioritním přínosem projektu je snížení nekvality pod 2,00 %.

6.9 Sepsání projektového listu

Tabulka 12 Projektový list (zdroj: autor)

Projektový list			Číslo OP: BB FV 0010			
Vedoucí projektu		Jakub Burian				
Tým		Výstupní kontrolor směna A, výstupní kontrolor směna B, směnový mistr, výrobní operátor směna A, výrobní operátor směna B				
Vlastník procesu		Mistr montáže				
Champion		Vedoucí oddělení kvality				
Problém		Projektový záměr / Business case - COPQ (Popis)				
Oblast zlepšování	Montáž	Sniženi zmetkovitosti montáže z více než 7% na max. 2,00%. Zvýšením kvality dojde k měsíční úspoře 400 Euro za vícepráce a 900 Euro za šrotované díly.				
Název procesu:	Montáž dveří Linde					
Popis problému						
Montážní linka Linde vykazuje vysoký počet vad montáže, za poslední kvartál bylo při výstupní kontrole zastaveno více než 7% produkce.						
Cíl projektu						
Do 21. týdne od spuštění projektu snížit nekvalitu montáže z více než 7% pod 2,00%.						
Rizika projektu		V rámci projektu (IS)	Mimo rámec projektu (IS NOT)			
Noví pracovníci ve výrobním procesu / zástupy		Vady montáže	Chyby lakovny a kovovýroby			
Balancing výrobní linky		Kvalita / nekvalita nakupovaného materiálu	Změny ve výkresové dokumentaci			
Zvýšení produkce dveří bez přebalancování jednotlivých výrobních operací		Definice defektu	Investiční projekty / nájezd nových technologií			
			Změna taktu linky / vady pracovníků v "zaučení"			
Projektový plán			Výchozí hodnoty / Měřitelné cíle / CTQ			
Start	Nultý týden		Název	Výchozí hodnota	Cílová hodnota	
Konec	21. projektový týden		CTQ 1	Každé smontované dveře bez vad montáže	92,97%	98,00%
Vlastník procesu	datum + podpis	datum + podpis	CTQ 2	Každé smontované dveře bez víceprací	1900 min. / měsíc	400 min.
Champion	datum + podpis	datum + podpis	CTQ 3	Sniženi šrotovaných dílů	1250 Euro / měsíc	350 Euro
Vedoucí projektu	datum + podpis	datum + podpis	CTQ 4			

7 MEASURE

7.1 Definice problému

Problém byl týmem definován jako vysoký počet vad montáže, který má podíl na zvýšeném počtu šrotovaných dílů a na zvýšeném čase oprav.

7.2 Mapování procesu

Pracovní proces montáže je rozdělen na čtyři hlavní pracovní operace. Na dvou pracovištích musí operátor provádět ještě drobnou předmontáž.

Operace 1 – lepení

- vstupní kontrola dveří před montáží
- protažení závitů
- aktivace rámu dveří a rámu okna
- nanesení tmele a přilepení oken a skel do dveří
- nalepení sériového čísla, přiložení a vyplnění samokontrolní návodky

Operace 2 – těsnící gumy

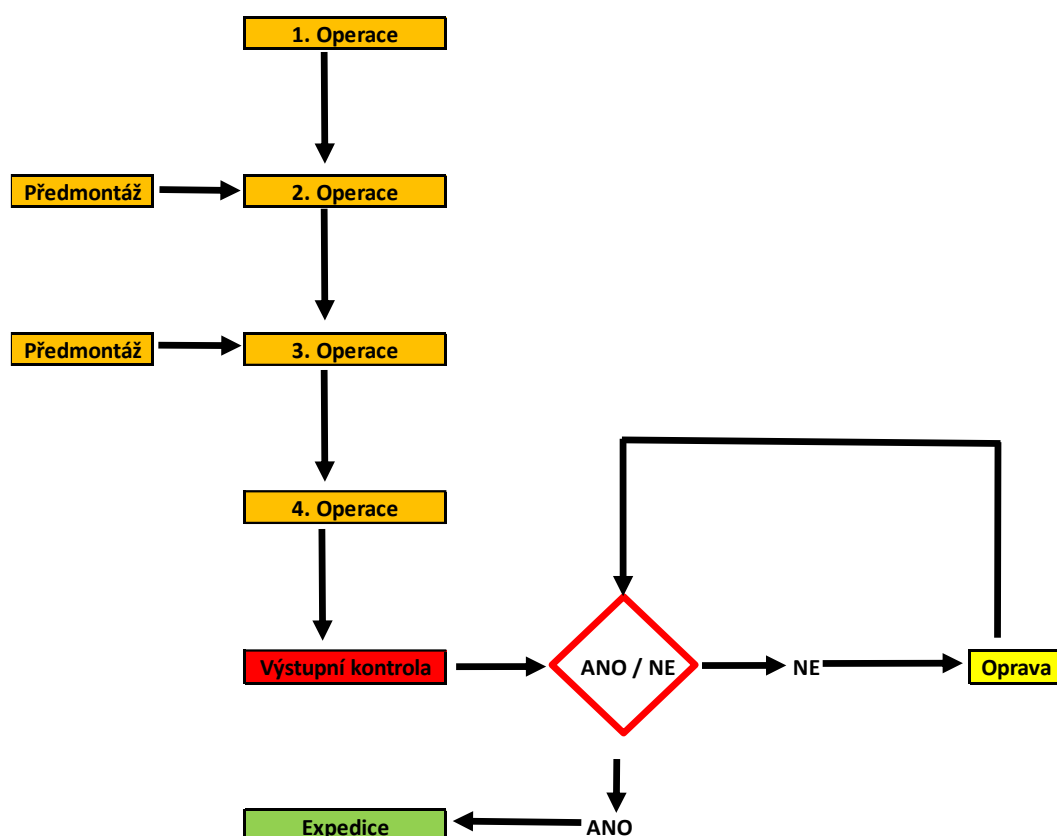
- aktivace ploch pro těsnící gumy
- nalepení těsnící gumy a slepení rožků
- předmontáž a přišroubování zámku, plynových vzpěr dle typu dveří

Operace 3 – čalounění

- předmontáž a příprava čalounění
- instalace čalounění
- připevnění madla/popelníku/odkládací vany dle typu dveří

Operace 4 – dokončení, příprava dveří k prodeji

- nanesení tmele dle typu dveří
- odstranění přetoků tmele z první operace
- očištění
- oprava vad na laku
- vložení dveří do palety, zajištění dveří v paletě



Obrázek 2 Mapování procesu (zdroj: autor)

7.3 Plán sběru dat

Plán sběru dat byl zpracován z podkladů od výstupních kontrolorů. Výstupní kontroloři zaznamenávají každou vadu do tabulek vad. Pokud je to zjistitelné, píšou i jméno viníka. Zpracovaná data jsou ze dvou předchozích měsíců a aktuálně běžícího měsíce. Celkově tedy budou zpracovaná data za tři měsíce. Za dané období by mělo být vyrobeno více než 4 500 kusů.

7.4 Ověření měřicího systému

Obsah a nastavení měřicího systému je dáno standardy mateřské společnosti, přičemž jsou jasně definované měřitelné metriky, intervaly přípustných hodnot vybraných ukazatelů, míra akceptovatelnosti vybraných parametrů. V rámci projektu byla vytvořena alba vad, se kterými byli všichni pracovníci seznámeni proti podpisu. Obsahem měřicího systému je identifikace a vymezení mechanických vad a s nimi spojených nedostatků, které zákazník v minulosti reklamoval. U optických vad musí jednotlivé oblasti odpovídat pohledovým zónám daného místa. Podmínkou pro efektivní využití nastaveného měřicího systému je, aby každý kus byl smontován kompletně dílově a přesně konstrukčně dle instrukcí daných výkresovou dokumentací a pracovních návodek.

7.5 Sběr dat o procesu

Pro projekt byl určen sběr dat za předchozí dva měsíce a ještě z aktuálně probíhajícího měsíce. Za období tří měsíců bylo mělo být vyrobeno více než 4 500 kusů. Při 7% zmetkovitosti se očekává cca. 300 dat ke zpracování a analýze neshod.

7.6 Generace kořenových příčin

V rámci projektu byla provedena analýza vad v jednotlivých měsících, poté byl proveden souhrn analyzovaných měsíců. Viz příloha č. 1 až č. 4.

7.7 Redukce kořenových příčin

Jednotlivé vady jsme rozdělili podle tří kritérií. Podle celkového počtu vad, podle délky oprav v minutách a podle nákladů, které stojí oprava vad. Z celkového počtu 45 různých vad bylo projektovým týmem schváleno 6 vad, které budou řešeny v rámci projektu. Těchto 6 vad tvoří 13,33 % z celkového počtu typů vad. Z celkového počtu 297 vad bude v rámci projektu řešeno 193 vad, což činí 64,98 %. Z celkového času oprav 4304 min. bude v rámci projektu řešeno 3457 min. činících 80,32 %. Náklady spojené s opravami vad činí 1785 Eur, v projektu bude řešen okruh nákladů v rozsahu 1636,66 Eur, což je více než 91,50 % z celkových nákladů na opravy.

Tabulka 13 Rozbor řešených vad (zdroj: autor)

Typy vad	45
Vady v projektu	6
	13,33%
Celkem defektů	297
Defekty v projektu	193
	64,98%
Celkový čas oprav v min.	4304
Řešeno v projektu	3457
	80,32%
Celkové náklady na opravy	1 785,10 €
Náklady řešené v projektu	1 636,66 €
	91,68%

Pro řešení projektovým týmem byly určeny tyto vady:

- Neslepené těsnící gumy
- Chybějící plastová záslepka

- Poškrábané sklo
- Poškrábaný lak
- Křivá guma pod zámkem
- Špatně nalepené sklo - šrotace

7.8 Výpočet způsobilosti procesu

Ze 100 % dílů předložených k vyhodnocení způsobilosti procesů vyhovovalo 92,97 %. Celkově bylo kontrolováno 8465 kusů, přičemž bylo odhaleno 595 závad. Z výpočtu defektů na příležitost zjistíme, že se špatným kusem musíme počítat v průměru u každého čtrnáctého kusu.

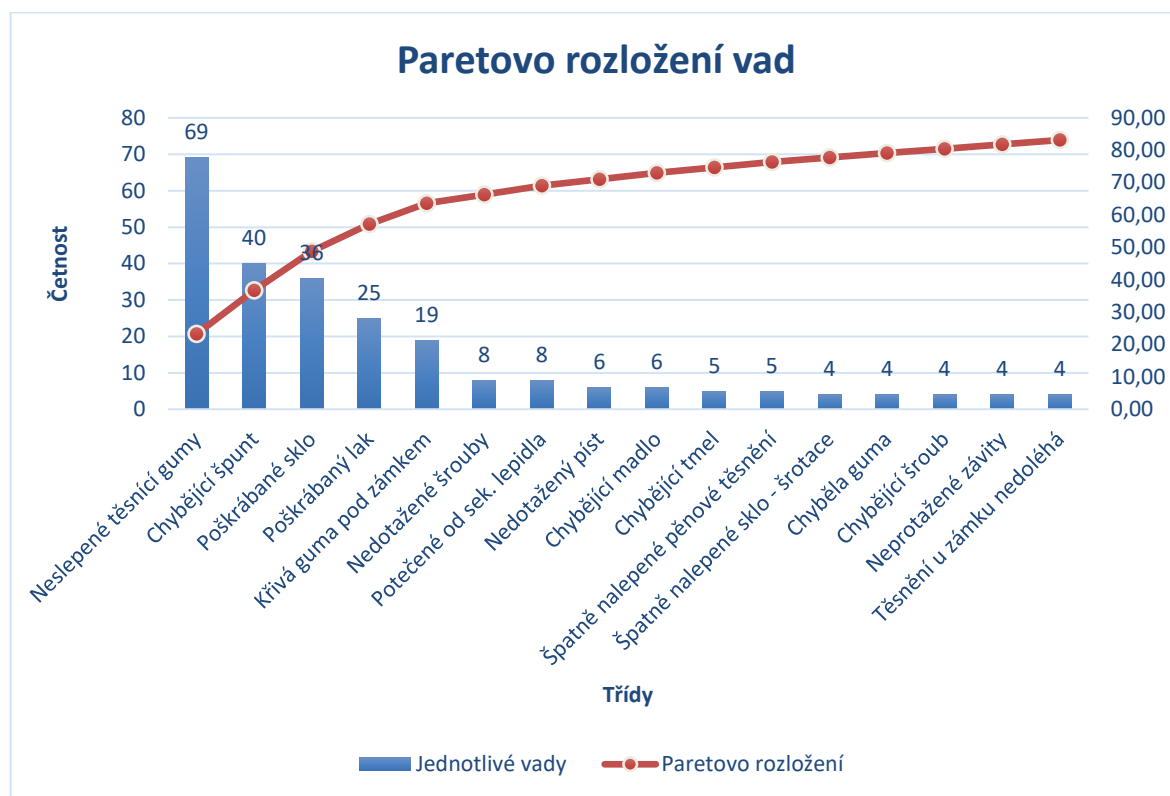
Tabulka 14 Výpočet způsobilosti procesu (zdroj: autor)

1. Počet příležitostí na jednotku (O)	1
2. Počet jednotek (N)	8465
3. Počet vad (D)	595
4. Výpočet defektů na příležitost; $DPO = D / (N \times O)$	0,07029
5. Výpočet způsobilosti	92,97%
6. Sigma hodnota	2,97

8 ANALYZE

8.1 Provedení grafické analýzy

Nejdříve bylo provedeno Paretovo rozložení vad, v ideálním rozložení má mít poměr 80/20. V našem projektu řešíme 13,33 % vad což nám v Paretově rozložení tvoří necelých 65 %. Tzn. v rámci projektu se budeme zabývat necelými 65 % vad.



Obrázek 3 Rozložení vad (zdroj: autor)

Po Paretově rozložení byly jednotlivé vady přiřazeny k jednotlivým pracovním operacím.

Tabulka 15 Rozbor celkových vad (zdroj: autor)

	Celkem vad	Délka oprav v min.	Náklady na opravy
Pracoviště 1	52	1317	236,40 €
Pracoviště 2	141	2102	858,06 €
Pracoviště 3	86	414	74,31 €
Pracoviště 4	18	471	616,33 €
Celkem	297	4304	1 785,10 €

Tato tabulka byla poté očištěna jen o vady řešené v projektu.

Tabulka 16 Rozbor vybraných vad (zdroj: autor)

	Celkem vad	Délka oprav v min.	Náklady na opravy
Pracoviště 1	36	1080	193,86 €
Pracoviště 2	113	1897	821,27 €
Pracoviště 3	40	120	21,54 €
Pracoviště 4	4	360	600 €
Celkem	193	3457	1 636,67 €

Po očištění jen o projektové vady byly jednotlivé vady rozklíčované přímo k jednotlivým pracovníkům.

Tabulka 17 Rozbor jednotlivých pracovišť a směn (zdroj: autor)

	Počet vad		Počet vad
Pracoviště 1	36	Směna A	71
Pracoviště 2	113	Směna B	87
Pracoviště 3	40	Směna C	35
Pracoviště 4	4		
	193		193

Tabulka 18 Rozbor vad jednotlivých pracovníků (zdroj: autor)

	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	Celkem
Pracovník 1A	7	4	0	11
Pracovník 1B	11	10	3	24
Pracovník 1C	1	0	0	1
Pracovník 2A	23	19	12	54
Pracovník 2B	20	14	9	43
Pracovník 2C	5	6	5	16
Pracovník 3A	3	2	1	6
Pracovník 3B	7	7	2	16
Pracovník 3C	8	5	5	18
Pracovník 4A	0	0	0	0
Pracovník 4B	0	2	2	4
Pracovník 4C	0	0	0	0
				193

Jednotlivé vady byly seřazeny podle výskytu. V tomto pořadí budou v rámci projektu dále řešeny.

Tabulka 19 Vybrané vady pro řešení v projektu (zdroj: autor)

Pořadí	Popis vady	Operace	Počet vad	Délka oprav v minutách	Náklady v Eurech
1	Neslepené těsnící gumy	2	69	207	37,16 €
2	Chybějící špunt	3	40	120	21,54 €
3	Poškrábané sklo	1	36	1080	193,86 €
4	Poškrábaný lak	2	25	1500	750,00 €
5	Křivá guma pod zámekem	2	19	190	34,11 €
6	Špatně nalepené sklo - šrotace	4	4	360	600,00 €
			193	3457	1 636,67 €

8.2 Testování hypotéz

Pomocí Chí – kvadrátu jsme chtěli ověřit, zda existuje nějaká souvislost mezi jednotlivými pracovními operacemi a operátory. Abychom mohli provést testování, museli jsme data ve třetím měsíci vynásobit dvěma. Protože počet vyrobených kusů dosahoval z důvodů celozávodní dovolené jen ½. Pokud bychom tam nechali data jen za ½ měsíce, byl by výsledek testování zkreslený.

Chi-Square Test for Association

Sample data: _____

How will you enter your data?

Switch table rows and columns

Outcomes are columns

Outcomes are rows

X name: Y name: Number of outcomes:

Pracoviště	Měsíc 1	Měsíc 2	Měsíc 3
Pracoviště 1	19	14	6
Pracoviště 2	48	38	52
Pracoviště 3	18	14	16
Pracoviště 4	0	2	4

Number of X values:

Test setup

How much risk are you willing to accept of concluding there is an association when there is none?

Alpha level:

Obrázek 4 Zadání podkladů do Minitabu (zdroj: autor)

Chi-Square Test for Association: Vady by Pracoviště
Diagnostic Report


Observed and Expected Counts

	Pracoviště 1		Pracoviště 2		Pracoviště 3		Pracoviště 4	
	Obs	Exp	Obs	Exp	Obs	Exp	Obs	Exp
Měsíc 1	19	14	48	51	18	18	0	2,2
Měsíc 2	14	11	38	41	14	14	2	1,8
Měsíc 3	6	13	52	47	16	16	4	2,0
Total	39		138		48		6	

Expected counts should be at least 1 to ensure the validity of the p-value for the test.

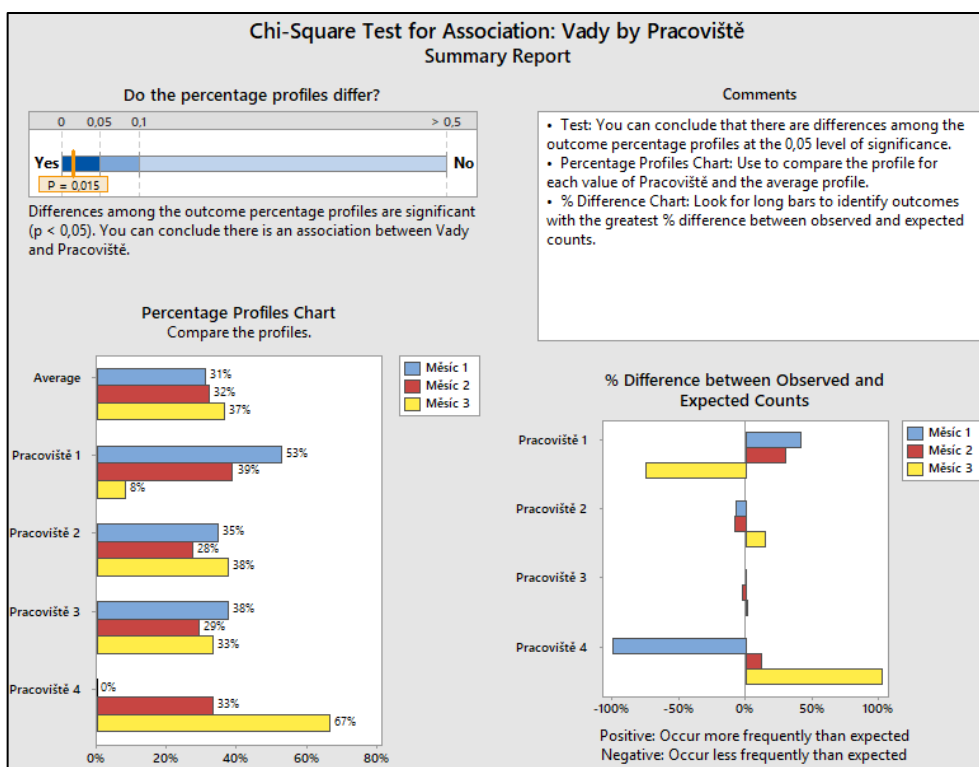
Obrázek 5 Výpočet v Minitabu (zdroj: autor)

Chi-Square Test for Association: Vady by Pracoviště
Report Card

Check	Status	Description
Validity of Test		All samples are large enough to obtain sufficient expected counts. The p-value for the test should be accurate.

[Table](#)

Obrázek 6 Výsledek validity testu (zdroj: autor)



Obrázek 7 Grafické zobrazení testu (zdroj: autor)

Závěr testování je, že žádné pracoviště nemá v daném měsíci zásadní vliv na počet neshod.

9 IMPROVE

9.1 Hledání řešení

Pro hledání řešení, v našem případě, pro hledání kořenových příčin bylo vybráno níže uvedených 6 vad.

Neslepené těsnící gummy

Chybějící plastová záslepka

Poškrábané sklo

Poškrábaný lak

Křivá guma pod zámkem

Špatně nalepené sklo - šrotace

9.1.1 Neslepené těsnící gummy

Postup řešení:

- 1, Seznámení se s vadou během týmové schůzky
- 2, Představení vady přímo na pracovišti pracovníky výstupní kontroly
- 3, Sledování pracovního postup na daném pracovišti - detekování možných KP
- 4, Potvrzení kořenových příčin
- 5, Návrhy na odstranění KP
- 6, Probrání návrhů na týmu, navrhnutí opatření
- 7, Zavedení navrhnutých opatření do provozu
- 8, Statistické sledování

Potenciální kořenové příčiny:

Postupně detekováno několik možných příčin

A, Nevhodný postup při zacházení se sekundovým lepidlem

B, Zapomenutí pracovníka

Statistické potvrzení kořenových příčin:

Ve výrobě bylo postupně přezkoumáno několik možných kořenových příčin, přičemž jako hlavní a zásadní byla určena až možnost B.

A, Při pozorování operace lepení byl jeden z prvních postřehů nedodržování pracovního postupu. Pracovnice nedodržela čas odvětrání u sekundového lepidla. Po nanesení lepidla nenechala lepidlo odvětrat a ihned jej použila. Tzn. na povrchu nedošlo k chemické reakci a ke správnému účinku lepidla.

Na druhé výrobní lince jsme se domluvili s pracovníkem, který měl za úkol na 190 dveřích (týdenní produkce) lepit stejným způsobem jako pracovnice. Po týdnu bylo pracovníky výstupní kontroly odhaleno 8 nedržících těsnících gum a dalších 10, které byly označeny jako hraniční kusy. Lze považovat za jednu z kořenových příčin.

B, Zapomenutá operace – pracovník, který má za úkol přilepení gum, na tuto operaci zapomněl. Z podkladů z minulých měsíců lze i tuto variantu považovat za kořenovou příčinu. Na 100 vyrobených dveří připadají jedny dveře s nepřilepenými rožky.

Návrhy:

A, Opatření - poučení všech pracovníků montáže, jakým způsobem pracovat se sekundovým lepidlem, a zdůraznit, že je nutný čas odvětrání. Jinak nemusí sekundové lepidlo správně fungovat.

B, Opatření doplnění do samokontroly.

Vybrané návrhy k realizaci:

A, Všichni pracovníci byli poučeni o správném zacházení se sekundovým lepidlem, aktivátory a ostatními chemickými produkty, které potřebují ke správné reakci odvětrávací čas.

B, Tento bod byl doplněn do kontrolní návodky, první měsíc musely pracovnice vizualizovat slepené rožky. Na každý rožek daly pásku, která značila, že je dané místo slepené.

Pozn. špatně slepený roh a neslepený roh jsou od sebe na první pohled poznatelné. Na špatně slepeném rohu jsou zbytky sekundového lepidla. Neslepený roh je čistý bez zbytků lepidla.

1.7.1 Chybějící plastová záslepka

Postup řešení:

- 1, Seznámení se s vadou během týmové schůzky
- 2, Představení vady přímo na pracovišti pracovníky výstupní kontroly
- 3, Sledování pracovního postupu na daném pracovišti - detekování možných KP

- 4, Potvrzení kořenových příčin
- 5, Návrhy na odstranění KP
- 6, Probrání návrhů na týmu, návrh opatření
- 7, Zavedení navržených opatření do provozu
- 8, Statistické sledování

Potenciální kořenové příčiny:

Postupně detekováno několik možných příčin

- A, Špatná montáž plastové zátky - vypadnutí zátky během dalších operací na montáži
- B, Zapomenutí - nedodržení pracovní operace

Statistické potvrzení kořenových příčin:

Ve výrobě bylo postupně přezkoumáno několik možných kořenových příčin, přičemž jako hlavní a zásadní byla určena až možnost B.

A, Při prozkoumávání procesu nebyla vada zjištěna ani na jednom z 1 500 ks. Tato vada není kořenovou příčinou.

B, Zapomenutá operace – pracovník, který má za úkol montáž zátek, na tuto operaci zapomněl. Z podkladů z minulých měsíců lze i tuto variantu považovat za kořenovou příčinu. Na 1000 vyrobených dveří připadá 7 zapomenutých špuntů.

Návrhy:

- A, Bez opatření - bylo týmem zamítnuto
- B, Tento bod doplněn do samokontroly montáže. Pracovnice musí po instalaci zátek napsat jejich počet do kontrolní návodky

Vybrané návrhy k realizaci:

- A, Bez návrhů
- B, Doplněno do samokontroly montáže

1.7.2 Poškrábané sklo, lak

Postup řešení:

- 1, Seznámení se s vadou během týmové schůzky
- 2, Představení vady přímo na pracovišti pracovníky výstupní kontroly

- 3, Sledování pracovního postup na daném pracovišti - detekování možných KP
- 4, Potvrzení kořenových příčin
- 5, Návrhy na odstranění KP
- 6, Probrání návrhů na týmu, návrh opatření
- 7, Zavedení navržených opatření do provozu
- 8, Statistické sledování

Potenciální kořenové příčiny:

Postupně detekováno několik možných příčin

- A, Na vozících, kde jsou uloženy dveře, jsou špony
- B, Odkládání materiálu a pracovních pomůcek na skla / lak. povrchy
- C, Dodávány NOK díly
- D, Nevhodná manipulace s dveřmi
- E, Používání nevhodného pracovního nářadí - ztupený zalamovací nůž

Statistické potvrzení kořenových příčin:

Ve výrobě bylo postupně přezkoumáno několik možných kořenových příčin, přičemž jako hlavní a zásadní byla určena až možnost D.

- A, Při prozkoumávání procesu byla vada zjištěna na 1 ks dveří z 500 ks. Tato vada není hlavní příčinou škrábanců a rýh.
- B, Při prozkoumávání výrobního procesu nebylo zjištěno poškrábání ani u jednoho kusu dveří – není hlavní kořenovou příčinou
- C, Dodávány díly se škrábanci - při provádění vstupní kontroly skel byla vada zjištěna u 3 ks z 1000 ks kontrolovaných skel. Při vstupní kontrole byla škrábanec, rýha zjištěna u 2 ks z 500 kontrolovaných. Také není kořenovou příčinou.
- D, Nevhodná manipulace s dveřmi - na jedné výrobní lince u jednoho typů dveří zjištěna vada. Při nesprávném pohybu s paletou dochází takřka ve 100 % případů k poškození. Vyzkoušeno na 5 dveřích, u 5 dveří došlo k poškození (dále netestováno). Hlavní kořenová příčina pro škrábance v laku.
- E, Při ořezávání tmelů zalamovacím kobercovým nožem dochází k poškození, poškrábání skel - pro stejnou práci byl pracovníkům dán nový, ostrý zalamovací nůž - bez škrábanců, poté byl pracovníkům

dán tupý, zubatý nůž - během ořezávání došlo k poškrábání skla vinou zubů nože, vyzkoušeno na 5 vyřazených sklech. Potvrzeno jako hlavní kořenová příčina škrábanců na sklech.

Návrhy:

- A, Preventivní návrh – ve všech dveřích vyfoukávat špony již na první operaci před nalepením skel
- B, Preventivní opatření zákaz pokládání pomůcek a materiálu na povrchy, které jsou po montáži vidět
- C, Provést vstupní kontrolu u skel a lakovaných rámců dveří
- D + E, Provést rozbor práce na jednotlivých pracovištích

Vybrané návrhy k realizaci:

- A, Preventivní opatření vyfoukávání špon na první operaci před nalepením skel
- B, Preventivní opatření poučení pracovníků o správném ukládání materiálu. Jen na místa, která nebudou po montáži vidět. Striktně hlídat dodržování tohoto poučení
- C, Provedena vstupní kontrola skel – z 1000 zkontrolovaných skel detekovány 3 nevyhovující kusy
Provedena vstupní kontrola lakovaných dveří před montáží z 1000 zkontrolovaných dveří detekováno 7 nevyhovujících kusů => Po schválení týmu bylo rozhodnuto se tímto dále nezabývat.
- D, Proveden rozbor jednotlivých pracovních operací – na žádné operaci neshledáno vážné riziko poškrábání. Dále byly sledovány nejčastěji poškrábaná místa na dveřích (3 stále se opakující místa u jednoho typu dveří). Když už jsme byli v úzkých a v týmu jsme se nemohli dostat ke kořenové příčině, přišel jeden z kolegů na možnou kořenovou příčinu. Ta nebyla v jednotlivých operacích, ale v manipulaci s dveřmi při posouvání dveří z operace 2 na operaci 3 => panty jsou kryty pěnovým těsněním, nedochází k poškození na kritických místech
- E, Pracovníci musí používat ostré nože bez zubů. Každý den před započítím pracovní směny musí zkontrolovat, zda zalamovací nůž je ostrý a zda nemá zuby. V případě, že by nůž nevyhovoval, nesmí jej používat.

Způsob zavedení:

- A, Změna na první operaci – vyfoukávat závity před nalepením skel
- B, Okamžité poučení pracovníků proti podpisu
- C, Nerealizováno, týmem zamítnuto další řešení
- D, Podán Kaizen na krytí pantů na první operaci
- E, Poučení pracovníků, jakým způsobem používat kobercový nůž

1.7.3 Křivá guma pod zámkem

Postup řešení:

- 1, Seznámení se s vadou během týmové schůzky
- 2, Představení vady přímo na pracovišti pracovníky výstupní kontroly
- 3, Sledování pracovního postupu na daném pracovišti - detekování možných KP
- 4, Potvrzení kořenových příčin
- 5, Návrhy na odstranění KP
- 6, Probrání návrhů na týmu, návrh opatření
- 7, Zavedení navržených opatření do provozu
- 8, Statistické sledování

Potenciální kořenové příčiny:

Jelikož se tato vada nevyskytovala u všech pracovníků na dané operaci, byly sledovány jednotlivé pracovní postupy u jednotlivých výrobních operátorů. Rozdíl mezi operátorem, který neměl kvalitativní problémy, a operátorem s kvalitativními problémy byl v dotahování těsnící gumy.

A, dotahování šroubů u těsnící gumy na přeskáčku (jako kolo u auta)

Statistické potvrzení kořenových příčin:

A, U pracovníka, který neměl problémy s křivou těsnící gumou, byl změněn pracovní postup, aby dotahoval stejně jako pracovníci, kteří měli problémy s kvalitou. Na 180 dveřích, které byly takto testovány, byla zjištěna závada u 3 ks, dalších 8 ks bylo kontrolory označeno jako hraniční.

Návrhy:

A, Všichni pracovníci budou dodržovat stejný pracovní postup. Dotahování šroubů u těsnící gumy na přeskáčku. Nebude docházet k posunu těsnící gumy.

Vybrané návrhy k realizaci:

A, Dotahovat šrouby u těsnící gumy na přeskáčku

Způsob zavedení:

A, Poučení pracovníků o správném pracovním postupu a doplnění do pracovní návodky

1.7.4 Špatně nalepené okno

Postup řešení:

- 1, Seznámení se s vadou během týmové schůzky
- 2, Představení vady přímo na pracovišti pracovníky výstupní kontroly
- 3, Sledování pracovního postupu na daném pracovišti - detekování možných KP
- 4, Potvrzení kořenových příčin
- 5, Návrhy na odstranění KP
- 6, Probrání návrhů na týmu, návrh opatření
- 7, Zavedení navržených opatření do provozu
- 8, Statistické sledování

Potenciální kořenové příčiny:

Postupně detekováno několik možných příčin

A, Nedodržení pracovního postupu lepení okna

B, Nedodržení pracovního postupu schnutí tmele

Statistické potvrzení kořenových příčin:

Z dostupných podkladů bylo zjištěno, že všechny defekty byly způsobeny jedním pracovníkem. Proto se tým soustředil na práci zmiňovaného pracovníka. Při detailnějším zkoumání vady bylo zjištěno, že se těmito vadami již zabýval mistr daného střediska, který zjistil, že pracovník nedodržel pracovní postup lepení okna. Při lepení okna pracovník nedodržel postup vycentrování a vypodložení okna. Po nalepení okna došlo k posunu a okno bylo křivě nalepeno. Mistr pracovníka proškolil a od té doby již nedošlo k výskytu této vady.

A, Od poučení pracovníka mistrem více než 800 nalepených dveří bez této vady

B, Neřešeno

Návrhy:

A, Proškolení pracovníka, v rámci projektu vytvořeno album vad, které dostali všichni pracovníci na této pozici proti podpisu

B, Neřešeno

Vybrané návrhy k realizaci:

A, Album vad

B, Bez návrhů

Způsob zavedení:

Album vad proti podpisu, které zůstává vystaveno přímo na pracovišti

10 CONTROL**10.1 Nastavení procesní KPI**

Klíčové ukazatele výkonosti byly týmem nastaveny v těchto hodnotách:

- Udržení RFT ukazatelů nad hranicích 98,00%
- Udržení vícenákladů spojených s opravou vad pod 250 Eur / měsíc
- Udržení šrotovaných dílů pod hranicí 350 Eur / měsíc

Před zahájením projektu byla hodnota RFT ukazatelů na hodnotě 92,97%, náklady spojené s vícepracemi se pohybovali nad 650 Eur / měsíc a hodnota šrotovaných dílů přesahovala hodnotu 1250 Eur / měsíc.

10.2 Naplánování kontroly procesu

Kontrola procesu byla rozdělena do několika kroků. Každé dveře jsou kontrolovány pracovníky výstupní kontroly, kteří vždy na konci směny sepisují zprávu o chybách, kterou přes e-mail posílají vlastníkovému procesu a dalším nastaveným pracovníkům. Zde dochází k pravidelné distribuci informací o vývoji procesu.

Vlastník procesu má za povinnost vždy na konci měsíce reportovat výsledky montážní linky vedení společnosti a pracovníkům odpovědným za řízení projektů. V případě zhoršení výsledku jsou po vlastníkovému procesu vyžadovány příčiny a opatření.

10.3 Provedení zlepšení (kontrolní grafy)

Zlepšení projektu je zobrazeno na níže přiložených grafech. Ačkoli bylo řešeno jen 6 vad z celkového počtu 45, podílelo se těchto 6 vad z pohledu nákladů více než 91 %. Ačkoli i po projektu připouštíme chybovost procesu, je proces očištěn o ty nejvíce se opakující a nejnákladnější defekty. Cíle projektu bylo dosaženo, úspěšnost dveří bez montážních vad dosahuje hodnoty téměř 99 %.

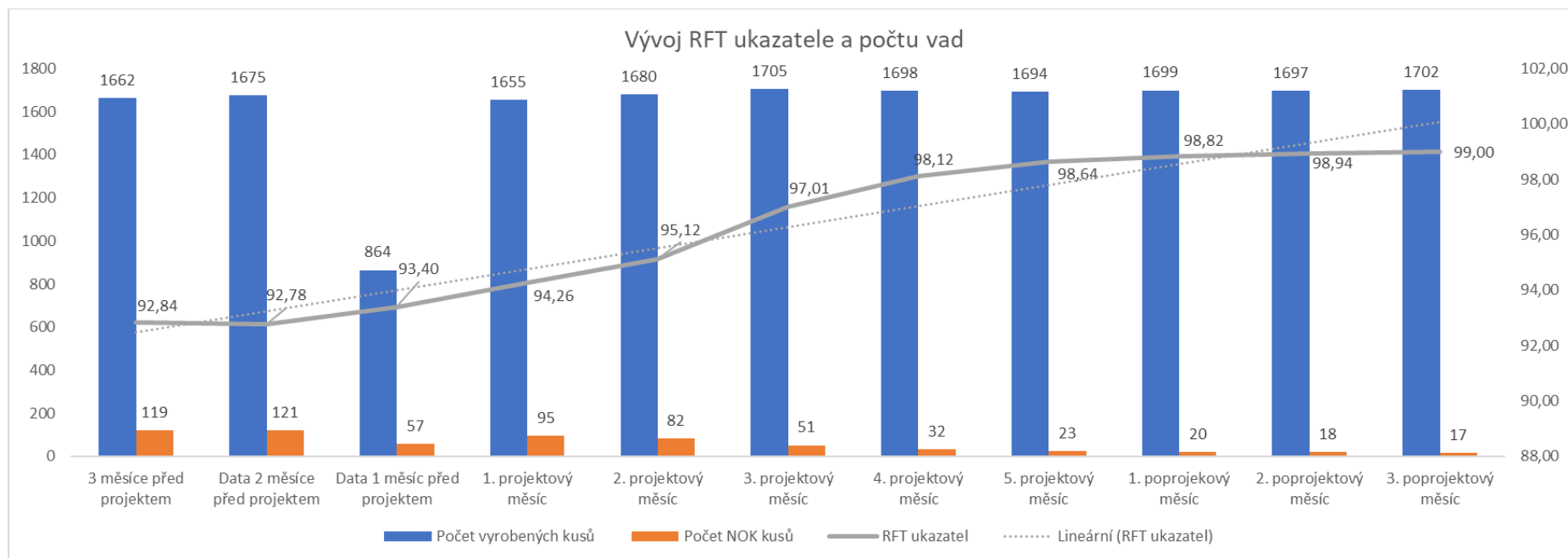
Tabulka 20 Vyhodnocení projektu (zdroj: autor)

	Předprojektová data				Projektová data					Poprojektová data		
	Data za 6 měsíců před projektem	3 měsíce před projektem	Data 2 měsíce před projektem	Data 1 měsíc před projektem	1. projektový měsíc	2. projektový měsíc	3. projektový měsíc	4. projektový měsíc	5. projektový měsíc	1. poprojektový měsíc	2. poprojektový měsíc	3. poprojektový měsíc
Počet dveří	8465	1662	1675	864	1655	1680	1705	1698	1694	1699	1697	1702
Počet vad	595	119	121	57	95	82	51	32	23	20	18	17
RFT ukazatel v %	92,97	92,84	92,78	93,40	94,26	95,12	97,01	98,12	98,64	98,82	98,94	99,00

	Průměr z 6 měsíců před projektem	3 měsíce před projektem	Data 2 měsíce před projektem	Data 1 měsíc před projektem	1. projektový měsíc	2. projektový měsíc	3. projektový měsíc	4. projektový měsíc	5. projektový měsíc	1. poprojektový měsíc	2. poprojektový měsíc	3. poprojektový měsíc
	Počet minut	1920	1547	1733	1024	1406	1286	855	634	325	299	286
Náklady	650,00 €	450,76 €	749,68 €	584,67 €	465,39 €	425,67 €	283,01 €	209,85 €	107,25 €	98,67 €	94,38 €	91,74 €
Šrotované díly	1 250,00 €	1 080,00 €	1 536,00 €	697,00 €	878,00 €	760,00 €	495,00 €	274,00 €	188,00 €	164,00 €	147,00 €	139,00 €
Úspory projektu	- €	- €	- €	- €	- €	714,33 €	1 122,00 €	1 416,15 €	1 604,75 €	1 637,33 €	1 658,62 €	1 669,26 €

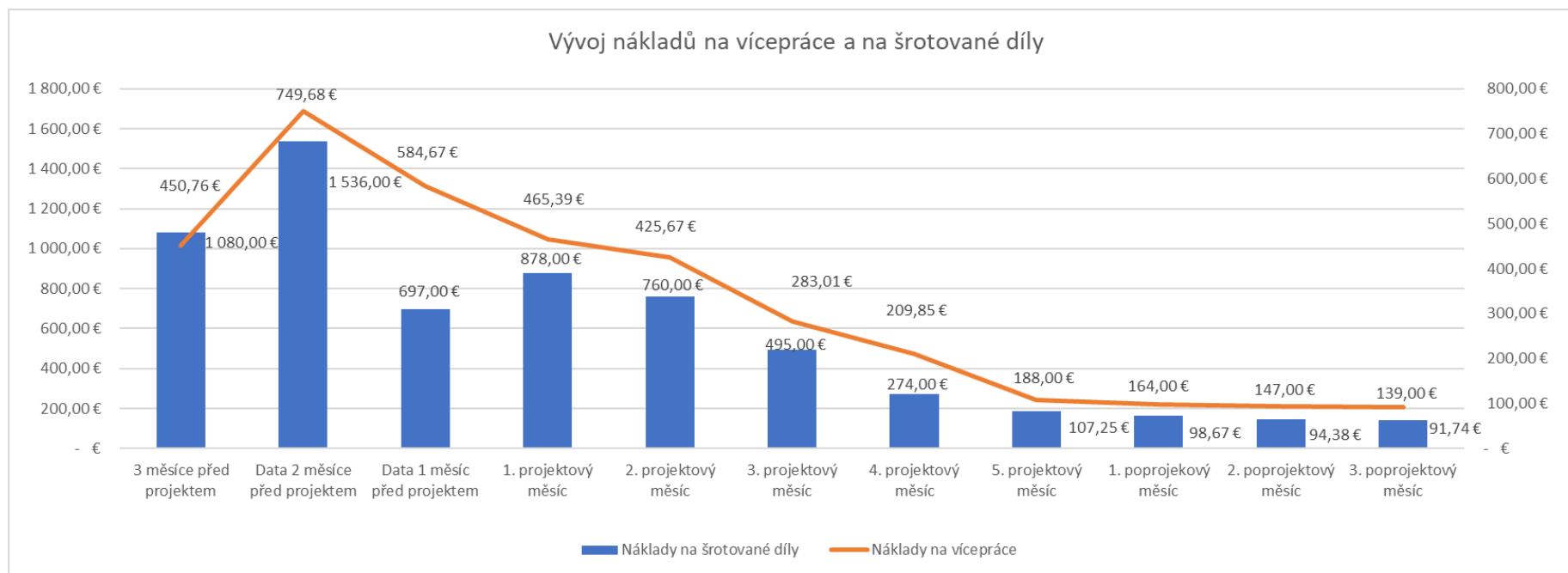
V grafickém vyhodnocení projektu je vidět progres, který nastal v průběhu zlepšovateľského projektu. Po ukončení projektu je vidět stabilita procesu.

Tabulka 21 Grafické vyhodnocení projektu (zdroj: autor)



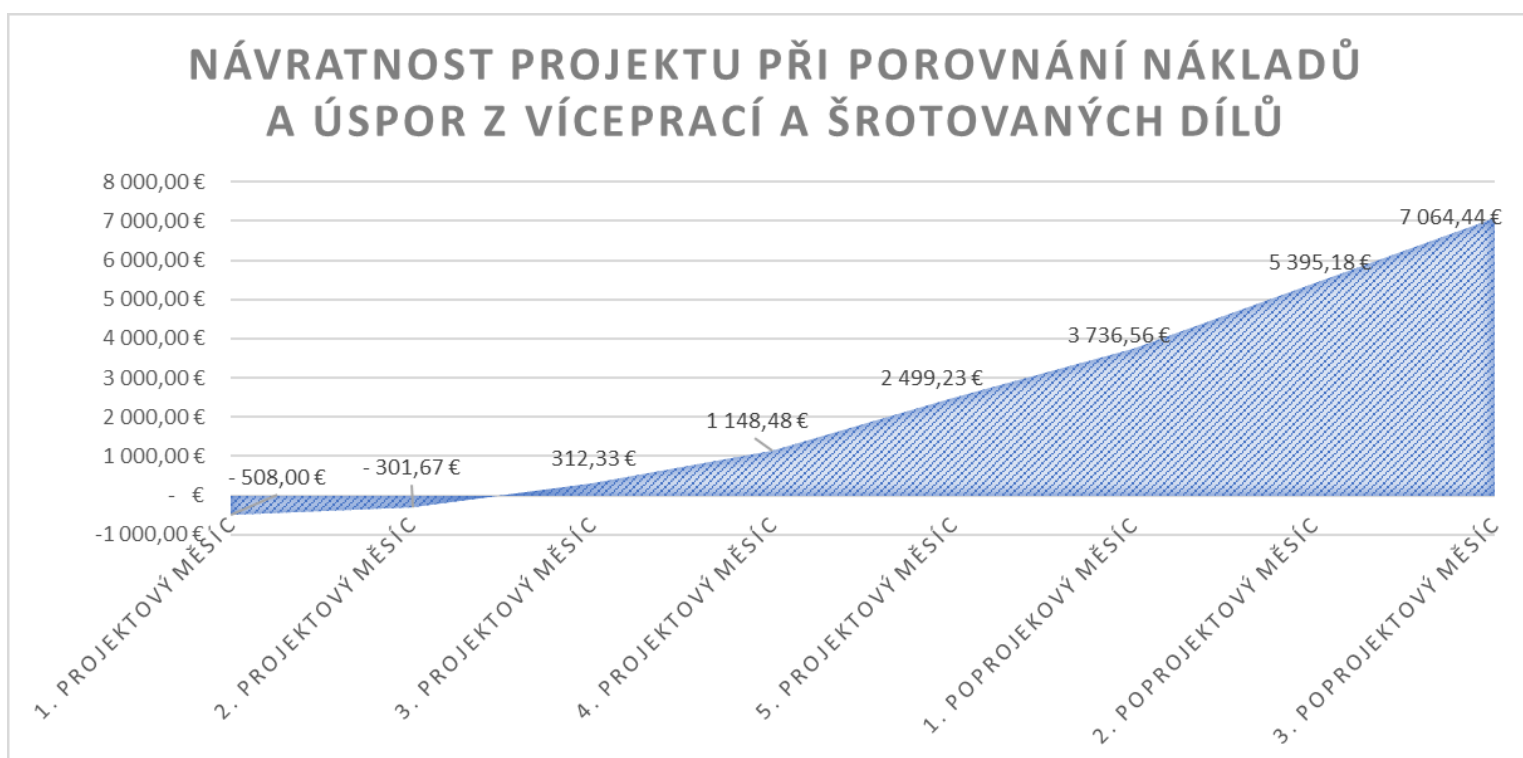
Ve vyhodnocení šrotovaných dílů a víceprací je na první pohled viditelný progres, který uvolnil kapacity, jež byly využity v jiných výrobních procesech. (Balení náhradních dílů).

Tabulka 22 Grafické vyhodnocení snížení nákladů (zdroj: autor)



V tabulce návratnosti projektu je vidět, že náklady na projektový tým se firmě vrátily ještě v průběhu projektu. Návratnost „investice“ do projektového týmu byla zpět ještě před skončením třetího projektového měsíce. Po třech měsících od ukončení projektu bylo zabráněno plýtvání ve výši 7064,44 Eur, což při dnešním kurzu 25,95 Kč / 1 Euro činí **183 322 Kč**. Dále došlo k uvolnění kapacit, které byly vázané s opravou neshodných dílů, a ke snížení nákladů na šrotované díly. A v neposlední řadě došlo ke snížení zákaznických reklamací a zvýšení celkové spokojenosti zákazníka.

Tabulka 23 Grafické vyhodnocení návratnosti projektu (zdroj: autor)

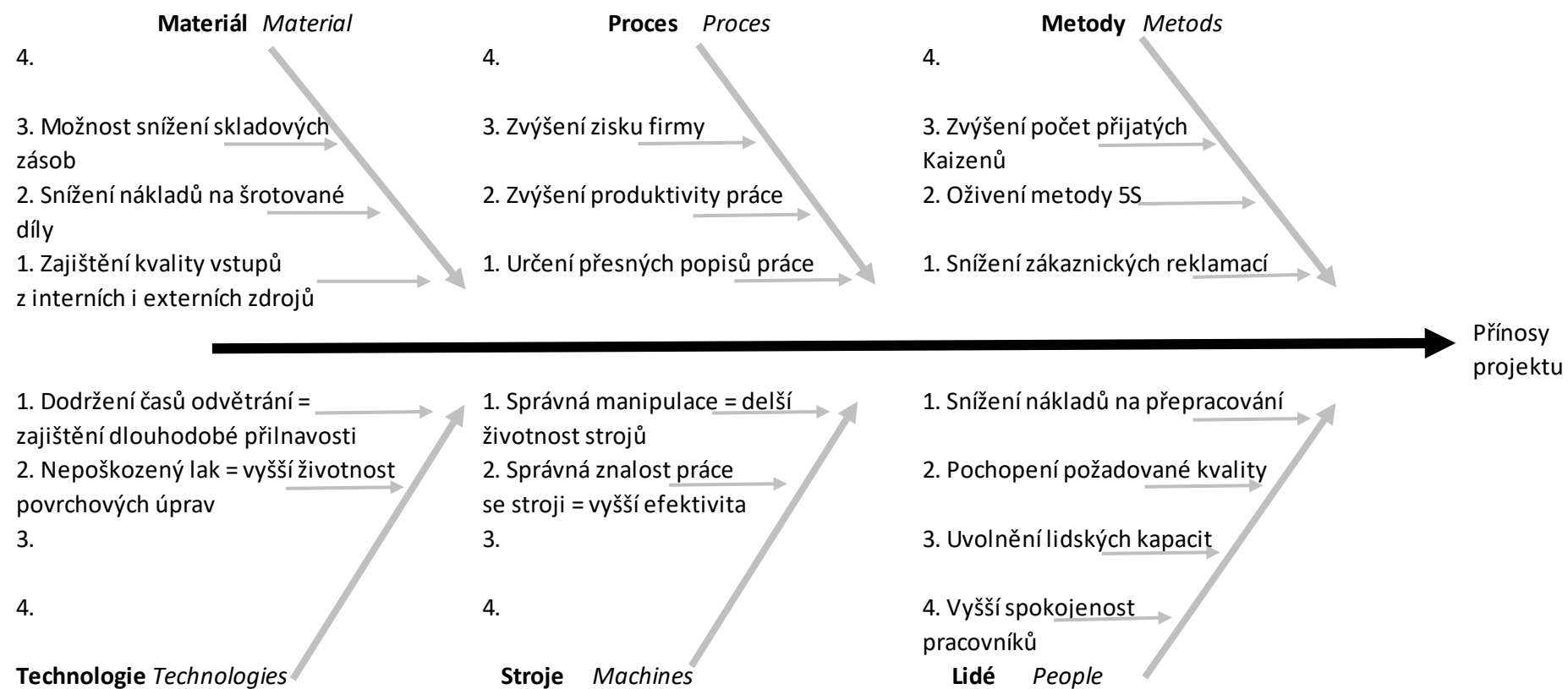


V tabulce č. 24 je vypočítána návratnost nákladů spojených s projektovým týmem. Projektovým týmem se během celého projektu sešel celkem 19x. Při zpětném vypočítání bylo dosaženo bodu zvratu ještě před koncem třetího projektového měsíce.

Tabulka 24 Vyhodnocení úspor projektu (zdroj: autor)

	1. projektový měsíc	2. projektový měsíc	3. projektový měsíc	4. projektový měsíc	5. projektový měsíc	1. poprojektový měsíc	2. poprojektový měsíc	3. poprojektový měsíc
Úspory	- €	714,33 €	1 122,00 €	1 416,15 €	1 604,75 €	1 637,33 €	1 658,62 €	1 669,26 €
Počet setkání	4	4	4	5	2	0	0	0
Projekt. vedoucí	220,00 €	220,00 €	220,00 €	220,00 €	110,00 €	200,00 €	0	0
Projekt. tým	288,00 €	288,00 €	288,00 €	360,00 €	144,00 €	200,00 €	0	0
Celkové náklady	508,00 €	508,00 €	508,00 €	580,00 €	254,00 €	400,00 €	0	0
Snížení plýtvání	- 508,00 €	- 301,67 €	312,33 €	1 148,48 €	2 499,23 €	3 736,56 €	5 395,18 €	7 064,44 €

Na níže přiloženém obrázku jsou pomocí pozitivního Ishikawova diagramu vyhodnoceny přínosy zlepšovatského projektu.



Obrázek 8 Ishikawův diagram pozitivních přínosů projektu (zdroj: autor)

ZÁVĚR

Stanovené celkové cíle bakalářské práce a projektové cíle definované na začátku projektu byly splněny. Výsledkem práce je zlepšení kvality výrobního procesu z původní hodnoty necelých 93 % na hodnotu dosahující takřka 99 %. Ačkoli bylo v projektu řešeno pouze 6 vad z celkových 45, činily náklady spojené s opravou těchto vad více než 91,5 % z celkových nákladů na nekvalitu na tomto pracovišti. Již v průběhu projektu došlo k návratnosti nákladů spojených s projektovým týmem. Z nepřímých přínosů stojí za zmínku snížení plýtvání, které 3 měsíce od ukončení projektu činilo více než 180 tis. Kč, uvolnění kapacit potřebných k opravě defektů a snížení počtu zákaznických reklamací.

V této práci nelze najít univerzální návod na odstranění defektů ze všech výrobních procesů. Každý výrobní proces je specifický a neexistuje jedno řešení, které by bylo aplikovatelné na jakýkoli další proces. Práce ukazuje cestu, jakou se společnost může vydat, aby i v ostatních výrobních procesech snižovala nekvalitu a s tím spojené náklady na nekvalitu. Potenciál pro zlepšování nebyl zcela jistě vyčerpán a lze v optimalizačních projektech dále pokračovat. Výrobní linka byla očištěna o nejčastější a nejnákladnější defekty. Nyní se na tomto pracovišti nabízí optimalizace výrobního procesu formou studia metod a měření práce.

Rozhodně bych doporučil více se zaměřit na drobná zlepšení, která přicházejí přímo od výrobních operátorů a kontrolorů formou Kaizenů. Právě tato drobná zlepšení vedou firmu k trvale udržitelnému rozvoji, který by měl zajistit další snížení nákladů, vyšší konkurenční schopnost a ziskovost společnosti.

Dalším důležitým tématem, které nebylo v této práci zmiňováno a řešeno, je hodnocení výrobních operátorů za jimi způsobenou nekvalitu. V současné době se nekvalita odráží ve mzdě jen u mistrů a kontrolorů, nikoli u přímých viníků chyb. Ovšem vše je dáno filozofií firmy a nastavenými pravidly. Z pohledu řízení kvality je to špatně a má to vliv na přístup ke kvalitě odváděné práce u některých výrobních operátorů.

Pro zvýšení kvality a výkonnosti podniku osobně doporučuji zaměstnání průmyslového inženýra, který by se naplno věnoval různým zlepšovatelským projektům.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CTQ	Critical to Quality
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve, Control
DMAIV	Define, Measure, Analyse, Improve, Verify
KP	Kořenová příčina
KPI	Key Performance Indicator
RFT	Right First Time
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Customer
VOC	Voice of Customer
5S	Metoda 5S z jap. Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BAUER, Miroslav a Ingrid HABURAIIOVÁ, 2015. *Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery*. Brno: BizBooks, 124 s. ISBN 978-80-265-0390-3.

DLABAČ, Jaroslav, Přidejme hodnotu svým procesům. Úspěch. 2017, č. 3/2017, s. 5.
ISSN 1803-5183.

DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO, 2012. *Projektový management podle IPMA*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 528 s. ISBN 978-80-247-4275-5.

JEŽEK, Vlastimil, ... Zlepšování? Zlepšování. Zlepšování. Úspěch. 2018, č. 3/2018, s. 5.
ISSN 1803-5183.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 264 s.
ISBN 978-80-247-5717-9.

KOURDI, Jeremy, 2011. *Podniková strategie: průvodce rozvojem vašeho byznysu*. Brno: Computer Press, 300 s. ISBN 978-80-251-2725-4.

MILLER, Ivan, 2016. *Kapesní příručka Six Sigma*. 3. vydání. Praha: Interquality, 141 s.
ISBN 978-80-905414-1-2.

PANDE, Peter S., Robert P. NEUMAN a Roland R. CAVANAGH, 2002. *Zavádíme metodu Six Sigma, aneb, Jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti*. Brno: TwinsCom, 416 s. ISBN 80-238-9289-4.

PILAŘOVÁ, Irena, 2016. *Leadership & management development: role, úlohy a kompetence managerů a lídrů*. Praha: Grada, 168 s. ISBN 978-80-247-5721-6.

PLAMÍNEK, Jiří, 2000. *Synergický management: vedení, spolupráce a konflikty lidí ve firmách a týmech*. Praha: Argo, 328 s. ISBN 80-7203-258-5.

ŘEPA, Václav, 2007. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. Management v informační společnosti, 288 s. ISBN 978-80-247-2252-8.

ŠMÍDA, Filip, 2007. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. Praha: Grada. Management v informační společnosti, 300 s. ISBN 978-80-247-1679-4.

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

VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA, 2013. *Podnikové řízení*. Praha: Grada. Finanční řízení, 688 s. ISBN 978-80-247-4642-5.

WOMACK, James P a Daniel T JONES, 2003. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Revised and updated. New York: Free Press, 396 s. ISBN 0-7432-4927-5.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Letecký pohled na firmu Fritzmeier s.r.o.	33
Obrázek 2 Mapování procesu	39
Obrázek 3 Rozložení vad.....	42
Obrázek 4 Zadání podkladů do Minitabu	44
Obrázek 5 Výpočet v Minitabu.....	45
Obrázek 6 Výsledek validity testu	45
Obrázek 7 Grafické zobrazení testu.....	45
Obrázek 8 Ishikawův diagram pozitivních přínosů projektu.....	59

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Rozdíly mezi štíhlou výrobou a Six Sigmou	20
Tabulka 2 Cíle jednotlivých kroků DMAIC	23
Tabulka 3 Kroky fáze Definování a typické nástroje	24
Tabulka 4 Kroky fáze Měření a typické nástroje	25
Tabulka 5 Kroky fáze Analýzy a typické nástroje	27
Tabulka 6 Kroky fáze Zlepšování a typické nástroje	28
Tabulka 7 Kroky fáze Řízení a typické nástroje	30
Tabulka 8 Naplánovaný harmonogram projektu	34
Tabulka 9 Hlas zákazníka	35
Tabulka 10 Měřitelné cíle projektu	35
Tabulka 11 Cíl projektu	36
Tabulka 12 Projektový list	37
Tabulka 13 Rozbor řešených vad	40
Tabulka 14 Výpočet způsobilosti procesu	41
Tabulka 15 Rozbor celkových vad	42
Tabulka 16 Rozbor vybraných vad	43
Tabulka 17 Rozbor jednotlivých pracovišť a směn	43
Tabulka 18 Rozbor vad jednotlivých pracovníků	43
Tabulka 19 Vybrané vady pro řešení v projektu	44
Tabulka 20 Vyhodnocení projektu	54
Tabulka 21 Grafické vyhodnocení projektu	55
Tabulka 22 Grafické vyhodnocení snížení nákladů	56
Tabulka 23 Grafické vyhodnocení návratnosti projektu	57
Tabulka 24 Vyhodnocení úspor projektu	58

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Sběr dat s vadami za 1. předprojektový měsíc

Příloha P II: Sběr dat s vadami za 2. předprojektový měsíc

Příloha P III: Sběr dat s vadami za 3. předprojektový měsíc

Příloha P IV: Sběr a vyhodnocení dat za 3. měsíce

PŘÍLOHA P I: SBĚR DAT S VADAMI ZA 1. PŘEDPROJEKTOVÝ MĚSÍC

Název vady	Počet vad	Délka oprav	Náklady v Eurech
Neslepené těsnící gumy	30	90	16,16 €
Chybějící špunt	18	54	9,69 €
Poškrábané sklo	19	570	102,32 €
Poškrábaný lak	9	540	270,00 €
Křivá guma pod zámkem	9	90	16,16 €
Nedotažené šrouby	8	24	4,31 €
Potečené od sek. lepidla	7	21	3,77 €
Chybějící tmel			- €
Nedotažený píst			- €
Chybějící madlo	1	10	1,80 €
Chybějící šroub			- €
Chyběla guma	3	15	2,69 €
Špatně nalepené pěnové těsnění			- €
Nelze otevřít / zavřít okno	3	45	8,08 €
Špatně nalepené sklo - šrotace			- €
Neprotážené závity			- €
Těsnění u zámku nedoléhá			- €
Zaměněný píst			- €
Nedostatečné tmelení - kryt klimy			- €
Neořezaný tmel	2	10	1,80 €
Nedotažený píst	3	9	1,62 €
Nefunkční páčka zámku	3	15	2,69 €
Špatně přilepená guma u madla			- €
Promáčknutý plech od závitníku			- €
Špatně nalepené spodní čalounění			- €
Potečený aktivátor			- €
Chybějící guma pod vaničkou			- €
Chybí těsnění u pantů			- €
Nedotažený zámek			- €
Chybí tyčka pod kastlíkem			- €
Použitý NOK zámek	1	45	8,08 €
Tmel v rámu okna			- €
Zasekává se zámek o plast			- €
Chyběla páčka ke dveřím			- €
Skříplý ochranný igelit			- €
Nedotažené táhlo v madle dveří			- €
Neroztažený tmel			- €
Netěsné okno			- €
Poškozená těsnící guma			- €
Ulomený šroub / zalomený šroub			- €
Špatná funkce páčky zámku			- €
Zámek okna příliš vysunutý			- €
Chybí krytka šroubu na madle			- €
Chybí otvory pro pl. zátky v rámu okna			- €
Deformace rámu okna			- €
Znečištěné čalounění tmelem			- €
Odlepené spodní sklo			- €
Použité NOK dveře			- €
Špatně nanesený tmel			- €
Zaměněný držák otevřených dveří			- €
Černá barva zatřena šedou	1	3	0,54 €
Chybí příbal	1	3	0,54 €
Zapomenutý šroub pod čalouněním	1	3	0,54 €
Celkem	119	1547	450,76 €

PŘÍLOHA P II: SBĚR DAT S VADAMI ZA 2. PŘEDPROJEKTOVÝ MĚSÍC

Název vady	Počet vad	Délka oprav	Náklady v Eurech
Neslepené těsnící guma	23	69	12,39 €
Chybějící špunt	14	42	7,54 €
Poškrábané sklo	14	420	75,39 €
Poškrábaný lak	9	540	270,00 €
Křivá guma pod zámekem	7	70	12,57 €
Nedotažené šrouby		0	- €
Potečené od sek. lepidla		0	- €
Chybějící tmel	3	15	0,54 €
Nedotažený píst	5	15	2,69 €
Chybějící madlo	5	50	8,98 €
Chybějící šroub	3	9	1,62 €
Chyběla guma		0	- €
Špatně nalepené pěnové těsnění	5	25	4,49 €
Nelze otevřít / zavřít okno		0	- €
Špatně nalepené sklo - šrotace	2	180	300,00 €
Neprotažené závity	4	12	2,15 €
Těsnění u zámku nedoléhá	4	20	3,59 €
Zaměněný píst	2	30	5,39 €
Nedostatečné tmelení - kryt klimy	3	15	2,69 €
Neořezaný tmel	1	5	0,90 €
Nedotažený píst		0	- €
Nefunkční páčka zámku		0	- €
Špatně přilepená guma u madla		0	- €
Promáčknutý plech od závítíku		0	- €
Špatně nalepené spodní čalounění		0	- €
Potečený aktivátor	1	15	2,69 €
Chybějící guma pod vaničkou	2	20	3,59 €
Chybí těsnění u pantů	2	10	1,80 €
Nedotažený zámek	2	6	1,08 €
Chybí tyčka pod kastlíkem	2	10	1,80 €
Použitý NOK zámek	1	45	8,08 €
Tmel v rámu okna	2	10	1,80 €
Zasekává se zámek o plast	2	20	3,59 €
Chyběla páčka ke dveřím		0	- €
Skříplý ochranný igelit		0	- €
Nedotažené táhlo v madle dveří		0	- €
Neroztažený tmel		0	- €
Netěsné okno		0	- €
Poškozená těsnící guma		0	- €
Ulomený šroub / zalomený šroub		0	- €
Špatná funkce páčky zámku		0	- €
Zámek okna příliš vysunutý		0	- €
Chybí krytka šroubu na madle		0	- €
Chybí otvory pro pl. zátky v rámu okna		0	- €
Deformace rámu okna		0	- €
Znečištěné čalounění tmelem		0	- €
Odlepené spodní sklo		0	- €
Použité NOK dveře	1	60	10,77 €
Špatně nanesený tmel	1	10	1,80 €
Zaměněný držák otevřených dveří	1	10	1,80 €
Černá barva zatřena šedou		0	- €
Chybí přibal		0	- €
Zapomenutý šroub pod čalouněním		0	- €
Celkem	121	1733	749,68 €

PŘÍLOHA P III: SBĚR DAT S VADAMI ZA 3. PŘEDPROJEKTOVÝ MĚSÍC

Název vady	Počet vad	Délka oprav	Náklady v Eurech
Neslepené těsnící gumy	16	48	8,62 €
Chybějící špunt	8	24	4,31 €
Poškrábané sklo	3	90	16,16 €
Poškrábaný lak	7	420	210,00 €
Křivá guma pod zámkem	3	30	5,39 €
Nedotažené šrouby		0	- €
Potečené od sek. lepidla	1	3	0,54 €
Chybějící tmel	2	10	0,36 €
Nedotažený píst	1	3	0,54 €
Chybějící madlo		0	- €
Chybějící šroub	1	3	0,54 €
Chyběla guma	1	5	0,90 €
Špatně nalepené pěnové těsnění		0	- €
Nelze otevřít / zavřít okno		0	- €
Špatně nalepené sklo - šrotace	2	180	300,00 €
Neprotažené závity		0	- €
Těsnění u zámku nedoléhá		0	- €
Zaměněný píst	1	15	2,69 €
Nedostatečné tmelení - kryt klimy		0	- €
Neovězaný tmel		0	- €
Nedotažený píst		0	- €
Nefunkční páčka zámku		0	- €
Špatně přilepená guma u madla	1	10	1,80 €
Promáčknutý plech od závěsníku		0	- €
Špatně nalepené spodní čalounění	2	30	5,39 €
Potečený aktivátor	1	15	2,69 €
Chybějící guma pod vaničkou		0	- €
Chybí těsnění u pantů		0	- €
Nedotažený zámek		0	- €
Chybí tyčka pod kastlíkem		0	- €
Použitý NOK zámek		0	- €
Tmel v rámu okna		0	- €
Zasekává se zámek o plast		0	- €
Chyběla páčka ke dveřím		0	- €
Skříplý ochranný igelit		0	- €
Nedotažené táhlo v madle dveří		0	- €
Nerotážený tmel		0	- €
Netěsné okno		0	- €
Poškozená těsnící guma		0	- €
Ulomený šroub / zalomený šroub		0	- €
Špatná funkce páčky zámku	1	10	1,80 €
Zámek okna příliš vysunutý	1	20	3,59 €
Chybí krytka šroubu na madle	1	3	0,54 €
Chybí otvory pro pl. zátky v rámu okna	1	10	1,80 €
Deformace rámu okna	1	60	10,77 €
Znečištěné čalounění tmelem	1	5	0,90 €
Odlepené spodní sklo	1	30	5,39 €
Použitý NOK dveře		0	- €
Špatně nanesený tmel		0	- €
Zaměněný držák otevřených dveří		0	- €
Černá barva zatřena šedou		0	- €
Chybí příbal		0	- €
Zapomenutý šroub pod čalouněním		0	- €
Celkem	57	1024	584,67 €

PŘÍLOHA P IV: SBĚR A VYHODNOCENÍ DAT ZA 3. MĚSÍCE

Název vady	Počet vad	Délka oprav	Náklady v Eurech
Neslepené těsnící gumy	69	207	37,16 €
Chybějící špunt	40	120	21,54 €
Poškrábané sklo	36	1080	193,86 €
Poškrábaný lak	25	1500	750,00 €
Křivá guma pod zámkem	19	190	34,11 €
Nedotažené šrouby	8	24	4,31 €
Potečené od sek. lepidla	8	24	4,31 €
Chybějící madlo	6	60	10,77 €
Nedotažený píst	6	18	3,23 €
Špatně nalepené pěnové těsnění	5	25	4,49 €
Chybějící tmel	5	25	0,90 €
Špatně nalepené sklo - šrotace	4	360	600,00 €
Chyběla guma	4	20	3,59 €
Těsnění u zámku nedoléhá	4	20	3,59 €
Neprotažené závity	4	12	2,15 €
Chybějící šroub	4	12	2,15 €
Nelze otevřít / zavřít okno	3	45	8,08 €
Zaměněný píst	3	45	8,08 €
Nedostatečné tmelení - kryt klimy	3	15	2,69 €
Neořezaný tmel	3	15	2,69 €
Nefunkční páčka zámku	3	15	2,69 €
Nedotažený píst	3	9	1,62 €
Použitý NOK zámek	2	90	16,16 €
Špatně nalepené spodní čalounění	2	30	5,39 €
Potečený aktivátor	2	30	5,39 €
Chybějící guma pod vaničkou	2	20	3,59 €
Zasekává se zámek o plast	2	20	3,59 €
Chybí těsnění u pantů	2	10	1,80 €
Chybí tyčka pod kastlíkem	2	10	1,80 €
Tmel v rámu okna	2	10	1,80 €
Nedotažený zámek	2	6	1,08 €
Deformace rámu okna	1	60	10,77 €
Použitý NOK dveře	1	60	10,77 €
Odlepené spodní sklo	1	30	5,39 €
Zámek okna příliš vysunutý	1	20	3,59 €
Špatně přilepená guma u madla	1	10	1,80 €
Špatná funkce páčky zámku	1	10	1,80 €
Chybí otvory pro pl. zátky v rámu okna	1	10	1,80 €
Špatně nanesený tmel	1	10	1,80 €
Zaměněný držák otevřených dveří	1	10	1,80 €
Znečištěné čalounění tmelem	1	5	0,90 €
Chybí krytka šroubu na madle	1	3	0,54 €
Černá barva zatřena šedou	1	3	0,54 €
Chybí příbal	1	3	0,54 €
Zapomenutý šroub pod čalouněním	1	3	0,54 €
Celkem	297	4304	1 785,10 €

