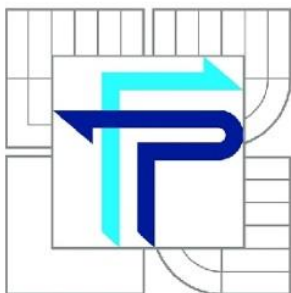




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV MANAGEMENTU
FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF MANAGEMENT

NÁVRH ZLEPŠENÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ KOUPELNOVÉHO OTOPNÉHO TĚLESA POMOCÍ SIMULACE

MANUFACTURING PROCESS IMPROVEMENT OF THE BATHROOM HEATER USING
SIMULATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. STANISLAVA LOLKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ZDEŇKA VIDECKÁ, Ph.D.

BRNO 2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Lolková Stanislava, Bc.

Řízení a ekonomika podniku (6208T097)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh zlepšení výrobních procesů koupelnového otopného tělesa pomocí simulace

v anglickém jazyce:

Manufacturing Process Improvement of the Bathroom Heater using Simulation

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce

Analýza současné situace ve společnosti Očenášek a.s.

Vlastní návrhy řešení

Zhodnocení přínosu návrhu řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

DLOUHÝ, Martin et al. Simulace podnikových procesů. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2007. 201 s. ISBN 978-80-251-1649-4.

ŘEPA, Václav. Podnikové procesy: procesní řízení a modelování. 1. vydání. Praha: Grada, 2006. 265 s. Management v informační společnosti. ISBN 80-247-1281-4.

JUROVÁ, Marie a kol. Výrobní procesy řízené logistikou. 1. vydání. Brno: BizBooks, 2013. 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.

KAVAN, Michal. Výrobní a provozní management. 1.vydání. Praha: Grada Publishing, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.

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

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

L.S.

prof. Ing. Vojtěch Koráb, Dr., MBA
Ředitel ústavu

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
Děkan fakulty

V Brně, dne 28.2.2015

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá analýzou současné situace ve společnosti Očenášek a.s. Na základě procesních map, výsledků chronometráže a počítačové simulace je sestavena mapa budování přidané hodnoty současného stavu, která poukazuje na problémová místa procesu. S návrhem řešení je vypracována nová mapa budování přidané hodnoty, která slouží jako podklad pro zhodnocení předloženého řešení.

ABSTRACT

This thesis analyzes the current situation in company Očenášek. On the basis of the process maps, chronometrical results and computer simulations is compiled value stream mapping current status, which highlights the trouble spots of the process. The proposed solution is drawn up a new value stream mapping, which serves as the basis for evaluation of the proposed solution.

KLÍČOVÁ SLOVA

procesní řízení, Lean Six Sigma, DMAIC, simulace, mapa budování přidané hodnoty

KEY WORDS

process management, Lean Six Sigma, DMAIC , simulation, Vaue Stream Mapping

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE PRÁCE

LOLKOVÁ, S. *Návrh zlepšení výrobních procesů koupelnového otopného tělesa pomocí simulace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2015. 86 s.
Vedoucí diplomové práce Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 20. května 2015

.....

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Zdeňce Videcké, Ph.D. za odborné konzultace při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat celému kolektivu zaměstnanců firmy Očenášek a.s., především pak panu Mojmiru Očenáškoví za poskytnuté informace potřebné k vypracování této diplomové práce.

V Brně dne 20. května 2015

.....

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	12
1.1 Podnikový proces.....	12
1.2 Procesní řízení.....	13
1.3 Lean Six Sigma.....	14
1.3.1 <i>Lean</i>	15
1.3.2 <i>Six Sigma</i>	15
1.3.3 <i>DMAIC</i>	16
1.4 Mapování procesních toků.....	18
1.4.1 <i>Procesní mapa</i>	19
1.4.2 <i>Mapa budování přidané hodnoty</i>	19
1.5 Měřicí systém.....	21
1.5.1 <i>Přímé měření</i>	21
1.5.2 <i>Nepřímé měření</i>	22
1.6 Identifikace problémů a hledání příčin.....	22
1.6.1 <i>Paretova analýza</i>	23
1.6.2 <i>Ishikawa diagram</i>	23
1.7 Simulace.....	24
1.7.1 <i>Fáze simulačního projektu</i>	26
2 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE VE SPOLEČNOSTI OČENÁŠEK A.S.....	30
2.1 Základní údaje o společnosti.....	30
2.1.1 <i>Výrobní program</i>	32
2.1.2 <i>Organizační struktura</i>	32
2.2 Definování.....	33
2.2.1 <i>Analýza procesů výrobní zakázky</i>	33
2.2.2 <i>Projektová listina</i>	48
2.3 Měření.....	50
2.3.1 <i>Paretova analýza</i>	50
2.3.2 <i>Chronometráž výrobních činností</i>	52
2.3.3 <i>Procesní analýza</i>	59

2.3.4	<i>Počítačová simulace</i>	60
2.4	Analýza	62
2.4.1	<i>Value stream mapping</i>	62
2.4.2	<i>Charakteristiky procesu současného stavu</i>	62
2.4.3	<i>Shrnutí analytické části</i>	65
3	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ	67
3.1	Zlepšování	67
3.1.1	<i>Charakteristiky procesu předpokládaného stavu</i>	68
3.1.2	<i>Lakovna</i>	69
3.1.3	<i>Analýza rizik interního procesu lakování</i>	70
3.1.4	<i>Předpokládaný rozpočet</i>	72
3.2	Kontrolování	75
4	ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU NÁVRHU ŘEŠENÍ.....	77
4.1	Porovnání hodnot metrik.....	77
4.2	Předpokládaná doba návratnosti investic	77
	ZÁVĚR	80
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	81
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	83
	SEZNAM GRAFŮ	84
	SEZNAM TABULEK	85
	SEZNAM PŘÍLOH.....	86

ÚVOD

„Člověk je tvor s potřebami a požadavky.“

Současný vývoj trhu je charakteristický tím, že spotřebitelům se nabízí velké množství dodavatelů. Z tohoto důvodu se žádný podnik nemůže spokojit „pouze“ s dobře odvedenou prací, ale musí předstoupit před zákazníka se **špičkovým výrobkem či službou**. Tato charakteristika je typická pro trhy s nízkým růstem a nespočtem konkurenčních podniků. V čem se výkony těchto konkurenčních podniků odlišují? Proč a na základě čeho si spotřebitel koupí ten či onen výrobek? Každý spotřebitel od dodavatele očekává určitou **kvalitu, hodnotu, cenu** a **čas**, který je v praxi zastoupen dodacími termíny. Z tohoto vyplývá, že špičkový výrobek lze realizovat pouze za předpokladu dokonalého poznání zákaznických potřeb a požadavků. Jedině tak lze získat přesné informace, které odpovídají na otázky **PROČ, CO** a **JAK** vyrábět. Tato diplomová práce se zabývá především otázkou **JAK** vyrábět. Jak již název napovídá, významnou částí této práce je **simulace podnikových procesů**. Tato moderní technika procesního řízení bude poskytovat zdrojové informace o sledovaném procesu. Bez těchto informací by bylo obtížné úspěšně dokončit analýzu a bez kompletní analýzy není možné navrhnout zlepšení.

Při simulaci dochází k nahrazení reálného prostředí tzv. **virtuálním prostředím**. Správné využití této skutečnosti stojí za neustále se zjednodušujícími se výrobními procesy. Samozřejmě, že toto virtuální prostředí sebou přináší jisté nevýhody, ale podstatně mnohem více výhod. Výčet dalších výhod a nevýhod je nepochybně součástí této práce. Proces simulace je označován za jednu z nejsložitějších, ale nejdůležitějších operací, které současná výpočetní technika nabízí.

CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je vytvoření návrhu zlepšení vybraného výrobního procesu koupelnového otopného tělesa ve společnosti Očenášek a.s.

Pro splnění tohoto cíle je práce rozdělena na teoretickou, praktickou a hodnotící část. Teoretická část seznamuje s principy metodiky Lean Six Sigma. V praktické části je detailně zpracována analýza současného stavu podnikových procesů, jejímž výstupem jsou identifikovaná problémová místa. Odstranění těchto míst je předmětem vlastního návrhu řešení. Součástí práce je také zhodnocení efektivnosti navrhovaných změn, které se projeví v pružnosti dodávky, resp. v délce průběžné doby výroba a tím i vyšší konkurenceschopnosti.

METODIKA PRÁCE

Praktická část diplomové práce využívá zlepšovateľský cyklus DMAIC, který je součástí přístupu Lean Six Sigma.

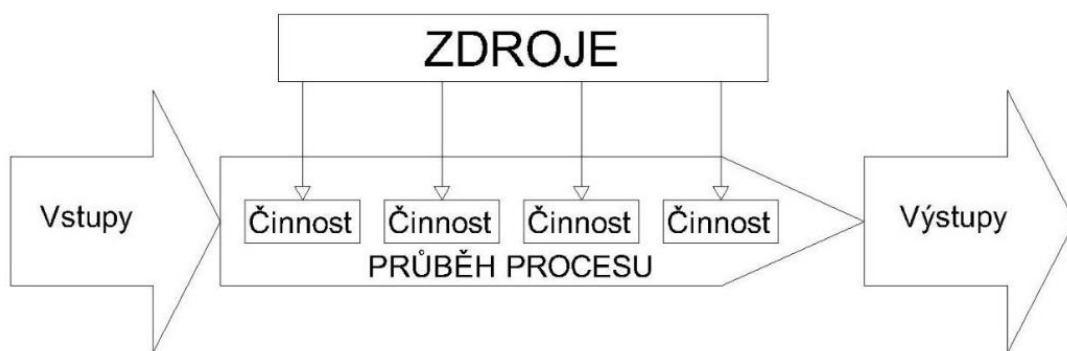
V jednotlivých krocích jsou postupně aplikovány tyto nástroje: Procesní mapy, které poskytují komplexní pohled na současný stav podnikových procesů. Poté následuje tvorba zadání, tzv. projektová listina, která je zaměřena na eliminaci identifikovaných problémových míst, jenž vyplývají z analytické části. Pro realizaci definovaného projektu je nezbytné mít k dispozici relevantní data. K tomuto účelu slouží Paretova analýza, chronometráž, procesní analýza a počítačová simulace. Veškeré dostupné informace jsou implementovány a vyhodnoceny prostřednictvím mapy budování přidané hodnoty.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

1.1 Podnikový proces

Definice podnikového procesu dle (14, s. 13): „*Podnikový proces je souhrnem činností, transformujících souhrn vstupů do souhrnu výstupů (zboží nebo služeb) pro jiné lidi nebo procesy, používající k tomu lidi a nástroje.*“

Schematické znázornění podnikového procesu viz obrázek č. 1.



Obrázek 1: Schéma podnikového procesu

Zdroj: (6, s. 7)

Přehled atributů podnikového procesu:

- Název,
- cíl procesu a měřitelné ukazatele,
- vlastník procesu,
- vstupy (dodavatelé) a výstupy,
- (externí x interní) zákazníci,
- činnosti procesu,
- kritické faktory úspěchu,
- klíčové ukazatele výkonnosti procesu. (6)

Existuje celá škála procesů, které se liší nejen dle atributů výše, ale i dle důležitosti a účelu. Právě členění dle důležitosti je nejčastěji uváděné a odborníky doporučované,

neboť nám umožňuje získat základní informace o sledovaných procesech z hlediska přidané hodnoty pro externího zákazníka. (6)

Z tohoto pojetí vyplývá následující klasifikace procesů:

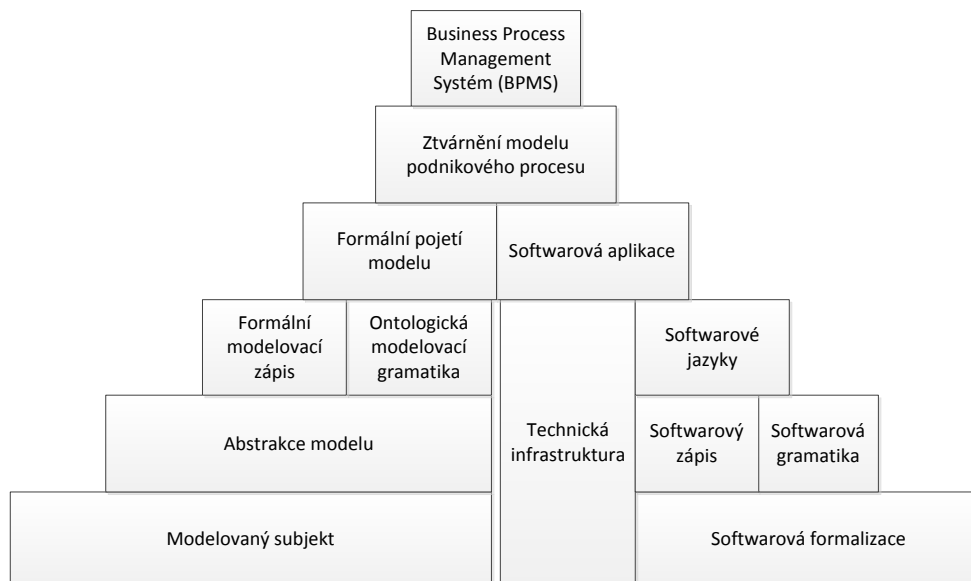
- a) **Hlavní (hodnototvorné, klíčové) procesy** - naplňují strategické cíle firmy a přímo se podílejí na vytváření přidané hodnoty. Tzn. výsledek hlavního procesu je určen přímo zákazníkovi. Typickým příkladem hlavního procesu je výroba.
- b) **Podpůrné (pomocné) procesy** - zajišťují vnitřnímu zákazníkovi produkt či službu, kterou nelze zajistit externě, neboť by bylo ohroženo poslání firmy. Hlavní procesy by bez podpůrných nemohly existovat. Typické příklady podpůrných procesů jsou např. marketing nebo zajištění zpracování informací.
- c) **Vedlejší procesy** - zajišťují vnitřnímu zákazníkovi produkt či službu, kterou lze zajistit externě. V podniku jsou vykonávány z důvodu ekonomické výhodnosti. Typickým příkladem vedlejšího procesu je personalistika. (19)

1.2 Procesní řízení

Procesní řízení představuje činnost, při níž management podniku využívá znalostí, schopností, metod, nástrojů a systému k tomu, aby rozpoznal, popisoval, měřil, řídil, vyhodnocoval a zlepšoval efektivitu podnikových procesů. Základ procesního řízení tedy spočívá v orientaci na co nejefektivnější fungování procesů. (16)

S rozvojem informačních a komunikačních technologií se při řízení procesů využívá stále častěji specializovaný software, neboli **business process management** (BPM), který generuje množství informací o chování současného procesu. Tyto informace pak slouží jako podklad pro zlepšovateľské iniciativy. (8)

Schéma na obrázku č. 2 znázorňuje základní strukturální prvky systému BPM.



Obrázek 2: Architektura metody BPM

Zdroj: (8, s. 218)

1.3 Lean Six Sigma

Klíčem každého zlepšování je poznání skutečnosti a její následný rozbor. Zlepšovateľským cílem **Lean Six Sigma** je odstraňovat variabilitu a zároveň zkvalitňovat, zrychlovat a zefektivňovat výrobní či obchodní procesy. (5)

Čtyři pravidla Lean Six Sigma dle (5)

1. Potěšit zákazníky rychlostí a kvalitou,
2. zlepšovat procesy,
3. pracovat společně pro dosažení maximálního zisku,
4. rozhodovat se na základě faktů a dat.

Lean Six Sigma kombinuje přístupy Lean a Six Sigma. Z tohoto důvodu si nejdříve oba přístupy blíže představíme.

1.3.1 Lean

Metoda **Lean** je dle (16) založena na cyklickém přístupu ke zvýšení výkonnosti procesu a snížení nákladů, které může být důsledkem snížení zásob, zmenšením rozlohy výrobních prostor nebo úsporou práce. Dalším významným důvodem, který přispívá k použití této metody, vyplývá z následující definice:

„Lean je sdružením principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobku nebo služeb, jenž mají sloužit zákazníkům procesu.“ (16, s. 32)

Aplikace metody Lean představuje činnost zaměřenou na neustálé odstraňování všech forem plýtvání v podniku, případně provádění činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu zákazníkovi.

Přehled osmi druhů plýtvání, se kterými se podniky nejčastěji setkávají:

1. Nadprodukce,
2. držení nadměrných zásob,
3. zmetky,
4. zbytečné pohyby,
5. vlastní zpracování výrobku,
6. čekání,
7. doprava,
8. nevyužití tvůrčího potenciálu pracovníků. (16)

1.3.2 Six Sigma

Hlavním cílem metody je snižování variability procesu a počtu chyb (neshod, vad). Měřítka úspěšnosti zlepšení je „**počet sigma**“ který vyjadřuje vzdálenost mezi střední hodnotou a stanovenou toleranční mezí. Čím je „počet sigma“ větší, tím je pravděpodobnost výskytu neshodného produktu menší. Cílem metody Six Sigma je redukce variability na hodnotu „šest sigma“. Dosažení této hodnoty značí, že nevznikají skoro žádné neshodné denní činnosti. (5)

Systematické porovnání obou přístupů viz následující tabulka č. 1.

Tabulka 1: Srovnání přístupů Lean a Six Sigma

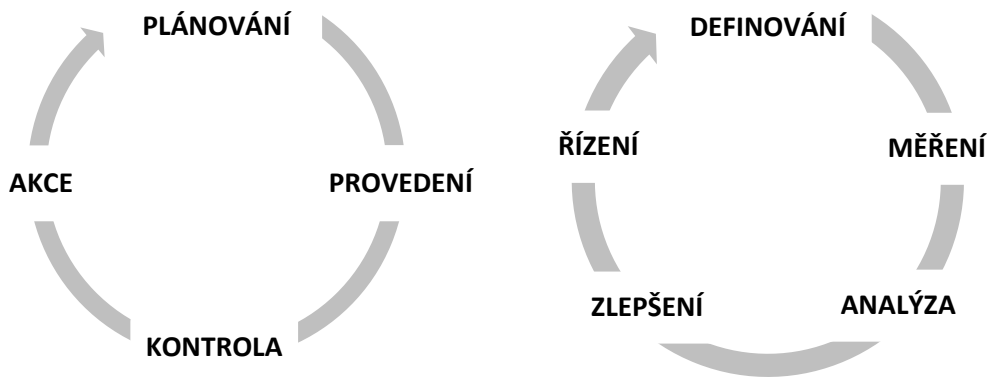
	LEAN	SIX SIGMA
Záměr	Efektivní vytvoření hodnoty , která je definována na základě znalosti požadavku zákazníka.	Efektivní zajištění kvality , která je vymezena kritickými vlastnostmi předmětu dle definice zákazníka.
Cesta	Odstranění plýtvání .	Snížení variability .
Předmět zkoumání	Horizontální pohled na zkoumání a souhrn procesních toků.	Vertikální pohled na vyhledávání a eliminaci problémových míst.
Hlavní předpoklady	<ul style="list-style-type: none"> - Odstranění plýtvání ovlivní celkovou výkonnost procesu. - Opakovaná malá zlepšení přinášejí jistější úspěchy a méně rizik než jedna rozsáhlá změna. 	<ul style="list-style-type: none"> - Odstranění variability procesu zvýší celkovou kvalitu jeho výstupů. - Poznání vycházející z faktů je obrovskou hodnotou.
Nejvýraznější přínos	Zkrácení doby trvání procesu.	Zvýšená uniformita výstupů procesu.
Další přínosy	<ul style="list-style-type: none"> - Omezení plýtvání. - Zrychlený průchod. - Snížení provozních zásob. - Řízení prostřednictvím měření procesů. - Zvýšená kvalita zajištěná prostřednictvím zlepšování toku činností. 	<ul style="list-style-type: none"> - Omezení variability procesů. - Stabilita kvality výstupů. - Snížení provozních zásob. - Řízení prostřednictvím měření chybovosti. - Zvýšená kvalita zajištěná prostřednictvím odstraňování rušivých vlivů.
Cyklus projektu	Cyklický/iterativní PDCA/PDSA ,	Přímý DMAIC
Organizace týmu	Integrované zlepšovateľské týmy	Integrované zlepšovateľské týmy s doporučovanou strukturou rolí.
Klíčové metody	<ul style="list-style-type: none"> - Mapování a měření procesních toků. - Optimalizace procesních toků. 	<ul style="list-style-type: none"> - Měření výskytů a četností. - Analýzy příčin a důsledků.

Zdroj: (16)

1.3.3 DMAIC

V rámci přístupu Lean Six Sigma se aplikuje cyklus projektu zvaný **DMAIC**. Tento cyklus je univerzálním nástrojem postupného zlepšování výrobků, služeb, procesů, aplikací nebo dat. Jedná se o zdokonalený **PDCA** cyklus. (17)

Jednotlivé kroky obou cyklů ilustruje obrázek č. 3.



Obrázek 3: PDCA (vlevo) a DMAIC (vpravo)

Zdroj: Zpracováno dle (17, s. 63)

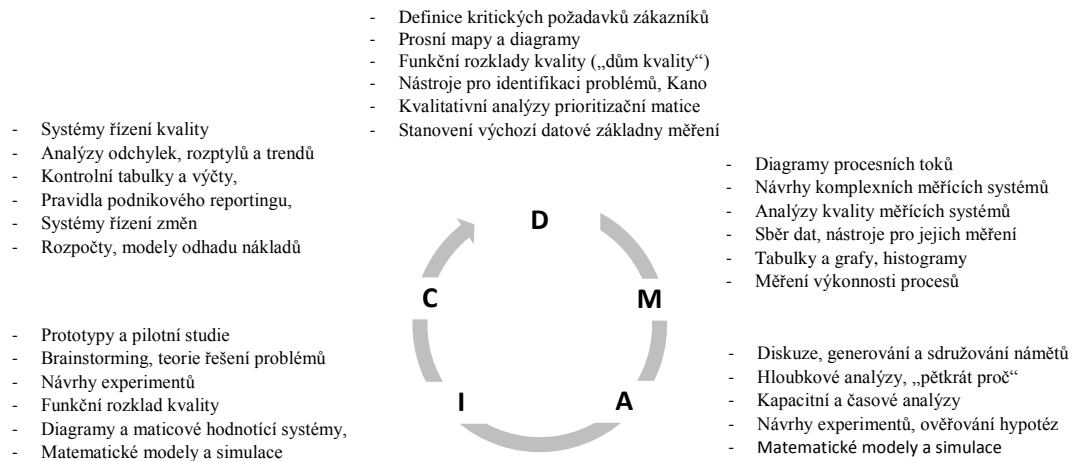
Jak je z obrázku výše patrné, cyklus DMAIC je definován pěti kroky cyklu zlepšení, a to **definováním, měřením, analyzováním, zlepšováním, řízením**. Tyto kroky se vzájemně ovlivňují a navazují na sebe. (17)

Jejich bližší popis dle (16) přináší následující text.

- D Definování** se zabývá porozuměním problému, nalezením a pojmenováním cílů, tak aby byly pokryty veškeré potřeby zákazníků procesu. Na základě identifikovaných problémů a cílů se definuje projekt a sestavuje řešitelský tým.
- M Měření** zahrnuje činnosti návrhu plánu měření, sběr relevantních údajů o chování současného procesu a hodnocení naměřených dat. Cílem kroku měření je vytvoření návrhu komplexního kontrolního mechanismu měření včetně soustavy měříttek, která bude sloužit ke sledování a vyhodnocení vývoje návrhu změn.
- A Analýza** se zabývá rozborem procesních odchylek, stanovením významných příčin problémů a kvantifikací potenciálních zlepšovateľských příležitostí.
- I Zlepšení** se zaměřuje na sestavení návrhů řešení a vypracování nového procesního modelu. Poté, je sestaven implementační plán navrhovaných změn.
- C Úkolem kontrolování/řízení** je monitorování a řízení zlepšeného procesu, tak aby byla udržena jeho požadovaná kvalita. Současné probíhá proces dokumentace a školení.

V rámci aplikace Lean Six Sigma, v každém kroku cyklu DMAIC, je využívána celá řada nástrojů.

Obrázek č. 4 poskytuje přehled nejpoužívanější z nich.



Obrázek 4: Typické nástroje fází cyklu DMAIC

Zdroj: (16, s. 130)

S vybranými nástroji nás již podrobně seznámí kapitoly č. 1.4 až 1.7.

1.4 Mapování procesních toků

Smyslem této činnosti je vytvoření vizuálně dokumentovaného procesního toku. Výstupem mapování jsou specifické diagramy, které slouží jako podklad pro další procesní analýzu. (16)

Jaké jsou silné stránky této skupiny nástrojů?

- slouží k rychlému odhalení problémů v procesu,
- zjednodušují komunikaci mezi pracovním týmem a odborníky. (16)

V současné době existuje velké množství různých typů procesních diagramů, které se liší tím, v kterém kroku cyklu DMAIC je diagram sestaven. Jedná se například o SIPOC diagram, špagetový diagram, procesní mapy, dráhové diagramy, mapy budování přidané hodnoty, atd. Z tohoto vyplývá, že v rámci jednoho projektu může být v různých krocích použito několik diagramů. (16)

V následujícím textu budou představeny diagramy typu procesní mapa a mapa budování přidané hodnoty.

1.4.1 Procesní mapa

„Obecné procesní mapy jsou volně koncipované diagramy, jejichž účelem je prvotní analýza při stanovení rozsahu projektu a slouží jako vhodný komunikační nástroj ve všech fázích modelování a dokumentace procesů.“ (16, s. 135)

Od procesních map nemůžeme očekávat vysokou míru detailnosti, protože jejich prvotním účelem je zvýšit orientaci v systému detailních diagramů. Při tvorbě procesní mapy se doporučuje vycházet z organizačně-technologických přístupů. (16)

1.4.2 Mapa budování přidané hodnoty

„Kdekoliv má nějaký produkt svého zákazníka, existuje tam i příslušný hodnotový tok. Výzva i problém je v tom, vidět ho.“

(Mike Rother a John Shook,
Learning to See)

Hodnotový tok představuje souhrn veškerých činností v procesech, které umožňují přeměnu vstupů na výstupy, které mají určitou hodnotu pro zákazníka. V hodnotovém toku se vyskytují činnosti, které přidávají produktu hodnotu, ale naopak i činnosti, které žádnou hodnotu nepřidávají. (16)

Mapu budování přidané hodnoty, známou také jako **Value Stream Mapping (VSM)**, lze uplatnit jako vstupní analýzu pro:

- Zlepšení toku výrobního nebo administrativního procesu,
- simulaci,
- snížení rozpracovanosti nebo
- změnu v organizaci práce. (15)

Jaké jsou přínosy mapy budování přidané hodnoty?

- Můžeme vidět nejen plýtvání, ale také zdroje plýtvání,
- můžeme vidět souvislosti mezi tokem informací a materiálu,
- ukazuje nám celý tok, což nám umožní vidět víc než jen proces např. sváření, tvarování apod. (15)

Postup mapování toku hodnot dle (15)

1. Výběr vhodného představitele

Základním pravidlem výběru je vybrat takový výrobek, který prochází maximálním počtem procesů. Pokud širší sortimentu je malá, pak se doporučuje mapování všech typů. Naopak, pro velkou šíři sortimentu, je nezbytné vybrat vhodného představitele. K tomuto účelu slouží Paretova analýza. Představitele však můžeme určit také prostým vytipováním na základě podobnosti postupů.

2. Náskres materiálového toku

Ikona externího zákazníka je vždy umístěna do pravého horního rohu. Ikona externího dodavatele je pak v levém horního rohu. Každý proces je zaznamenán do spodní části náskresu jako čtverec resp. obdélník. Sklady jsou zobrazeny prostřednictvím trojúhelníku. Velikost skladových zásob je závislá na požadavku zákazníka. Přes tyto definované komponenty postupně protéká sledovaný materiál. Materiálový tok není kreslený dle fyzického layoutu výroby, nýbrž zleva doprava, a to v jedné linii. Následuje sběr důležitých výrobních informací.

Na začátku mapování se doporučuje sbírat tyto procesní informace:

- Cyklový čas (C/T),
- čas přetypování (C/O),
- pracovní čas
- využití zařízení,
- výrobní dávka,
- počet operátorů.

Časovou jednotkou cyklových a pracovních časů, doby taktu je sekunda.

3. Náskres informačního systému a forem plánování

Tato fáze se zaměřuje na zaznamenání informačních toků od externího zákazníka, přes podnik až k externímu dodavateli. Z tohoto vyplývá, že informační tok kreslíme zprava doleva.

4. Výpočet charakteristik hodnotového toku

Před samotným výpočtem musí být náskres doplněn o tzv. časovou linku.

Následně můžeme vypočítat tyto charakteristiky hodnotového toku:

- Celkovou průběžnou dobu ve dnech,
- celkový procesní čas,
- čas přidané hodnoty,
- VA-index.

1.5 Měřicí systém

Cílem měřicího systému je co nejpřesnější určení normy spotřeby času jednotlivých operací. Měřicí systém bývá mnohdy zatracován, neboť sám o sobě nepřináší očekávaný výsledek, což vyplývá i z následujícího popisu měření práce:

„Měření práce by mělo pouze sloužit jako číselné vyjádření nárůstu produktivity při použití nového postupu a slouží pro stanovení objektivní normy spotřeby času.“ (1)

1.5.1 Přímé měření

V rámci této metody je norma spotřeby času stanovena na základě stopek a formulářů nebo také prostřednictvím speciálního zařízení a softwaru. Rozlišujeme dva přístupy přímého měření, a to chronometrůž a snímkování pracovního dne. (1)

Chronometrůž je založená na rozdělení měřené operace do několika úkonů. Výhoda chronometrůže spočívá ve vysoké spolehlivosti, jednoznačném definování problematického úkonu a v možnosti přesunu úkonu mezi pracovníky. (1)

Snímek pracovního dne je založen na nepřetržitém studiu spotřeby času. Pomocí tohoto přístupu zjišťujeme skutečnou spotřebu času konkrétního pracovníka. Snímkování se většinou využívá k definování nepravidelných činností nebo všude tam, kde je zapotřebí získat informace o využití pracovníků. (1)

1.5.2 Nepřímé měření

Podstatou metody nepřímého měření jsou předem určené časy základních pohybů, které jsou založené na kombinaci časových a pohybových studií. Nejznámějšími přístupy nepřímého měření jsou MTM a MOST. (13)

MTM (Methods Time Measurement) je nejznámějším přístupem nepřímého měření. Charakteristika MTM: *„Prostřednictvím MTM se každá ruční práce rozkládá do základních pohybů, které jsou k jejímu provedení nutné. Ke každému základnímu pohybu se váže předem stanovená časová hodnota, určená povahou základního pohybu a vlivy, které na jeho provedení působí.“* (13)

MOST (Maynard Operation Sequence Technique) představuje systém pro analyzování, měření a následnou optimalizaci práce, který reaguje na poměrně značnou časovou náročnost předchozího přístupu. Tento přístup vychází ze skutečnosti, že při veškerých výrobních činnostech (s výjimkou tvůrčího myšlení) dochází k přemístování objektů. (13)

1.6 Identifikace problémů a hledání příčin

Tato kapitola se zabývá způsoby, jak získat informace, které budou součástí analýzy a hodnocení.

V rámci identifikace problémů a hledání příčin rozlišujeme dle (16) tyto nástroje:

- Jednoduché **nástroje pro sbírání informací** (např.: pozorování, analýza písemné dokumentace, interview, atd.),
- **nástroje skupinové diskuze a generování námětů** (např.: brainstorming, diagramy pro třídění a sdružování námětů, benchmarking, atd.) a
- **nástroje pro identifikaci příčin problémů** (např.: kontrolní seznamy, Paretova analýza, „Pětkrát proč“, Ishikawa diagram, funkční rozklad kvality, atd.).

Použití vhodné metody je závislé zejména na fázi konkrétního projektu a dále na celkově procesně-zlepšovateľských zkušenostech podniku. (16)

1.6.1 Paretova analýza

Jedná se o jednoduchý, ale přesto efektivní nástroj, pro rozbor různých typů datových souborů. **Paretova analýza** vychází z **Paretova pravidla** 80/20. Toto pravidlo slouží k vytipování jevů, které jsou pro podnik skutečně důležité, neboť obecně vyjadřuje, že 20% příčin způsobuje 80% výsledků.

Příklady aplikované Paretovy analýzy:

- 80 % příjmů vytváří 20 % produktů,
- 80 % zmetků ve výrobě způsobuje 20 % příčin,
- 80 % skladových zásob má 20 % podíl na celkové době obratu zásob. (20)

Základní myšlenkou této analýzy je soustředit své úsilí a prostředky zejména na těch 20 %, které způsobují 80 % důsledků. Pro grafické zobrazení výsledků Paretovy analýzy se využívá **Lorenzova křivka**, která značí nárůst (kumulaci) podílů jednotlivých příčin na celku. (20)

V praxi (zejména v logistice) se tento nástroj modifikoval do tzv. **ABC analýzy**, která sledovaná data rozliší ještě detailněji. Do kategorie A řadí ty příčiny, které přináší přibližně oněch 80 % následků. V kategorii B se pak nachází ty příčiny, které přináší přibližně dalších 10 až 15 % následků a v kategorii C jsou všechny ostatní. (20)

1.6.2 Ishikawa diagram

Tento diagram bývá často označován také jako diagram příčin a důsledků nebo rybí kost. Ishikawův diagram nejčastěji nalézá uplatnění v těchto dvou situacích: Pokud již známe problém a hledáme jeho příčiny nebo pokud zkoumáme jednotlivé oblasti a hledáme potenciální vlivy, které mohou výsledek procesu negativně ovlivnit. Při sestavování Ishikawova diagramu se velmi často uplatňuje brainstorming. (16)

Sestavení diagramu pak probíhá dle tohoto postupu:

1. Rozpoznání vlastního problému,
2. identifikování oblastí, které mají hlavní vliv na rozpoznáný problém. Počet identifikovaných oblastí by neměl přesáhnout číslo šest!
3. Hledání takových příčin, které problematickou situaci kriticky ovlivňují.
4. Vypracování přehledu podstatných vlivů včetně prošetření jejich existence a pravděpodobného dopadu. (16)

1.7 Simulace

Termín **simulace** vychází z latinského slova „*simulare*“, které v překladu znamená imitovat nebo napodobovat. Rozlišujeme **spojitou** a **diskrétní simulaci**. Spojitá simulace je charakteristická tím, že čas běží po malých, ale stejně velkých časových intervalech. Naopak diskrétní simulace se zabývá úpravou modelu pouze v tom případě, kdy se prakticky něco děje. To „něco“ bývá označováno jako událost. (19)

Silné stránky počítačové simulace dle (11)

- Simulací lze vyřešit i velmi složité systémy, které nelze vyřešit analytickými metodami, což je patrné z tabulky č. 2.
- Simulace umožňuje sledovat chování systému v reálném, zrychleném nebo naopak zpomaleném čase.
- Zkušenosti získané tvorbou simulačního modelu mohou vést k návrhům na zlepšení řízení či struktury.
- Prostřednictvím plánu experimentů je možné prověřit různé varianty řešení.
- Simulace prohlubuje znalosti o podnikových procesech.
- Možnost opětovného použití simulačního modelu i v dalších činnostech podniku.

Slabé stránky počítačové simulace dle (12)

- Vysoké požadavky na tvorbu modelu,
- vysoké vstupní investice do simulačního systému,
- vysoké mzdové nároky,
- možnost chybné interpretace výsledků.

Tabulka 2: Srovnání analytických metod a počítačové simulace

Metody Rozbory	Matematické modelování	Síťová analýza	Teorie front	Teorie zásob	Rozmísťovací metody	Počítačová simulace
Výrobní program	x					x
Průběžná doba		x	x			x
Stanovení kapacit	x	x	x			x
Využití prostředků	x		x			x
Velikost zásob	x		x	x		x
Dispoziční uspořádání	x	x	x		x	x

Zdroj: (12)

Z výše uvedené tabulky je patrné, že simulace je komplexní metodou, kterou lze využít v mnoha podnikových oblastech. Níže přikládám detailnější přehled dalších oblastí, ve kterých je možné využít počítačovou simulaci.

Přehled oblastí, ve kterých se využívá počítačová simulace dle (11)

- **Optimalizace obchodních procesů:** definování obchodní strategie, odhad nákladů na zakázku.
- **Plánování a řízení výroby:** plánování materiálových a lidských zdrojů, přiřazování zakázek jednotlivým výrobním úsekům, operativní řízení výroby.
- **Zlepšení logistických koncepcí:** minimalizace skladovacích prostor a zásob, snížení rozpracované výroby, zkracování průběžných dob, určení výrobních a dopravních dávek, synchronizace dodávek surovin a polotovarů s výrobou, zajištění expedice.
- **Projektování výrobních systémů:** projektování změn ve stávajících výrobních systémech, předpoklady výrobního systému pro zajištění plynulosti výroby, dispoziční uspořádání jednotlivých prvků celku, zkušební provoz.
- **Analýzy výrobních systémů:** identifikace a eliminace úzkých míst, hledání potencionálních rezerv na základě what-if analýzy.
- **Školení pracovníků v oblasti:** stanovení strategie, sestavení plánu výroby, analýza a zlepšování systémů, školení nových pracovníků.

1.7.1 Fáze simulačního projektu

Každá zamýšlená organizační nebo technická změna a její realizace sebou přináší rizika. Tato rizika je možné minimalizovat simulačním projektem. Princip simulačního projektu spočívá ve **sledování chování modelu** skutečného procesu.

Popis jednotlivých fází simulačního projektu dle (2) a (19):

1.7.1.1 Rozpoznání problému a stanovení cílů

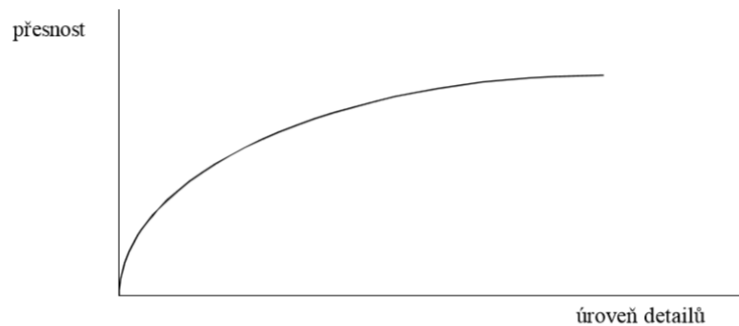
Tato fáze se skládá z několika činností. První činnost je zastoupena sestavením řešitelského týmu. Každému členu tohoto týmu je přiřazena odpovědnost a role. Na základě vzájemné spolupráce zákazníka (*interní x externí*) a řešitelského týmu je sestaven přehled aktuálních problémů. Každému definovanému problému se přiřadí stupeň kritičnosti. Na základě tohoto stupně řešitelský tým stanoví, které problémy je potřeba řešit a zda je simulace vhodnou metodou. (19)

Výsledkem této fáze je vyhotovení písemné dohody, tzv. **plánu projektu**, ve kterém je nadefinován rozsah procesů simulačního projektu, odhad realizovatelnosti simulace, výše simulačních nákladů, stanovení podkladů a vymezení pravidel komunikace se zákazníkem, které zamezí potenciálnímu vzniku možných chyb, atd. (19)

1.7.1.2 Vytvoření konceptuálního a funkčního modelu

Konceptuálním modelem rozumíme symbolický popis komponent a struktury systému dané matematickými a logickými vazbami. Při sestavování konceptuálního modelu je řešitelský tým ovlivněn vzájemnou závislostí mezi přesností modelu a jeho detailností. (19)

Závislost mezi přesností modelu a jeho detailností znázorňuje graf č. 1 na následující stránce.



Graf 1: Závislost mezi přesností a detailností modelu

Zdroj: (19)

Pokud popisovaný systém a jeho komponenty rozšíří řešitelský tým o definici charakteristik, vzniká **funkční model**. (19)

Příklady charakteristik systému a jeho komponent ve funkčním modelu:

- Identifikace elementů (součásti, zásobníky, stroje, pracovníci, ...) včetně jejich charakteristik (časové normativy, kapacity zásobníků, ...),
- layout, vstupní a výstupní pravidla,
- akce použité v elementech,
- poruchy,
- směny,
- reporting. (19)

1.7.1.3 Sběr dat

Simulace se řadí mezi datově náročné metody.

Data rozlišujeme do těchto tří skupin:

1. **Data dostupná**, která poskytuje zákazník v elektronické nebo papírové formě.
2. **Data dostupná a schopná sběru**, která jsou získávána na základě analýzy.
3. **Data nedostupná a nemožná sběru**. (19)

Z tohoto vyplývá, že model je možné vytvořit i bez předložených dat. Řešitelský tým pak vychází z odhadů, které vyplývají z názorů expertů, tj. pracovník, který má s danou činností nejvíce zkušeností, nebo z analogie s podobnými procesy. (19)

1.7.1.4 Tvorba simulačního modelu

„Tvorba počítačového modelu je první kontrolou konceptuálního modelu, neboť nekompromisní přesnost počítačové logiky odhalí to, co bylo přehlédnuto při tvorbě konceptuálního modelu.“ (2, s. 12)

Tato fáze představuje realizaci konceptuálního modelu v konkrétním simulačním prostředí.

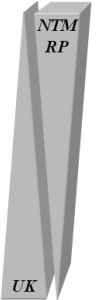
Vývoj simulačních nástrojů včetně jejich druhů a charakteristik viz tabulky č. 3 a č. 4 níže.

Tabulka 3: Vývoj simulačních nástrojů

Období	Charakteristika	Příklad SW
50. léta	Obecné programovací jazyky	Fortran, ALGOL
60. léta	Simulační jazyky	GPSS, SIMULA
70. léta	Grafické zpracování výsledků, diskrétní, spojitá a kombinovaná simulace	GASP IV, ACSL
1. pol. 80. let	Problémově orientované simulátory	SIM FACTORY
2. pol. 80. let	Využití umělé inteligence a expertních systémů	SIMKIT
90. léta	Objektově orientované simulační systémy	ARENA, WITNESS

Zdroj: (12)

Tabulka 4: Charakteristika simulačních nástrojů

Simulační systém	Charakteristika	Příklad SW	UK, RP, NTM
Obecné programovací jazyky vyšší úrovně	Všeobecné použití	Fortran, Pascal	
Simulační jazyky	Všeobecné použití	GPSS, SIMULA	
Objektově orientované simulátory	Široké spektrum využití (výroba, logistika, ...)	ARENA, WITNESS	
Uživatelsky orientované	Využití pro danou oblast (např. řízení výroby)	SIMPROCES, FACTOR	
Speciální	Speciální použití (např. PLC, řídicí systémy)	CASTOMAT	

Zdroj: (12)

Kde:

- **UK** - uživatelský komfort,
- **RP** - rozsah použití,

- **NTM** - náklady na tvorbu modelu.

1.7.1.5 Verifikace a validace modelu

Ověření toho, zda počítačový simulační model odpovídá myšlence původního konceptuálního modelu, se nazývá **verifikace**. Kontrolu shody počítačového simulačního modelu s realitou pak označujeme jako **validaci**. Je třeba si uvědomit, že model a realita nikdy nebudou úplně shodné, jelikož model představuje zjednodušení reality. (19)

Validace modelu si může vyžádat následující činnosti:

- Sběr doplňujících dat,
- úprava modelu, která vyplývá z negativního výsledku validace,
- dokončení modelu. (19)

Výsledkem této fáze je **reálný model systému**, na kterém je možné provádět konkrétní experimenty. (19)

1.7.1.6 Provedení experimentů a analýza výsledků

Tato fáze je založená na analýze principu citlivosti simulačního modelu při změně dílčích parametrů, jedná se o tzv. **what-if** analýzu, tj. „Co se stane, když...?“. Úkolem řešitelského týmu je vytvořit **plán experimentů**, který se zaměřuje na stanovení počtu provedení simulace, definici parametrů a účelové funkce, stanovení časů a intervalů měření. Poté, co je plán experimentů úspěšně prokonzultován se zákazníkem probíhá realizace experimentu a analýza výsledků. (2)

1.7.1.7 Dokumentace a implementace modelu

Dokumentace je nedílnou součástí simulačního projektu. Zahrnuje popis modelu a plán experimentů včetně jeho scénáře. Zpracovaná dokumentace zjednoduší činnosti budoucích obdobných simulačních projektů. (2)

Při implementaci výsledků simulace do praxe se doporučuje, aby řešitelský tým byl do této fáze zapojen. Toto opatření zvyšuje pravděpodobnost úspěchu simulačního projektu. (2)

2 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE VE SPOLEČNOSTI OČENÁŠEK A.S.

První část analýzy současné situace se zabývá představením společnosti, se kterou jsem spolupracovala při tvorbě návrhu zlepšení výrobních procesů koupelnového otopného tělesa pomocí simulace. Tato část obsahuje základní charakteristiku společnosti, dále představuje její výrobní program a organizační strukturu.

Druhá část analýzy současné situace uplatňuje metodiku DMAIC, konkrétně kroky definovat, měřit a analyzovat. Krok definovat se zabývá detailní analýzou procesů výrobní zakázky a tvorbou projektové listiny. V měření je zpracována Paretova analýza, chronometráž, procesní analýza a počítačová simulace výrobních procesů vybraného tělesa. Analýza obsahuje mapu budování přidané hodnoty současného stavu včetně identifikovaného plýtvání, výpočet vybraných charakteristik zkoumaného procesu a Ishikawův diagram. Zbývající kroky cyklu DMAIC, zlepšit a kontrolovat, jsou pak předmětem návrhové části.

2.1 Základní údaje o společnosti



Obrázek 5: Sídlo společnosti Očenášek a.s.

Zdroj: (7)

Obchodní jméno:	OČENÁŠEK a.s.
Sídlo a vzorková prodejna:	Bratislavská 392/77, 691 45 Podivín
Zapsána:	B 4788 vedená u Krajského soudu v Brně
Identifikační číslo:	27710084
Statutární orgán:	Mojmír Očenášek – člen představenstva
Den zápisu:	1. prosince 2006
Právní forma podnikání:	Akciová společnost
Hlavní předmět podnikání:	- Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona - Zámečnictví, nástrojářství
Základní kapitál:	2 000 000,- Kč a je plně splacen

Zdroj: (7)

Motto společnosti:

zlepšení kvality produktů a služeb = zvýšení produktivity a spokojenosti zákazníka (7)

Stručná historie společnosti

Akciová společnost OČENÁŠEK vznikla v roce 2007, kdy proběhla transformace části předmětu podnikání fyzické osoby do akciové společnosti. Prodej koupelnových otopných těles pod obchodním jménem OČENÁŠEK probíhá již od roku 1994. (7)

Úspěchy společnosti

Za hlavní úspěch společnost považuje zejména to, že všechny radiátory splňují podmínky certifikace platné pro aktuální legislativní normy. Certifikační proces proběhl ve Strojírenském zkušebním ústavu Brno. Veškeré výrobky nesou označení Český výrobek. Dalším úspěchem pro společnost je zavedení systému managementu kvality, který byl úspěšně certifikován ve shodě s normou ČSN EN ISO 9001:2009. (7)

2.1.1 Výrobní program

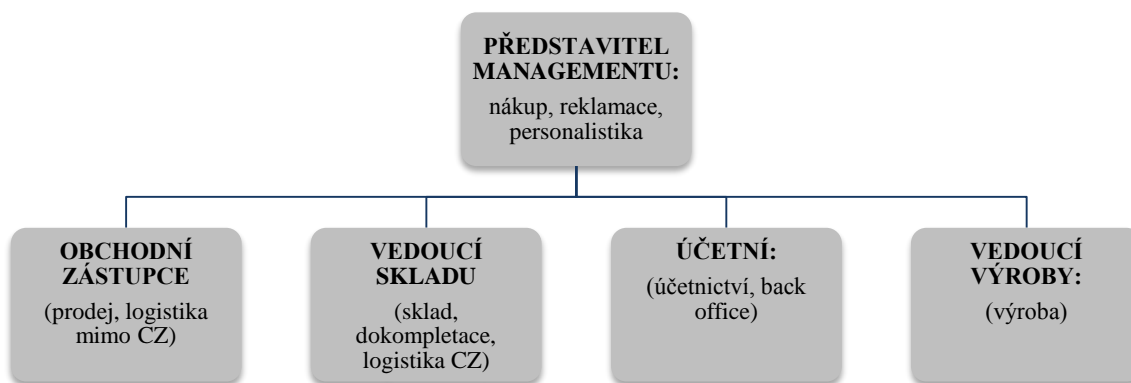
Společnost se specializuje na výrobu a prodej koupelnových otopných těles, které je možné připojit do nového i stávajícího topného systému nebo použít kombinovaně s elektrickou topnou tyčí. V průběhu let dochází k rozšíření sortimentu z klasických bílých žebříkových koupelnových otopných těles na různorodé dekorativní a barevné. Otopná dekorační tělesa jsou vyráběna moderní technologií, což zaručuje dokonalé spoje. (7)

Dlouholeté zkušenosti, nejmodernější technologie svařování, nejvyšší kvalita materiálů i výroby a v neposlední řadě důsledná vstupní kontrola umožňuje společnosti OČENÁŠEK a.s. dodávat výrobky se záruční lhůtou 5 let. (7)

2.1.2 Organizační struktura

Odpovědnosti, pravomoci a vzájemné vztahy pracovníků, kteří řídí, provádějí a ověřují činnosti ovlivňující úspěšnost společnosti. Jsou definovány těmito body:

1. Organizační strukturou, kterou znázorňuje graf č. 2 níže,



Graf 2: Organizační struktura

Zdroj: (7)

2. postupy uvedenými v dokumentaci pro certifikaci EN ISO 9001:2008,
3. pracovní náplní, v případě externích pracovníků na základě uzavřené smlouvy. (7)

Funkci představitele managementu vykonává člen představenstva, který je do funkce jmenován dozorčí radou. (7)

2.2 Definování

Krok **DEFINOVÁNÍ** se zaměřuje na nalezení cílů zlepšovateľského projektu, jehož prioritou je uspokojit potřeby zákazníků procesu.

Obsahuje **analýzu procesů** souvisejících s realizací zakázky výroby. Na základě této analýzy je sestavena **projektová listina**, která představuje návrh řešení pro zvýšení stability nebo produktivity výrobní zakázky koupelnového otopného tělesa.

2.2.1 Analýza procesů výrobní zakázky

V rámci této kapitoly zaměřím pozornost na následující procesy:

a) Hlavní procesy

- Prodej,
- výroba,
- dokompletace,
- odvoz.

b) Podpůrné procesy

- Nákup,
- skladování.

U každého z těchto procesu jsou zodpovězeny minimálně tyto otázky:

- Jaké jsou vstupy sledovaného procesu?
- Jak sledovaný proces probíhá?
- Jaké jsou výstupy sledovaného procesu?
- Kdo je vlastníkem sledovaného procesu?

2.2.1.1 Nákup materiálu

Společnost:

- Hodnotí a vybírá dodavatele podle jejich schopnosti dodávat produkt v souladu s požadavky společnosti,
- provádí ověřování požadovaných vlastností nakupovaného produktu.

Prvotní výběr dodavatelů proběhl na základě dlouholetých zkušeností. Na základě tohoto výběru byl sestaven „*Seznam schválených dodavatelů*“, který je uložen u účetní společnosti v elektronické podobě.

Současný výběr nového dodavatele zajišťuje člen představenstva, přičemž kritéria pro posuzování dodavatele jsou:

- Dodací podmínky,
- platební podmínky,
- reference,
- certifikace.

Průběžné hodnocení dodavatelů se provádí 1x ročně. Hodnotící kritéria jsou obrat za předešlý kalendářní rok více jak 10 000 Kč, reklamace pod 1% z obratu. Výsledkem tohoto hodnocení je buď potvrzení vhodnosti vybraných dodavatelů, nebo stanovení požadavku na nové dodavatele v určených oblastí.

Dle charakteru požadovaných produktů lze **dodavatele rozdělit na externího a interního**.

Dále můžeme dodavatele rozlišovat na **schváleného a neschváleného**.

- a) **Objednávka u schváleného dodavatele** - Požadavek na nákup vzniká na základě aktuálního stavu zásob a přijatých objednávek od zákazníků. Objednání u dodavatelů zajišťují oprávněné osoby, tj. management společnosti, zasláním objednávky.

V objednávce je uvedeno:

- číslo objednávky,
- identifikace dodavatele,
- název nakupovaného materiálu, výrobku, služby nebo jinou jednoznačnou identifikaci,
- datum a podpis (pokud není objednávka přímo odeslána z informačního systému POHODA, tj. v případě objednávky u interního dodavatele).

b) Objednávka u neschváleného dodavatele - Neschválený dodavatel může být jednorázovým dodavatelem nebo dodavatelem, se kterým nebyly v minulosti dobré zkušenosti. V případě potřeby nákupu u neschváleného dodavatele musí vždy objednávku schválit člen představenstva. Postup je pak stejný jako u objednávky ke schválenému dodavateli.

V rámci sledování objednávky mohou nastat tyto situace:

- Objednávka není potvrzena dodavatelem,
- provede se storno objednávky a zajistí se objednání u alternativního dodavatele,
- objednávka je potvrzena dodavatelem,
- přezkoumá se potvrzená objednávka, zda byla dodavatelem akceptována v požadovaném rozsahu.

Ověřování nakupovaného produktu

Pověřený pracovník, v tomto případě skladník, provede ověření nakupovaného produktu, zda produkt splňuje specifikované požadavky.

Pokud produkt nespĺňuje tyto požadavky, pak mohou nastat tyto dvě situace:

- a) Dodavatel uzná oprávněnost reklamace a provede okamžitou nápravu. Pracovník pověřený ověřením nakupovaného produktu zapíše tuto skutečnost do záznamu o neshodě (reklamaci) a vyplněný formulář předá účetní společnosti.
- b) Rozsah reklamace není uznán; v tomto případě pracovník pověřený ověřením nakupovaného produktu zapíše tuto skutečnost do záznamu o neshodě a předá k dalšímu řešení členu představenstva, který reklamaci vypořádá u příslušného dodavatele. Po vyřešení neshody je záznam uložen u účetní společnosti.

Záznamy o dodavatelích slouží jako podklad pro průběžné hodnocení dodavatelů a stanovení nápravných a preventivních opatření.

2.2.1.2 Prodej

Poptávka

Realizační proces začíná **specifikací požadavků** (poptávkou) zákazníků, včetně požadavků na dodání. Dále se v určování požadavků zákazníka přihlíží i na požadavky, které zákazník neuvedl, ale jsou nezbytné pro realizaci procesu. Příkladem tohoto požadavku může být to, zda poptávaný výrobek bude splňovat či vyhovovat standardům bezpečnosti. Tato specifikace se nazývá **poptávka**, přičemž je možné ji rozlišit na **všeobecnou** a **konkrétní**, ve které zákazník poptává již konkrétní zboží. Za všeobecnou poptávku je označována taková poptávka, při níž zákazník požaduje výrobky sériové. Konkrétní poptávka pak představuje poptávku „mimo sériovou“, tedy takovou, ve které se poptávaný výrobek odlišuje např. rozměry. Ve většině případů zákazník zadává poptávku telefonicky, emailem nebo poštou.

Nabídkové řízení

Následuje **nabídkové řízení**, které vedle samotného zpracování nabídky zahrnuje i přezkoumání úplnosti, jednoznačnosti a splnitelnosti požadavků a jejich kontinuitu v rámci obchodní dokumentace. Toto přezkoumání provádí prodejce.

Zásadou společnosti je okamžitě reagovat na přijatou poptávku. Maximální reakční dobu představují 1 až 2 dny. Platnost vyhotovené nabídky je závislá na dohodě mezi dodavatelem a odběratelem, většinou je zastoupena 14 dny.

Konkrétní reakce může mít pak 2 formy, které jsou závislé na úspěchu výše popisovaného přezkoumání. Pokud je poptávka ve všech bodech úspěšně přezkoumána, zpracuje a zasílá prodejce zákazníkovi nabídku. Pokud se však jedná o druhou formu, kdy při přezkoumání prodejce dospěl k závěru neproveditelnosti, pak prodejce zákazníkovi oznámí své stanovisko, popíše jeho důvod a nabídne mu alternativní řešení, které bude odpovídat technickým normám. Jedním z nejčastějších důvodů neproveditelnosti jsou nevhodně zvolené rozměry poptávaného otopného tělesa. Takové těleso by pak ztratilo svoji hlavní funkcionalitu, a to funkci otopnou neboli výkon.

V případě všeobecné poptávky zašle prodejce zákazníkovi představení společnosti včetně všeobecného ceníku. U poptávky na konkrétní výrobky zpracuje prodejce nabídku v informačním systému POHODA (fakturace – nabídka).

Konkrétní nabídkový formulář obsahuje následující údaje:

- **Hlavičku:** označení společnosti, označení typu formuláře a jeho identifikační číslo,
- **identifikaci dodavatele**, konkrétně: logo společnosti, logo certifikace CLPR, číslo nabídky, datum zápisu, platnost nabídky,
- **identifikaci odběratele**, konkrétně: IČ, DIČ, název odběratele, adresu odběratele, případně telefonní spojení,
- nepovinně **identifikaci konečného příjemce**, a to v případě, že se liší od odběratele.
- **identifikaci dodávky**, konkrétně: označení dodávky, množství, jednotkovou cenu, slevu, cenu (po odečtení slevy), procento DPH, výši DPH, cena celkem v Kč,
- **součtový řádek** a
- **jméno a příjmení zaměstnance**, který nabídku vystavil.

Objednávka

Pokud zákazník nabídku **akceptuje**, zasílá společnosti objednávku. Prodejce založí v informačním systému POHODA **Přijatou objednávku**, která je kopií z nabídky (fakturace – přijatá objednávka – záznam – přenos – nabídka).

Doposud uvedený postup prodeje se týká zákazníků, kteří objednávají nepravidelně. Pravidelní zákazníci pak zasílají přímo objednávku. V tomto případě tedy prodejce založí do systému Přijatou objednávku bez jakékoliv další reference.

Poměr, který charakterizuje pravidelné a nepravidelné zákazníky, je zastoupen 90:10.

Při zakládání Přijaté objednávky vidí prodejce v informačním systému POHODA,

dostupnost:

- vstupního materiálu (sklad materiálu),
- finálně vyrobených těles (expediční sklad).

Pokud požadovaný materiál nebo těleso není skladem, prodejce ho neprodleně objednává u interního či externího dodavatele. V případě, že potvrzený termín od dodavatele nesplňuje požadavek zákazníka, projedná tuto situaci prodejce se zákazníkem. V případě, že zákazník nesouhlasí s jiným termínem a stornuje objednávku, stornuje také prodejce objednávku u dodavatele. Zboží, které je na skladě, prodejce **zarezuje** (Přijátá objednávka – záznam – rezervace). Následně prodejce zašle zákazníkovi emailem potvrzení o přijetí objednávky. Toto potvrzení je obrazem nabídky, doplněné o konkrétní termín dodání.

2.2.1.3 Výroba

Za správnost celého výrobního procesu zodpovídá **vedoucí výroby** (viz organizační struktura). Za správnost jednotlivých procesů pak zodpovídá pracovník, který je v dané chvíli jeho vlastníkem. Jednotlivé dílny jsou obsluhovány v různý čas různými pracovníky - pracovníci se na vybraných pracovištích dílny střídají.

Vedoucí výroby od účetní společnosti dostane každý den přehled přijatých objednávek včetně termínů plnění. Z této dokumentace následně zpracuje harmonogram výroby. Na základě vypracovaného harmonogramu předává vedoucí výroby jednotlivým pracovníkům seznam objednávek a příslušných technických výkresů. Seznam objednávek pro pracovníky představuje zadání, které musí za příslušnou pracovní dobu splnit. Technické výkresy, které obsahují vstupní parametry výrobku, jsou nutné zejména při výrobě atypických výrobků.

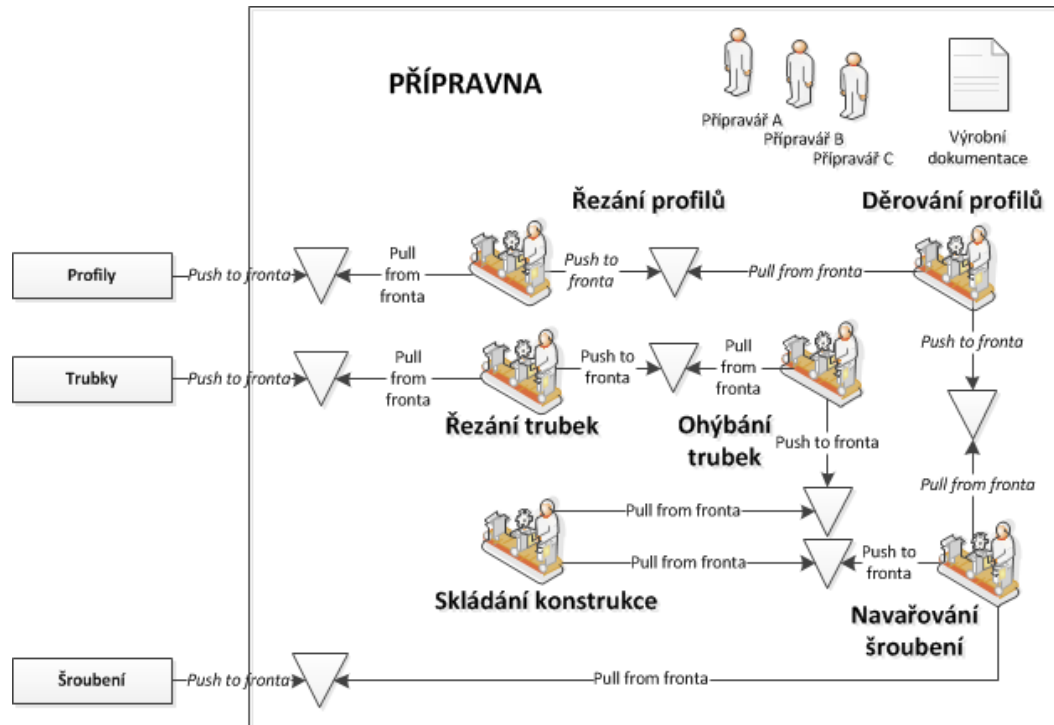
Výroba otopného tělesa probíhá na třech dílnách, a to na přípravně, svařovně a dokompletaci. Lakování se provádí v kooperaci po svaření konstrukce. Detailní popis jednotlivých fází výroby je uveden v dalším textu. Součástí popisu jsou i konceptuální modely, které budou sloužit jako podklad pro dynamickou simulaci.

Přípravna

Přípravna je pracovním prostorem, ve kterém dochází ke zpracování profilů a trubek. Pod profilem si můžeme představit tu část otopného tělesa, která je svislá, pod trubkou pak tu část otopného tělesa, která je vodorovná. Profily a trubky mohou být trojího provedení: nerez, chrom a ocel. Tento materiál naváží externí dodavatel do skladu vstupního

materiálu., který je v těsné blízkosti přípravy. Odtud, na základě právě zpracovávaných objednávek, je požadovaný typ trubek a profilů vychystán na první zařízení přípravy.

Na základě pokynů, jsou profily a trubky postupně opracovávány dle procesní mapy zaznamenané na obrázku č. 6.



Obrázek 6: Přípravna

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Z procesní mapy přípravy provedu shrnutí vstupů a výstupů.

- **Vstupy:** profily, trubky, šroubení,
- **Výstupy:** konstrukce koupelnového otopného tělesa.

Svařovna

Opracovaný materiál postupuje dále do **svařovny**. Zde pracovník zajistí spojení profilů a trubek v jedno těleso. Na základě typu materiálu, ze kterého jsou profily a trubky složené, se volí způsob svařování.

Způsoby svařování ve společnosti Očenášek a.s. a jejich výhody:

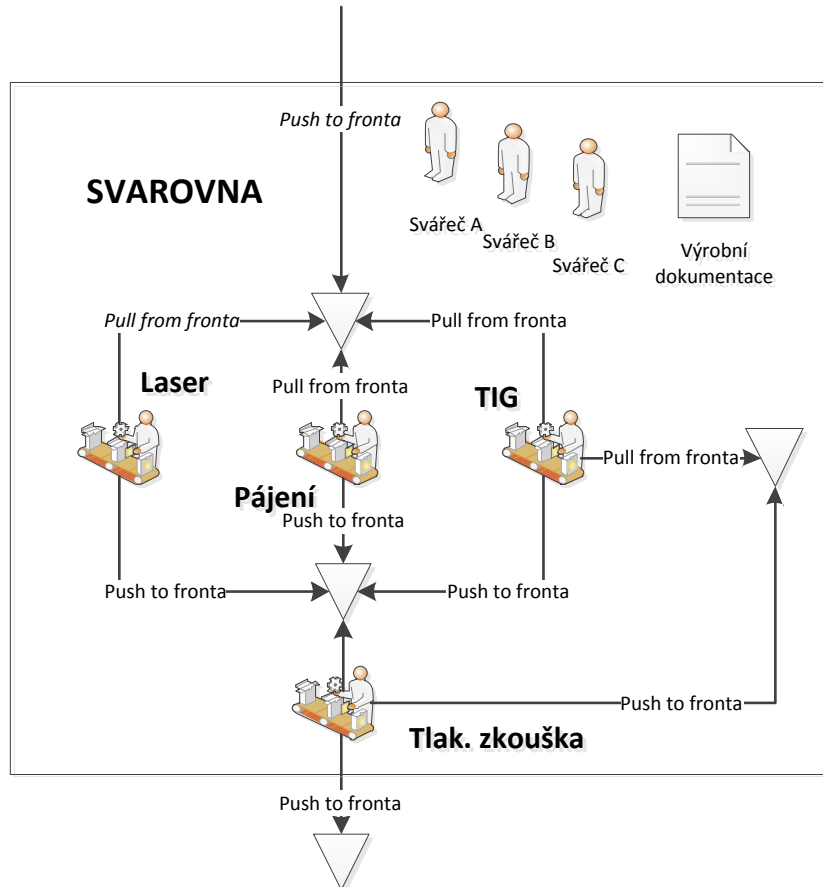
- a) **Svařování laserem** - vyznačuje se vysokými svařovacími rychlostmi, minimálními deformacemi spojovaných dílů a velmi úzkou tepelně ovlivněnou oblastí.
- b) **TIG svařování** - vyznačuje se vysokou elasticitou svárů, minimálním vývinem jisker (obdoba jako u sváření plamenem), možností svařování tenkých materiálů a výbornou kontrolou nad hořícím obloukem
- c) **Pájení** - představuje způsob spojování součástí roztaveným pomocným materiálem, tzv. pájky s nižší teplotou tavení, než mají spojované součásti, které se při tom neroztaví.

Typická ocelová tělesa se zpravidla svařují laserem, typická chromová a nerezová tělesa jsou svařovány TIGem. Ostatní (atypická) tělesa a případné opravy jsou upravovány pájením.

Každou svařenou konstrukci je nutné z hlediska kvality sváru prověřit. Z tohoto důvodu je finálním pracovištěm svařovny **Tlaková zkouška**.

Poté, co svařená konstrukce úspěšně projde tlakovou zkouškou, je opatřena **značkou svářeče**. Tato značka slouží k identifikaci pracovníka, který danou konstrukci vyrobil, a období, ve kterém byla konstrukce vyrobena. Při případné reklamaci vadného kusu je možné se dopátrat, kdo nebo co je příčinou reklamace.

Procesní mapa svařovny je zaznamenána na obrázku č. 7.



Obrázek 7: Svařovna

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Z procesní mapy svařovny provedu shrnutí vstupů a výstupů.

- **Vstupy:** složená konstrukce,
- **Výstupy:** svařená konstrukce, která úspěšně prošla tlakovou zkouškou.

Lakovna

Dalším stupněm opracování svařeného tělesa je lakování.

Procesy probíhající na této dílně se různí dle typu materiálu polotovaru:

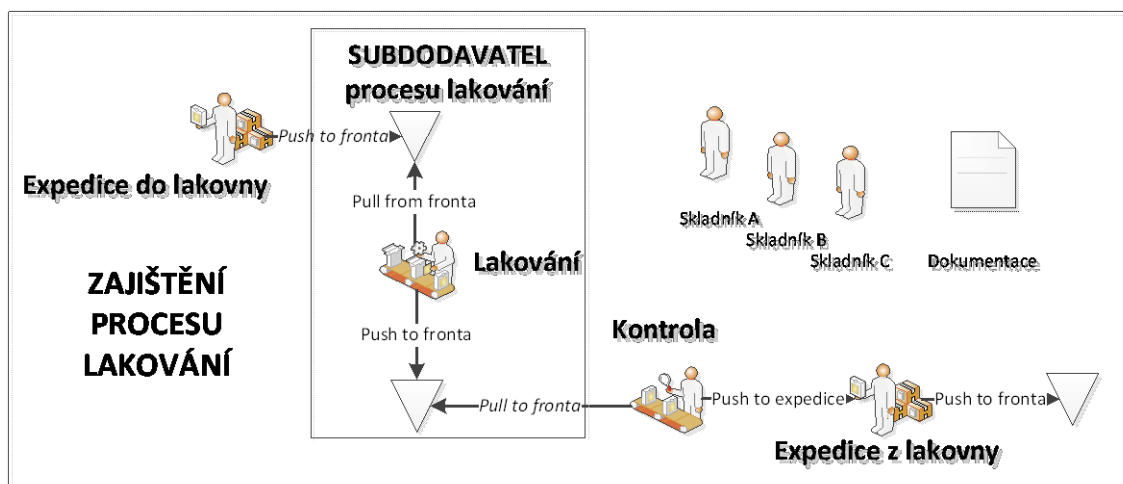
- Polotovar z nerez - proces leštění.
- polotovar z oceli - proces lakování, který je zajišťován externí spoluprací,
- polotovar z chromu - proces pochromování, který je zajišťován externí spoluprací.

Zajištění procesu lakování probíhá následovně:

Součástí tohoto procesu je evidence dodacích listů mezi společností Očenášek a.s. a subdodavatelem.

Jedenkrát denně stanovený pracovník (nejčastěji pracovník skladu) naloží svařená tělesa do firemního vozu a přepraví je do skladu příjmu subdodavatele procesu lakování. Po vyskladnění vozu se pracovník přemístí do skladu výdejního, kde je již vychystaná nalakovaná dávka otopných těles z předchozího pracovního dne. Následuje namátková kontrola kvality laku a naložení bezvadně nalakovaných polotovarů do vozu. Poté probíhá uložení na sklad nalakovaných tělesa záznam nových skladových zásob do informačního systému POHODA. Zajištění procesu lakování tedy trvá více než jeden den.

Procesní mapa lakovny je opět zaznamenána na obrázku č. 8.



Obrázek 8: Lakování

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Z procesní mapy procesu lakování provedu shrnutí vstupů a výstupů.

- **Vstupy:** svařená konstrukce, která úspěšně prošla tlakovou zkouškou,
- **Výstupy:** nalakovaná konstrukce, která úspěšně prošla kontrolou.

O skladování materiálu, polotovarů a hotových výrobků podrobně pojednává samostatná kapitola 2.2.1.4.

Dokompletace

Každý pracovní den po naskladnění přijatého, případně vyrobeného zboží, účetní společnosti kontroluje možnost vykrytí jednotlivých objednávek. Kontrola je prováděna na základě vzájemného porovnání vystavených faktur a skladových zásob, které jsou evidovány v účetním systému. Dále účetní kontroluje správné plnění dohodnutých termínů. Pokud kontrola proběhla v pořádku, účetní předává skladníkovi fakturu k objednávkám, které je potřeba vyexpedovat zákazníkům. Tímto započiná proces vychystávání zakázky pro zákazníka, tzv. kompletace všech dílů otopného tělesa (tj. sada příslušenství, sada montážní, sada ochranných prvků) včetně dokumentace a identifikace. Proces vychystávání je popsán v následujícím textu. Pokud je však kontrola neúspěšná, účetní předává informace vedoucímu výroby, jehož úkolem je danou nesrovnalost v nejbližším možném termínu odstranit. Pokud nesrovnalost ohrozí dodací termíny, musí účetní kontaktovat a oznámit tuto skutečnost dotčenému zákazníkovi.

Popis procesu vychystávání


Skladník si ve stanovený čas vyzvedne od účetní společnosti faktury, dodací listy a souvisejících identifikační štítky. V rámci přípravy zboží k expedici vykonává skladník následující činnosti:

- Zboží zabalí do ochranné fólie,
- doplní montážní sadu (v provedení kov nebo plast),
- označí zboží štítkem (v provedení vlastní nebo standard),
- v případě požadavku zákazníka vloží zboží do kartonové krabice.

Způsob balení, doplnění montážní sady a použití štítku je pro každého zákazníka definován v interním *Seznamu požadavků dokompletace*.

Následující tabulka č. 5 poskytuje upravený náhled do tohoto seznamu.

Tabulka 5: Formulář požadavků dokompletace

		Seznam požadavků dokompletace				F11
PČ	Odběratel	Město	Stát	montážní sada kov/plast	specifika štítků	kartonová krabice
1	A	Drážďany	DE	kov, nerez	vlastní	ANO
2	B	Vaassen	NL	plast	vlastní	ANO
3	C	Blansko	CZ	kov, nerez	vlastní	ANO

Zdroj: (7)

Specifikace štítků

Pro jednoznačnou identifikaci je každý výrobek opatřen jedním nebo několika identifikačními štítky. Pro zefektivnění procesu identifikace výrobků je štítek vytištěn na samolepící etiketu. K tisku se používá termotransferové technologie. Výška štítku je 450 mm a šířka štítku je 1650 mm. Společnost specifikuje štítky na standardní a vlastní.

1. Standardní štítek

Jedná se o štítek, jehož autorem je společnost. Slouží k usnadnění identifikace hotových výrobků. Některým odběratelům je tento štítek dostačující a dále již nepožadují vlastní štítek. Na obrázku č. 9 je uveden standardní štítek a jeho komponenty.



Obrázek 9: Standardní štítek

Zdroj: (7)

2. Vlastní štítky

Vedle standardního štítku může být produkt opatřen vlastním štítkem. Jeho tisk také zajišťuje účetní společnost. Vzhled / použité komponenty si na základě svých požadavků nadefinuje sám odběratel.

Příklady vlastních štítků viz obrázek č. 10 níže.

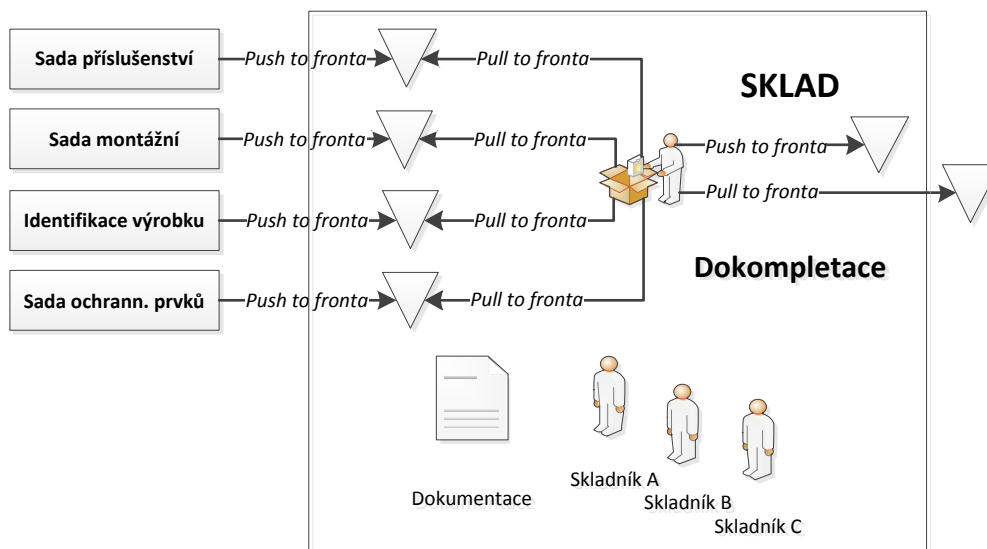


Obrázek 10: Vlastní štítky

Zdroj: (7)

Hned na první pohled je patrné, že vlastní štítky mají společné některé komponenty standardních štítků, minimálně pak označení typu otopného tělesa, jeho šířku a výšku.

Grafické shrnutí procesu dokompletace prostřednictvím procesní mapy viz obrázek č. 11.



Obrázek 11: Dokompletace

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Z procesní mapy skladu provedu shrnutí vstupů a výstupů

- **Vstupy:** nalakovaná konstrukce, která úspěšně prošla kontrolou, sada příslušenství, sada montážní, identifikace výrobků, sada ochranných prvků,
- **Výstupy:** hotový výrobek.

2.2.1.4 Skladování

Materiál a zboží je skladováno ve vymezeném prostoru označeném symbolem „**Sklad**“.

Společnost rozlišuje následující druhy skladů:

- a) sklad vstupního materiálu
 - Uskladnění vstupního materiálu,
- b) mezisklad
 - uskladnění rozpracované výroby,
- c) expediční sklad
 - uskladnění svařených konstrukcí, jejichž dalším výrobním stupněm je proces lakování,
 - uskladnění nalakovaných konstrukcí,
 - uskladnění finálně vyrobených těles.

Skład musí splňovat podmínky pro skladování a manipulaci materiálu a zboží. Mezi tyto podmínky patří mimo jiné definice teploty, která se musí pohybovat v rozmezí 5 až 45 °C, u barev a ředitel 15 až 45 °C. V opačném případě by hrozilo znehodnocení skladovaného materiálu a zboží. Otopná tělesa jsou skladována podél zdi dle typového označení výrobku. Drobný materiál pro dokompletaci je uložen v regálu. Za správné uložení materiálu a zboží do skladu zodpovídá skladník, který materiál a zboží do skladu přijímá. Při ukládání zboží musí pracovník dbát na to, aby byl vždy zachován dostatečný pracovní prostor, umožňující bezpečný pohyb a práci ostatních pracovníků.

Vstupní kontrolu přijímaného materiálu nebo zboží zajišťuje skladník, který je povinen překontrolovat správnost dodávky dle dodacího listu nebo faktury. Dále je povinen překontrolovat nepoškozenost, případně dobu použitelnosti u materiálů podléhajícím znehodnocení stárnutím (barvy, pryže, lepidla,...). V případě, že skladník zjistí, že dodávka není kompletní, případně že je zboží poškozeno, následuje proces reklamace.

Po úspěšném provedení vstupní prohlídky předá skladník podklady k příjmu na sklad účetní společnosti, která provede příjem v informačním systému POHODA.

Výdej materiálu a zboží ze skladu

Při fyzickém výdeji je přednostně vydáván materiál, který má nejstarší datum naskladnění, přičemž je nutno zkontrolovat expirační lhůtu a jeho celkovou nepoškozenost. Při výdeji materiálu a zboží ze skladu je tedy uplatňována metodika FIFO (First In, First Out). Materiál je vydáván ze skladu na základě výrobní dokumentace.

Udržování základního sortimentu zboží ve skladě

Povinností vedoucího skladu je udržování potřebného počtu základních obrátkových koupelnových otopných těles na skladě. Tyto limitní počty stanovuje člen představenstva po dohodě s prodejcem a vedoucím skladu. Limitní počty se aktualizují čtvrtletně na pracovních poradách. Při stanovování limitních počtů se vychází ze zkušeností z minulého období, z výsledků vyhodnocení stávajícího období a z odhadů budoucí poptávky.

U celého výrobního procesu probíhá v pravidelných intervalech **vyhodnocení efektivnosti**. Toto vyhodnocení probíhá na pravidelných poradách. Mezi sledované ukazatele patří například průběžná doba zakázky, dodržování termínů dodání dle uzavřené kupní smlouvy nebo spokojenost zákazníka, která je zjišťována na základě zpětné vazby na osobních schůzkách u zákazníka. Tuto zpětnou vazbu komplexně vyhodnocuje prodejce nebo člen představenstva. Výsledky vyhodnocení pak tvoří podklad pro neustálé zlepšování efektivnosti a účinnosti procesů a tím i celého systému.

2.2.1.5 Doprava a expedice

K dodání svařené ocelové konstrukce a finálních výrobků využívá společnost **vlastní dopravu** nebo **smluvního přepravce**.

Vlastní doprava je využívána u dodávek tuzemských. V případě tohoto typu dopravy předává účetní skladníkovi dodací list, který zpětně, po realizaci dodávky, získává potvrzený.

V případě dodávek do zahraničí si společnost pronajímá smluvního přepravce. Pokud je zboží zasíláno přepravní společností dodá skladník účetní potvrzení od dopravce o převzetí zboží.

2.2.1.6 Shrnutí analýzy procesů výrobní zakázky

Jak je patrné z kapitoly 2.2.1.4, důležitým sledovaným ukazatelem je průběžná doba zakázky. Právě průběžná doba zakázky je jedním z nejdůležitějších faktorů konkurenceschopnosti na trhu.

Tabulka 6: Shrnutí analýzy procesů současného stavu

Produkt	Průběžná doba zakázky
Ocelové otopné těleso	1 týden
Chromové otopné těleso	2 týdny
Nerezové otopné těleso	3 týdny

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Přestože společnost vyrábí pro konečného zákazníka i na sklad, reakce na požadavky zákazníků je obtížné zkrátit. Průběžnou dobu zakázky ovlivňují zejména subdodavatelské činnosti lakování, které je obtížné zkrátit z důvodu dopravy k subdodavateli a vlastní organizaci kooperace.

2.2.2 Projektová listina

Druhá část kroku **DEFINOVAT** je tvorba projektové listiny zaměřené na zkrácení průběžné doby výroby koupelnového otopného tělesa.

Tato projektová listina musí odpovídat minimálně na tyto 4 otázky:

- **Proč?** Z jakých důvodů projekt realizujeme?
- **Co?** Co je cílem a výstupem projektu?
- **Kdo?** Kdo se podílí na realizaci definovaného projektu?
- **Kdy?** Jaký je harmonogram projektu?

Na následující straně, v tabulce č. 7, je vypracována projektová listina, jejímž předmětem zájmu je odstranění problémové oblasti, která byla rozpoznána v předešlé kapitole 2.2.1.6.

Tabulka 7: Projektová listina

PROJEKTOVÁ LISTINA		
Název projektu	Zkrácení průběžné doby výroby koupelnového otopného tělesa.	
Zadavatel projektu	Očenášek a.s.	
Vedoucí projektu	Mojmír Očenášek	
Odhadované náklady	1 500 000 Kč	
Zahájení a ukončení projektu	5. 1. 2015 – 5. 1. 2016	
NÁZEV	POPIS	POZNÁMKA
1. Definice procesu	Výroba koupelnového otopného tělesa	Zahrnuje následující činnosti: - Přípravu materiálu, - svařování polotovarů, - lakování (externě) - dokompletace.
2. Cíle projektu	<ul style="list-style-type: none"> - Analýza výchozího stavu výrobních procesů, - návrh opatření ke snížení časů, které nepřidávají hodnotu konečnému výrobku, - implementace opatření. 	Realizace opatření nesmí přesáhnout plánované náklady uvedené v této projektové listině.
3. Očekávané výsledky projektu	<ul style="list-style-type: none"> - Optimalizovaná procesní mapa, 	
4. Očekávané přínosy projektu		
a. pro společnost	<ul style="list-style-type: none"> - Zkrácení průběžné doby výroby, - zvýšení konkurenceschopnosti, - snížení nákladů na výrobu otopného tělesa. 	
b. pro zákazníka	<ul style="list-style-type: none"> - Kvalitní produkt dostupný v kratším časovém intervalu, 	
5. Zdroje projektu	Vlastní	30 %
	Podnikatelský úvěr	70 %
6. Překážky projektu	Předpisy, normy	

Zdroj: (Vlastní zpracování)

2.3 Měření

Měření procesů je nezbytné pro vytvoření podmínek k učení se a sledování účinnosti realizovaných procesních změn. Krok **MĚŘENÍ** obsahuje návrh kontrolního systému měření a soustavu měřítek, na základě nichž budeme sledovat vývoj zlepšení.

V rámci tohoto kroku se zaměřím na následující časová měřítka:

- Průměrný čas průchodu, tj. čas, za který se materiálová položka/polotovár dostane od začátku procesu na jeho konec,
- nejkratší čas zpracování,
- nejdelší čas zpracování,
- celková doba zpracování, tj. doba, po kterou je materiálová položka/polotovár v procesu podrobena zpracování.

2.3.1 Paretova analýza

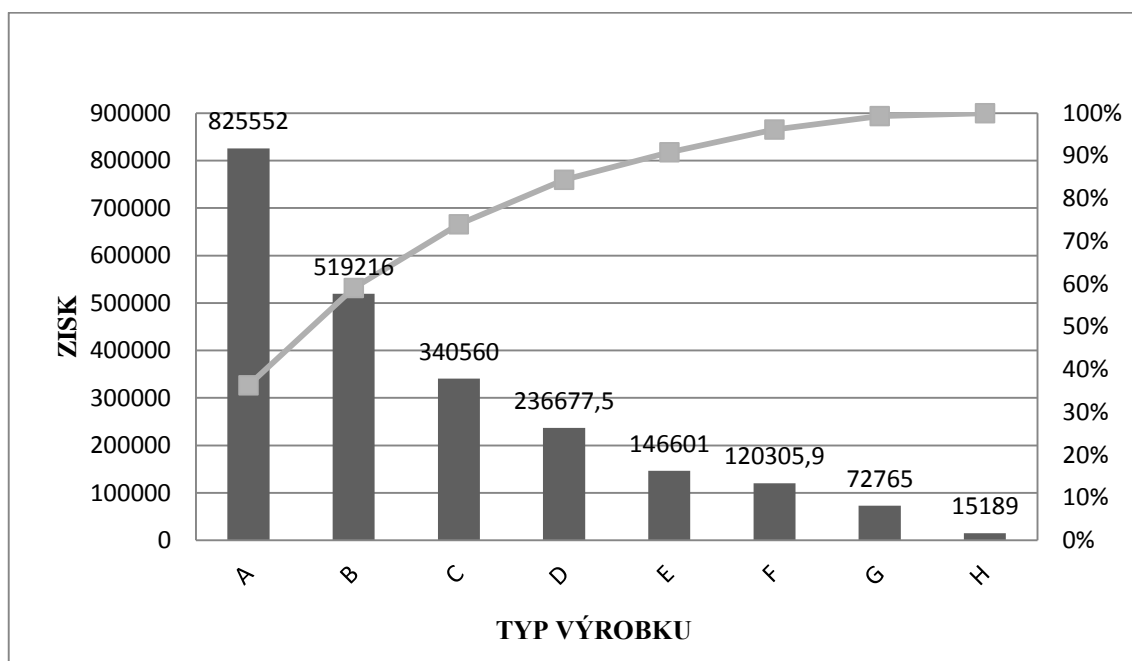
Před zahájením měření je důležité si stanovit představitele. Pro výběr jsem využila **Paretovu analýzu** vycházející ze sumy ročního zisku konkrétního typu koupelnového otopného tělesa. Tabulka č. 8 rozděluje vybrané typy otopných těles do příslušných kategorií.

Tabulka 8: Paretova analýza

Typ	Zisk [Kč]	Podíl na zisku [%]	Kumulovaně	Kategorie
A	825 552,00	36,26%	36,26%	A
B	519 216,00	22,80%	59,06%	A
C	340 560,00	14,96%	74,02%	B
D	236 677,50	10,39%	84,41%	B
E	146 601,00	6,44%	90,85%	C
F	120 305,90	5,28%	96,14%	C
G	72 765,00	3,20%	99,33%	C
H	15 189,00	0,67%	100,00%	C
Celkem	2 276 866,40			

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Znázornění Lorenzovy křivky je zaznamenáno v grafu č. 3.



Graf 3: Paretův diagram

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Na základě Paretovy analýzy jsem se rozhodla, že v následující fázi práce budou analyzována pouze otopná tělesa, která spadají do kategorie A. V této kategorii se nachází dva produkty A a B.

Následující tabulka č. 9 charakterizuje dále analyzované produkty.

Tabulka 9: Specifikace měřených otopných těles

	jednotka	A	B
Materiál		Ocel	Ocel
Průměr profilu	mm	40	40
Průměr trubky	mm	20	20
Počet profilů	ks	2	2
Počet trubek	ks	16	20
Délka/Výška	mm	450/790	450/950

Zdroj: (Vlastní zpracování)

2.3.2 Chronometráž výrobních činností

Chronometráž je využívána ke stanovení délky trvání konkrétní činnosti procesu. V současné době patří stále k nejpoužívanějším způsobům ke stanovení výkonové normy. Princip této metody spočívá v rozdělení měřeného procesu do několika dílčích činností (měřících bodů).

Za měřící body, sledovaného výrobního procesu, jsem stanovila tyto činnosti:

- Řezání,
- děrování profilů,
- navařování šroubení,
- ohýbání,
- skládání konstrukce,
- svařování (laserové svařování, TIG svařování, Pájení),
- tlaková zkouška,
- zajištění externího procesu lakování,
- dokompletaci.

Měření probíhalo celkem v deseti po sobě jdoucích směnách, přičemž počet měření na každou směnu odpovídá deseti. S výjimkou lakovny, kde měření probíhalo ve dvaceti po sobě jdoucích směnách, přičemž počet měření na každou směnu odpovídá jedné. Chronometrážní tabulky, uvedené níže v textu, zachycují průměrné hodnoty činností v jednotlivých deseti směnách. Přestože je potřebné některé kroky identifikovaných činností opakovat, tyto chronometrážní tabulky zachycují již kompletní čas, který je potřebný k výrobě jednoho kusu koupelnového otopného tělesa.

Řezání

Činnost řezání profilů se skládá z následujících kroků:

- Vyzvednutí relevantních profilů ze skladu,
- založení profilů do pily,
- spuštění pily,
- řezání profilů,
- vypnutí pily,

- přesun nařezaných dílů do meziskladu.

Stejně činnosti zahrnuje proces řezání trubek.

Průměrné časové hodnoty procesu řezání v jednotlivých směnách viz tabulka č. 10.

Tabulka 10: Řezání

Řezání		Průměrné časové hodnoty jednotlivých směň v [s]										
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}
Výrobek	A	427	435	413	412	421	451	429	424	431	411	425,4
	B	434	454	437	441	449	436	451	439	427	429	439,7

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Děrování profilů

Činnost děrování profilů se skládá z následujících kroků:

- Vyzvednutí nařezaných profilů z meziskladu,
- upevnění profilu do děrovačky,
- spuštění děrovačky,
- děrování,
- vypnutí děrovačky,
- vyjmutí naděrovaného profilu,
- uložení naděrovaného profilu do meziskladu.

Pro výrobu 1 ks otopného tělesa je nutné proces děrování 2x zopakovat.

Průměrné časové hodnoty procesu děrování profilů v jednotlivých směnách viz tabulka č. 11.

Tabulka 11: Děrování profilů

Děrování Profilů		Průměrné časové hodnoty jednotlivých směň v [s]										
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}
Výrobek	A	243	241	229	235	237	236	240	248	233	239	238,1
	B	262	271	253	249	252	245	267	255	273	241	256,8

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Navařování šroubení

Činnost navařování šroubení se skládá z následujících kroků:

- Vyzvednutí naděrovaného profilu z meziskladu,
- vyzvednutí šroubení z meziskladu,
- upevnění profilu do svěráku,
- opatření obou konců profilu šroubením procesem svařování,
- uvolnění profilu ze svěráku,
- uložení finálně zpracovaného profilu do meziskladu.

Pro výrobu 1 ks otopného tělesa je nutné proces navařování šroubení 2x zopakovat.

Průměrné časové hodnoty procesu navařování šroubení v jednotlivých směnách viz tabulka č. 12.

Tabulka 12: Navařování šroubení

Navařování šroubení		Průměrné časové hodnoty jednotlivých směn v [s]										
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}
Výrobek	A	333	341	345	321	325	325	331	319	328	336	330,4
	B	335	337	329	325	342	350	330	317	336	341	334,2

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Ohýbání

Vzhledem k tomu, že trubky výrobků A i B nejsou prohnuté, činnost ohýbání je pro výrobky A i B nerelevantní.

Skládání konstrukce

Činnost skládání konstrukce se skládá z následujících kroků:

- Vyzvednutí zpracovaných profilů z meziskladu,
- vyzvednutí nařezaných trubek z meziskladu,
- složení konstrukce,
- uložení složené konstrukce do meziskladu.

Průměrné časové hodnoty procesu skládání konstrukce v jednotlivých směnách viz tabulka č. 13.

Tabulka 13: Skládání konstrukce

Skládání konstrukce		Průměrné časové hodnoty jednotlivých směn v [s]										
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}
Výrobek	A	332	339	342	321	317	314	341	337	348	331	332,2
	B	339	340	356	344	332	345	347	345	346	352	344,6

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Laserové svařování

Činnost laserového svařování se skládá z následujících kroků:

- Vyzvednutí složené konstrukce z meziskladu,
- upnutí konstrukce,
- laserové svařování,
- uvolnění konstrukce,
- uložení svařené konstrukce do meziskladu.

Průměrné časové hodnoty procesu laserového svařování v jednotlivých směnách viz tabulka č. 14.

Tabulka 14: Laserové svařování

Laserové svařování		Průměrné časové hodnoty jednotlivých směn v [s]										
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}
Výrobek	A	492	500	483	485	490	493	502	482	489	492	490,8
	B	497	494	523	514	491	499	510	512	517	523	508

Zdroj: (Vlastní zpracování)

TIG svařování

Vzhledem k tomu, že ocelová tělesa jsou laserově svařovaná, činnost TIG svařování je pro výrobky A i B nerelevantní.

Pájení

Vzhledem k tomu, že ocelová tělesa jsou laserově svařovaná, činnost pájení je pro výrobky A i B nerelevantní.

Tlaková zkouška

Činnost tlakové zkoušky se skládá z následujících kroků:

- Vyzvednutí svařené konstrukce z meziskladu,
- napojení konstrukce na tlakové zařízení,
- vložení konstrukce do zkušební vany,
- spuštění tlakového zařízení,
- kontrola kvality svárů,
- vyjmutí konstrukce ze zkušební vany,
- odpojení tlakového zařízení,
- uložení konstrukce:
 - o do expedičního skladu - konstrukce bez vad,
 - o do meziskladu před dílnu svařování - konstrukce s vadami.

Průměrné časové hodnoty procesu tlakové zkoušky v jednotlivých směnách viz tabulka č. 15.

Tabulka 15: Tlaková zkouška

Tlaková zkouška	Průměrné časové hodnoty jednotlivých směn v [s]											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	
Výrobek	A	305	300	289	301	311	304	298	291	289	278	296,6
	B	303	295	299	302	315	306	296	292	317	283	300,8

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Zajištění externího procesu lakování

Zajištění činnosti lakování se skládá z následujících kroků:

- Zajištění dodacích listů od účetní společnosti,
- nakládka konstrukcí z expedičního skladu,
- odvoz k subdodavateli procesu lakování,
- vykládka konstrukcí včetně předání dodacích listů,
- kontrola kvality nalakovaných konstrukcí z předešlého pracovního dne,
- nakládka nalakovaných konstrukcí z předešlého pracovního dne,
- odvoz nalakovaných konstrukcí,

- vykládka nalakovaných konstrukcí do expedičního skladu.

Průměrné časové hodnoty zajištění procesu lakování v jednotlivých směnách viz tabulka č. 16.

Tabulka 16: Zajištění procesu lakování

Lakování externě	Průměrné časové hodnoty jednotlivých směn v [tis. s]										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}
	92,7	92,8	92,4	92,1	92,4	96,3	89,6	93,4	93,7	89,5	92,5
11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.		
90,6	91,7	92,8	92,6	93,1	93,8	92,9	92,2	91,9	93,1		

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Dokompletace

Činnost dokompletace se skládá z následujících kroků:

- Vyzvednutí dodacích listů a identifikačních štítků od účetní společnosti,
- kompletace výrobku (dle dodacích listů):
 - o vyzvednutí nalakované konstrukce z expedičního skladu,
 - o vyzvednutí sady příslušenství ze skladu,
 - o vyzvednutí sady montážní,
 - o vyzvednutí sady ochranných prvků,
- opatření výrobku sadou ochranných prvků,
- identifikace výrobku,
- přiložení dodacích listů a faktury.

Průměrné časové hodnoty procesu dokompletace v jednotlivých směnách viz tabulka č. 17.

Tabulka 17: Dokompletace

Dokompletace		Průměrné časové hodnoty jednotlivých směn v [s]										
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}
Výrobek	A	426	450	437	413	401	418	423	431	409	415	422,3
	B	428	451	419	423	440	406	411	416	423	427	424,4

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Tabulka č. 18, na následující straně, shrnuje získané informace časového rozboru výrobních procesů.

Tabulka 18: Výsledky chronometráže

Dílna	Proces	Zařízení	Obsluha	t _a [s]		t _b [s]	t _c [s]
PŘÍPRAVNA				A	B		
	Řezání	Pila	Přípravář A	425,4	439,7	1080	27 000
	Ohýbání trubek	Ohýbačka	Přípravář A, C	nerrelevantní			
	Děrování profilů	Děrovačka	Přípravář B	238,1	256,8	90	
	Navarování šroubení na profily	Svářečka	Přípravář B, C	330,4	334,2	60	
	Skládání konstrukce	Paletový vozík	Přípravář C	332,2	344,6	0	
SVAROVNA							
	Laserové svařování	Svářečka	Svářeč A	490,8	508	30	
	TIG sváření	Svářečka	Svářeč B	nerrelevantní			
	Pájení	Pájka	Svářeč B	nerrelevantní			
	Tlaková zkouška	Tlakové zařízení	Svářeč C	296,6	300,8	0	
	Leštění	Úhlová leštička	Svářeč C	nerrelevantní			
SKLAD							
	Zajištění procesu lakování	Paletový vozík	Skladník A, B, C	92,5 tis		0	
	Dokompletace	Paletový vozík	Skladník A, B, C	422,3	424,4	0	
SOUČET				95035,8	95108,5	1260	27 000

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Kde:

t_a - jednotkový čas, t_b - dávkový čas, t_c - dávkový čas

Nejdelší externí činností produktů A i B je zajištění procesu lakování. Nejdelší interní činností produktů A i B je laserové svařování. Naopak nejkratší činností obou produktů je činnost děrování.

2.3.3 Procesní analýza

Procesní analýza je analytická metoda využívaná pro popis kritických operací, které obsahují podíl ztrátových aktivit jako je čekání, transport nebo skladování. Nástrojem procesní analýzy je procesní diagram, který graficky znázorňuje sled činností.

Procesní diagram zobrazený v tabulce č. 19 vychází z údajů uvedených v kapitole č. 2.3.2. Doby skladování v jednotlivých meziskladech nejsou z důvodu jejich variability uvedeny. Pro stanovení jejich hodnot bude využit simulační model.

Tabulka 19: Procesní analýza

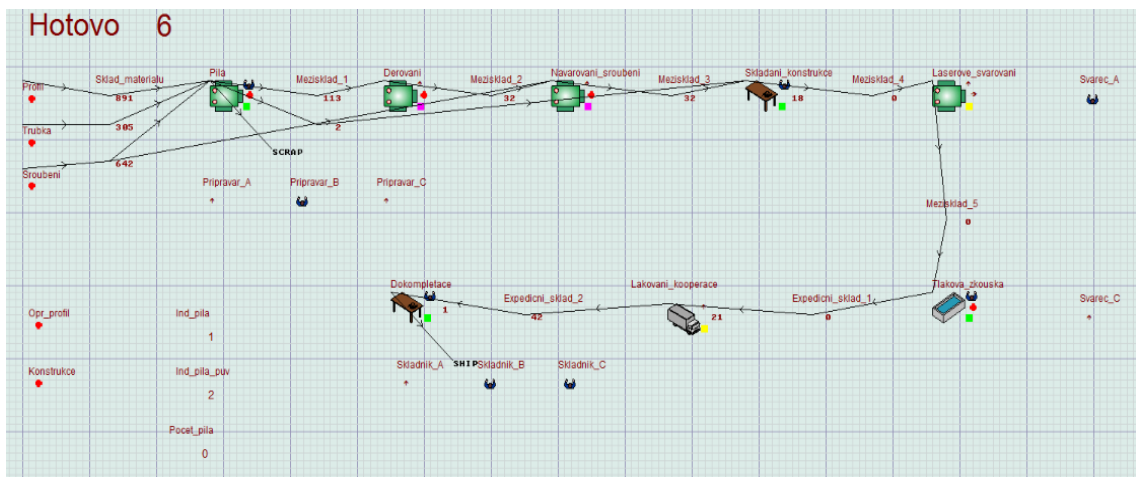
Č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (sec)	Počet pracovníků
1.	Zadání výrobního příkazu								
2.	Příjem materiálu	○						0	
3.	Mezisklad				△				
4.	Řezání	○						425	1
5.	Transport		⇒				2,5		
6.	Mezisklad				△				
7.	Děrování profilů	○						238	1
8.	Transport		⇒				1,8		
9.	Mezisklad				△				
10.	Navařování šroubení	○						330	1
11.	Transport		⇒				3,5		
12.	Mezisklad				△				
13.	Skládání konstrukce	○						332	1
14.	Transport		⇒				4		
15.	Mezisklad				△				
16.	Svařování	○						491	1
17.	Transport		⇒				3,7		
18.	Mezisklad				△				
19.	Tlaková zkouška			⊠				297	1
20.	Transport		⇒				4,5		
21.	Lakování kooperace	○						15360	1
22.	Transport		⇒				3,5		
23.	Dokompletace	○						422	1
24.	Transport		⇒				7,5		
	Celkem: - četnost	8	8	1	6				8
	- součet časů (sec)							17895	
	- vzdálenost (m)						31		

Zdroj: (Vlastní zpracování)

2.3.4 Počítačová simulace

V předchozí kapitole č. 2.3.2 jsem se zabývala stanovením časů, které přidávají výrobku hodnotu. Pro stanovení časů, které během výrobního procesu nepřidávají výrobku žádnou hodnotu, bude využita počítačová simulace. Vstupním podkladem pro vytvoření konceptuálního modelu jsou procesní mapy, které jsou nedílnou součástí analýzy procesů výrobní zakázky (viz kapitola č. 2.3.4). Funkční model pak vychází především z výsledků chronometráže (viz tabulka č. 18) a procesní analýzy (viz tabulka č. 19).

Výsledný simulační model, vytvořený v programu **Witness 14** je obsahem přiloženého CD disku. Grafickou ukázkou simulačního modelu poskytuje následující obrázek č. 12.



Obrázek 12: Ukázka simulačního modelu výrobního procesu

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Nedílnou součástí zpracovaného modelu byla validace a verifikace. Pro ověření správnosti byl simulační model spuštěn po dobu 1 měsíce. Výsledky běhu simulace byly následně porovnány s plánem výroby pro sledovaný typ otopného tělesa. Výsledek se lišil přibližně o 1-2 %.

Softwarový nástroj Witness 14 obsahuje modul **Statistiky**, který poskytuje celou řadu předdefinovaných statistik, grafických a tabulkových reportů o simulovaném procesu. Součástí těchto statistik je také tzv. **Buffer Statistics Report**, který poskytuje přehled o stavu zásob v jednotlivých skladech. Zmíněný report sleduje také nehodnototvorný čas, po který „stojí“ zásoba v konkrétním sledovaném skladu.

Buffer Statistics Report výrobního procesu koupelnového otopného tělesa, očištěný o dobu náběhu, viz tabulka č. 20. Doba náběhu simulace představuje časový interval od začátku spuštění simulace až po zahájení činnosti na posledním pracovišti.

Tabulka 20: Buffer Statistics Report

Name	Total In	Total Out	Max	Min	Avg Size	Avg Time	Min Time	Max Time
Sklad_materialu(1)	363,00	20,80	363,00	342,20	352,60	1814400,00	1760883,95	1867916,05
Sklad_materialu(2)	965,00	55,47	965,00	909,53	937,27	1814400,00	1760709,33	1868090,67
Sklad_materialu(3)	3650,00	208,00	3650,00	3442,00	3546,00	1814400,00	1761185,79	1867614,21
Mezisklad_1(1)	118,00	104,00	63,00	24,00	52,00	12600,00	5815,38	15265,38
Mezisklad_1(2)	944,00	832,00	473,00	398,00	416,00	12600,00	12054,81	14326,44
Mezisklad_2	147,00	115,00	47,00	18,00	32,00	9450,00	5315,63	13879,69
Mezisklad_3	115,00	87,00	44,00	19,00	32,00	10800,00	6412,50	14850,00
Mezisklad_4	87,00	63,00	53,00	25,00	34,00	16920,00	12441,18	26375,29
Mezisklad_5	63,00	53,00	30,00	24,00	26,00	13410,00	12378,46	15473,08
Expedicni_sklad_1	53,00	50,00	53,00	3,00	50,00	47088,00	2825,28	49913,28
Expedicni_sklad_2	50,00	50,00	50,00	0,00	25,00	20250,00	0,00	20250,00

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Kde:

- **Total In, Total Out** - množství zásob, které vstupují a vystupují z daného skladu,
- **Max, Min** - maximální a minimální skladované množství,
- **Avg Size** - průměrné skladované množství,
- **Avg Time** - průměrný čas, který zásoba „stojí“ ve skladu,
- **Min Time, Max Time** - minimální a maximální čas, který zásoba „stojí“ ve skladu.

2.4 Analýza

V kapitole **ANALÝZA** se budu zabývat vyhodnocením údajů, které jsem shromáždila v předchozích krocích cyklu DMAIC. Mým úkolem bude pomocí graficko-matematických zjistit problémová místa a příčiny, které způsobují neefektivní prodlužování průběžné doby výroby.

2.4.1 Value stream mapping

Na základě výsledků chronometráže a průměrných hodnot (Avg Size a Avg Time) vyplývajících z Buffer Statistics Report počítačové simulace byla sestavena mapa současného stavu budování přidané hodnoty.

Její grafické zobrazení, které zachycuje tok materiálových a informačních hodnot výrobního procesu koupelnového otopného tělesa A, je uvedeno v příloze č. 1. Zaznamenán je současný stav i stav po identifikaci plýtvání včetně výpočtu VA indexu, který charakterizován jako poměr časů, které nepřidávají hodnotu, a časů, které naopak produktu hodnotu přidávají.

2.4.2 Charakteristiky procesu současného stavu

Tato kapitola se zabývá výpočtem vybraných charakteristik výrobního procesu. Výsledné hodnoty těchto charakteristik vypovídají o efektivitě výrobního procesu. Po zpracování návrhové části budou sloužit jako podklad pro porovnání současného stavu se stavem předpokládaným.

2.4.2.1 Doba taktu

TT (Takt Time) - Doba taktu představuje čas, za který je potřeba vyrobit produkty, tak aby se splnila objednávka. Účel doby taktu spočívá v přesném sladění výroby a odbytu.

$$TT = \frac{\text{výrobní čas}}{\text{požadavek zákazníka (objednávka)}}$$

$$TT_A = \frac{27000}{52} = 514,23 \text{ sekund}$$

Doba taktu výroby koupelnového otopného tělesa A je přibližně 514,23 s.

2.4.2.2 Průběžná doba

PLT (Process Lead Time) - Průběžná doba procesu je doba od uvedení produktu do procesu až do jeho ukončení. Průběžnou dobu procesu výroby koupelnového otopného tělesa A vypočítám dle vzorce níže.

$$PLT = \frac{WIP}{Exit\ Rate}$$

Kde:

WIP (Work-in-Process) - Rozpracované množství, tj. rozpracované produkty, které se nachází uvnitř hranic zkoumaného procesu. V rámci výrobního procesu produktu A se WIP rovná 1 249 ks.

Exit Rate - Propustnost procesu, tj. množství produktů, které vystoupí z procesu za určitou časovou jednotku. Propustnost je závislá na nejdelší činnosti procesu výroby produktu A. Tato činnost je zastoupena laserovým svařováním, které činí 491 s.

$$Exit\ Rate_A = \frac{60}{491} = 0,1222\text{ ks/min}$$

$$PLT_A = \frac{1249}{0,1222} = 10\ 221\text{ min}$$

Průběžná doba tohoto procesu je 10 221 min. Tato dlouhá doba představuje v dnešních konkurenčních podmínkách problém. Z tohoto důvodu je nutné se zamyslet nad otázkou: Proč je průběžná doba procesu tak dlouhá? K tomuto účelu poslouží analytický nástroj označovaný jako Ishikawa diagram, který je vypracován v závěru této kapitoly.

2.4.2.3 Účinnost cyklu procesu

PCE (Process Cycle Efficiency) - Účinnost cyklu procesu představuje procentuální podíl času stráveného přidáváním hodnoty produktu k procentuálnímu času, který produkt stráví v samotném procesu. Účinnost cyklu procesu výroby koupelnového otopného tělesa A vypočítám dle následujícího vzorce.

$$PCE = \frac{VA \text{ Time}}{PLT} \cdot 100 [\%]$$

Kde:

VA Time (Value Add Time) - Čas přidávající hodnotu produktu. VA Time procesu výroby produktu A činí 308,91 min.

Průběžná doba je 10 221 min.

$$PCE_A = \frac{308,91}{10221} \cdot 100 = 3,02 \%$$

Tabulka 21: Kritéria pro prvotřídní světovou efektivitu cyklu

Aplikace	Typická úroveň podniků nastupujících zlepšovatelství	„Světová třída“, úspěšné podniky
Jednoduchá strojní výroba	1%	20%
Montáž	10%	15%
Automatizovaná strojní výroba	5 %	30 %
Oblast standardních služeb	10%	50%
Oblast kreativních služeb a poznání	5 %	25 %

Zdroj: (16)

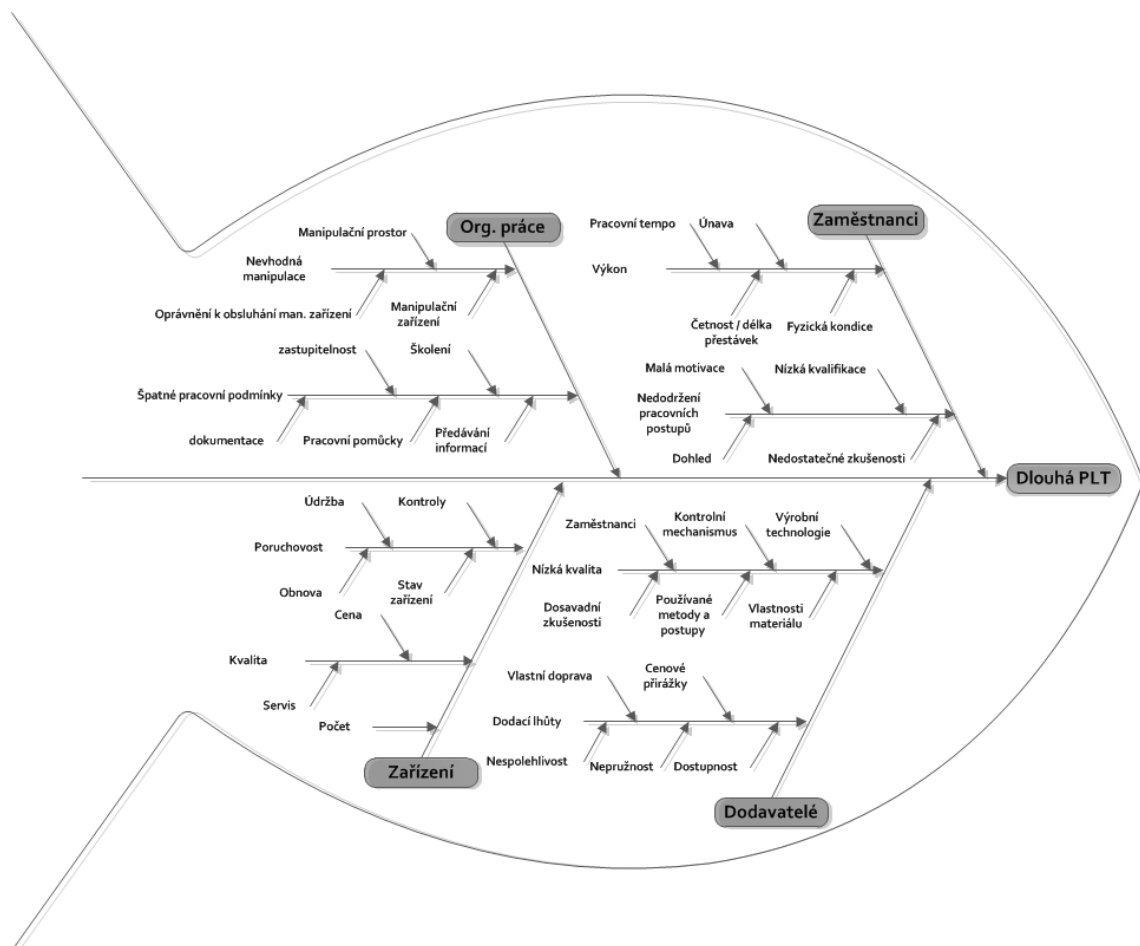
Protože proces výroby je kombinací několika aplikací je těžké porovnávat výsledný ukazatel s kritérii pro prvotřídní světovou efektivitu cyklu. Viz tabulka č. 21 výše. V rámci srovnávání společnosti s kritérii v tabulce by bylo žádoucí pro každou aplikaci vypočítat ukazatel zvláště.

Cílem návrhu diplomové práce je zkrátit průběžnou dobu výroby. Jak je patrné z mapy budování přidané hodnoty současného stavu, zkrácení lze dosáhnout eliminací ztrát v časech, které produktu nepřidávají žádnou hodnotu. Snížením těchto ztrát by mělo dojít ke snížení rozpracovanosti a tedy i zkrácení čekání v meziskladech z čehož plyne celkové zkrácení průběžné doby výroby. To sebou ponese zároveň zvýšení účinnosti cyklu procesu.

2.4.3 Shrnutí analytické části

Vzhledem k tomu, že návrh se zaměřuje na zkrácení průběžné doby výroby, pro zhodnocení analytické části, tj. nalezení příčin plýtvání ve výrobním procesu, využiji Ishikawův diagram.

Zjištěné příčiny plýtvání jsou uvedeny v obrázku č. 13.



Obrázek 13: Ishikawův diagram

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Z mapy budování přidané hodnoty procesu výroby koupelnového otopného tělesa a z Ishikawova diagramu vyplývá, že problémovou oblast představují dodavatelé. V procesu výroby rozlišujeme dva druhy dodavatelů.

První skupinu tvoří dodavatel vstupního materiálu. Z pohledu účinnosti procesu tento dodavatel hraje důležitou roli. Čím vyšší je dodací lhůta, tím nižší je účinnost procesu.

V tomto případě je dodací lhůta 3 týdny, což velmi negativně ovlivňuje účinnost procesu. Management společnosti však tuto dodací lhůtu, která se odvíjí od velikosti dodávky, stanovil za optimální. Významnou roli při rozhodování o velikosti dodávky sehrály náklady na dopravu.

Druhou skupinu dodavatelů zastupuje dodavatel procesu lakování. Vzhledem k tomu, že je společnost závislá na externí firmě, tak její pružnost, z hlediska dodání hotového výrobku zákazníkovi, je velmi omezena. Současně je navýšena rozpracovanost výroby, která v sobě skrývá různé druhy plýtvání. Z tohoto důvodu se v další fázi cyklu DMAIC, v kroku zlepšování, budu zabývat alternativním řešením zajištění procesu lakování.

3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

Tato kapitola navazuje na krok analyzovat cyklu DMAIC.

Na základě závěru vyplývajícího z analýzy současného stavu krok **ZLEPŠOVÁNÍ** přináší návrh změny, který má za úkol eliminovat identifikované problémy. Krok zlepšování obsahuje mapu hodnotového toku předpokládaného stavu včetně identifikovaného plýtvání a přepočít vybraných charakteristik. K omezení rizik předloženého návrhu je vypracována analýza rizik. Závěrečným nástrojem tohoto kroku je předpokládaný rozpočet, který předběžně informuje o investičních a neinvestičních nákladech navrhovaného zlepšení.

Finálním krokem cyklu DMAIC je kontrolování/řízení. Vzhledem k tomu, že doposud nedošlo k samotné realizaci navrhovaného zlepšení, byl v tomto kroku vytvořen pouze návrh kontrolního mechanismu.

3.1 Zlepšování

Poté, co byl odhalen problém, mohu přikročit k hledání řešení, které pomůže identifikované problémové místo eliminovat. Zde je nutné mít na paměti, že každý problém má více možných řešení.

Potenciální řešení pro zvýšení účinnosti procesu lakování:

- Vyšší četnost dodávek k subdodavatelům,
- zajištění nových výhodnějších dodacích podmínek,
- nový subdodavatel,
- interní zajištění procesu lakování.

Na základě konzultace s managementem společnosti bylo vybráno poslední z výše uvedených řešení, tj. **interní zajištění procesu lakování**. Hlavním důvodem k výběru tohoto řešení bylo snížení rozpracovanosti a především zvýšení pružnosti. V hodnocení bylo třeba brát v úvahu také konkrétní podmínky a situaci, ve které se společnost nachází.

Předpokládaná mapa budování přidané hodnoty je zaznamenána v příloze č. 2.

3.1.1 Charakteristiky procesu předpokládaného stavu

Stejně jako v analytické části vypočítám vybrané charakteristiky procesu. Výsledné hodnoty vypovídají o efektivitě zlepšeného procesu a zároveň slouží jako podklad pro zhodnocení přínosu návrhu řešení.

3.1.1.1 Doba taktu

Parametry výpočtu doby taktu zůstaly vzhledem k původnímu stavu nezměněny. Doba taktu výroby koupelnového otopného zůstává shodná s původním stavem, tj. přibližně 514,23 sekund.

3.1.1.2 Průběžná doba

$$PLT = \frac{WIP}{Exit\ Rate}$$

Kde:

WIP (Work-in-Process) - Z původní hodnoty 1 249 ks se snížila na 1 137 ks,

Exit Rate - Propustnost je závislá na nejdelší činnosti procesu výroby produktu A. Tato činnost je zastoupena laserovým svařováním, které činí 491 s.

$$Exit\ Rate_A = \frac{60}{491} = 0,1222\text{ ks/min}$$

$$PLT_A = \frac{1137}{0,1222} = 9\ 304\text{ min}$$

Z výsledků výše vyplývá, že průběžná doba po implementaci navrhované změny je 9 304 min.

3.1.1.3 Účinnost cyklu procesu

$$PCE = \frac{VA\ Time}{PLT} \cdot 100\ [%]$$

Kde:

VA Time (Value Add Time) se rovná 298,25 minut.

PLT(Process Lead Time) se rovná je 9 304 min.

$$PCE_A = \frac{298,25}{9304} \cdot 100 = 3,21 \%$$

Po zavedení navrhovaných změn se předpokládá účinnost cyklu procesu ve výši 3,21 %.

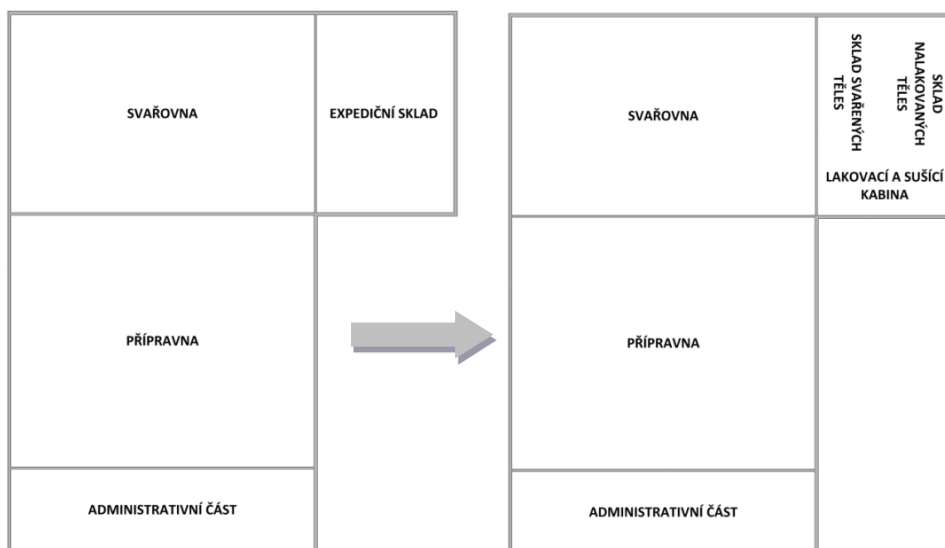
3.1.2 Lakovna

Pro zajištění procesu lakování jsem se rozhodla pro nákup lakovací a sušící kabiny.

Popis lakovacího procesu: Do lakovací a sušící kabiny pracovník navěsí na háky stanovenou dávku úspěšně svařených otopných těles. Je nutné dbát na správné zavěšení těles, tak aby v kabině byl zajištěn optimální manipulační prostor. Následně pracovník stříkáčím pistolí nanese na tělesa barvu v požadované vrstvě, barvě a kvalitě. Po ukončení procesu lakování pracovník kabinu opustí a uzavře. Poté spustí vybraný sušící program. Přibližně po 100 minutách sušení lze z kabiny vyjmout finálně nalakovaná tělesa.

Vzhledem k tomu, že s realizací navrhovaných změn již nebude zapotřebí expediční sklad, ze kterého jsou zasílána svařená tělesa k externímu subdodavateli, bude tento sklad sloužit jako lakovna.

Prostorové umístění lakovny včetně meziskladů viz následující obrázek č. 14.



Obrázek 14: Předpokládané umístění lakovny

Zdroj: (Vlastní zpracování)

3.1.3 Analýza rizik interního procesu lakování

Počátečním krokem analýzy rizik je identifikace aktiv. Pod aktivem si můžeme představit vše, co má pro společnost nějakou hodnotu. Přehled identifikovaných aktiv viz níže:

- Lakovací box,
- lak,
- koupelnové otopné těleso a
- dokumentace.

Hodnocení rizik představuje činnost, při níž každé hrozbě přiřadím:

- úroveň pravděpodobnosti výskytu (dle tabulky č. 22) a
- úroveň dopadu (dle tabulky č. 23).

Tabulka 22: Pravděpodobnost výskytu hrozby

Úroveň	Označení	Interval pravděpodobnosti
5	jisté	Riziko se vyskytne téměř vždy
4	pravděpodobné	Riziko se pravděpodobně vyskytne
3	možné	Riziko se někdy může vyskytnout
2	nepravděpodobné	Riziko se vyskytnout může, ale také nemusí
1	vyložené	Riziko se vyskytuje pouze ve výjimečných případech

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Tabulka 23: Významnost vlivu, dopadu hrozby

Úroveň	Označení dopadu	Interval dopadu
5	katastrofický	nevratná ztráta majetku
4	velmi významný	významné poškození majetku
3	významný	vyžaduje okamžité řešení situace
2	drobný	ovlivňuje pouze dílčí aktivity
1	téměř neznamenný	neovlivňuje znatelně fungování

Zdroj:(Vlastní zpracování)

Významnost nebo míru rizika vypočítám jako součin úrovně pravděpodobnosti a úrovně dopadu. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 24.

Tabulka 24: Hodnocení rizik

Aktivum	Identifikovaná hrozba	Analýza		
		Pst	Dopad	Míra rizika
Lakovací box	Poruchovost	1	5	5
	Špatná dostupnost servisu	2	4	8
	Složité programové nastavení	3	3	9
Lak	Nízká kvalita	2	5	10
	Neodpovídající odstín	3	3	9
	Záměna laku	3	4	12
Koupelnové otopné těleso	Špatná příprava	3	5	15
	Atypické rozměry	1	5	5
	Nedodržení pracovního postupu	4	4	16
	Nesplnění norem	3	2	6
Dokumentace	Záměna těles	3	4	12
	Chyby	2	3	6
	Ztráta	1	3	3

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Kde,

Pst = Pravděpodobnost výskytu

Závěrečným krokem analýzy rizik je stanovení relevantních opatření. Vysoká rizika je třeba řešit jako první. Je třeba počítat s tím, že jen někdy je možné je odstranit úplně. V mnoha případech nastane taková situace, že s riziky budeme „žít“. Jakým způsobem je možné eliminovat rizika interního procesu lakování, již zodpovídá následující tabulka č. 25.

Tabulka 25: Opatření

Hrozba	Opatření
Záměna laku	System skladování dle výrobce a odstínu
Špatná příprava tělesa před lakováním	Motivační systém, průběžné kontroly
Nedodržení pracovního postupu	Motivační systém
Záměna těles	Identifikace svařených těles

Zdroj: (Vlastní zpracování)

3.1.4 Předpokládaný rozpočet

Předpokládaný rozpočet zpracovaný v tabulce č. 26 na následující straně slouží jako směrný plán (baseline).

Prvním měsícem je myšlen měsíc, ve kterém je složena záloha na lakovací a sušící kabinu. Pokud projekt probíhá podle plánu, pak by se skutečně vynaložené náklady měly rovnat předpokládaným nákladům.

Tabulka 26: Předpokládaný rozpočet

Rozpočet interního procesu lakování v Kč												
	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc	5. měsíc	6. měsíc	7. měsíc	8. měsíc	9. měsíc	10. měsíc	11. měsíc	12. měsíc
Investiční náklady												
Lakovací a sušící kabina PROFÍ COLOR 3000-A1	333 887,50		333 887,00									
Instalační rám			86 975,00									
Plynový hořák			47 771,00									
Filtr aktivní uhlík			86 975,00									
Jednotky sacího potrubí, 4 ks			8 664,00									
Úprava pro zavěšení a manipulaci s otopnými tělesy			81 560,00									
Stříkácí pistole RODCRAFT 8103-08			6 377,00									
Pístový kompresor CLASSIC 17S-55S			36 929,00									
Celkem investiční náklady za měsíc	333 887,50		689 138,00									
Neinvestiční náklady												
Školení			4 650,00			4 650,00			4 650,00			4 650,00
Servis zařízení												77 500,00
Energie (plyn, elektrická energie)			3 875,00	3 875,00	3 875,00	3 875,00	3 875,00	3 875,00	3 875,00	3 875,00	3 875,00	3 875,00
Lakovací pomůcky			4 700,00	4 700,00	4 700,00	4 700,00	4 700,00	4 700,00	4 700,00	4 700,00	4 700,00	4 700,00
Barva				36 167,00	36 167,00	36 167,00	36 167,00	36 167,00	36 167,00	36 167,00	36 167,00	36 167,00
Lakýník (plný úvazek v lakovně)				28 556,00	28 556,00	28 556,00	28 556,00	28 556,00	28 556,00	28 556,00	28 556,00	28 556,00
Skladník (poloviční úvazek v lakovně)			12 777,00	12 777,00	12 777,00	12 777,00	12 777,00	12 777,00	12 777,00	12 777,00	12 777,00	12 777,00
Lakýrnický kurz pro skladníka		18 000,00										
Zmetkovitost a reklamace				2 583,00	2 583,00	2 583,00	2 583,00	2 583,00	2 583,00	2 583,00	2 583,00	2 583,00
Celkem neinvestiční náklady za měsíc		18 000,00	26 002,00	88 658,00	88 658,00	93 308,00	88 658,00	88 658,00	93 308,00	88 658,00	88 658,00	170 808,00
Celkem investiční a neinvestiční náklady za měsíc	333 887,50	18 000,00	715 140,00	88 658,00	88 658,00	93 308,00	88 658,00	88 658,00	93 308,00	88 658,00	88 658,00	170 808,00
Kumulativně investiční a neinvestiční náklady	333 887,50	351 887,50	1 067 027,50	1 155 685,50	1 244 343,50	1 337 651,50	1 426 309,50	1 514 967,50	1 608 275,50	1 696 933,50	1 785 591,50	1 956 399,50

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Nejdražší položkou rozpočtu je lakovací a sušící kabina, proto v následujícím textu blíže představím tuto položku rozpočtu.

Představení lakovací a sušící kabiny PROFI COLOR 3000-A1

Jedním z hlavních kritérií při výběru byly rozměry kabiny. Důležité bylo vybrat takovou kabinu, do níž je možné umístit veškeré typy vyráběných koupelnových otopných těles. Další kritéria výběru byly zastoupeny cenovou hladinou, kvalitou, splněním norem EU a samozřejmě referencemi dosavadních uživatelů.

Vybranou kabinou je kabina s označením **PROFI COLOR 3000-A1**, která slouží k aplikaci tradičních nátěrových hmot, akrylátových i vodou ředitelných barev. Splňuje příslušné normy EU a má CE-certifikát. Uvnitř kabiny vytvářejí stropní i boční osvětlovací tělesa výborné světelné podmínky, zabraňující tvoření nežádoucích stínů a zkreslení barevných odstínů. Pohyb dokonale filtrovaného vzduchu (dvoustupňová filtrace) v pracovním prostoru kabiny má charakter homogenního laminárního proudění v celém horizontálním průřezu bez turbulencí ve spodních rozích. Po procesu lakování následuje přepnutí do fáze sušení (odvětrání, sušení a odvětrání s ochlazováním). V této fázi obíhá vzduch ohřátý na příslušnou teplotu v kabině pouze s malým přívodem čerstvého vzduchu. Přejít z teploty při lakování na teplotu sušení je velmi rychlý.

Rozměry lakovací a sušící kabiny dle (10):

- Vnější rozměry (d x š x v): 7,0 x 5,3 x 3,5 m,
- vnitřní rozměry (d x š x v): 6,9 x 3,9 x 2,7 m,
- šířka dveří: 3,0 m,
- výška dveří: 2,66 m.

Vzhled představené lakovací a sušící kabiny viz obrázek č. 15.



Obrázek 15: Lakovací a sušící kabina PROFI COLOR 3000-A1

Zdroj: (10)

Další specifikace a parametry kabiny viz příloha č. 3.

3.2 Kontrolování

Po ukončení inovace a implementace vybraných změn nastává další krok – **KONTROLOVÁNÍ**, někdy také označována jako **ŘÍZENÍ**. Hlavním úkolem této fáze cyklu DMAIC je zabezpečení trvalého udržení zlepšeného procesu, která se odrazí v nových rozpočtech, motivačních systémech a jiných manažerských nástrojích. Součástí kontrolování může být také implementace systémů řízení kvality, jako je například ISO9000.

Protože projektové změny nejsou doposud z důvodu vyšší počáteční investice realizovány, budu se v této kapitole zabývat pouze návrhem kontrolního mechanismu.

Během procesu kontrolování budou stanovení pracovníci sbírat informace o:

- Průměrném času průchodu, tj. o času, za který se materiálová položka/polotovary dostane od začátku činnosti na její konec,
- velikosti rozpracovanosti,
- času, který přidává hodnotu produktu,

- času, který nepřidává hodnotu produktu.

Základem kontrolního mechanismu budou metriky, které jsem stanovila v analytické fázi cyklu DMAIC.

Výčet těchto metrik viz přehled níže.

- PLT,
- VA index,
- PCE.

Tyto metriky budou sloužit jako podklad pro ověřování stupně účinnosti navržených změn.

Vzhledem k tomu, že je nezbytné, aby pracovníci měli přístup k pravidlům a principům nově navrženého systému, je nezbytné, aby veškeré změny byly zaznamenány do interní dokumentace.

4 ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU NÁVRHU ŘEŠENÍ

Obsahem této kapitoly je shrnutí výsledků analytické a návrhové části. Na základě těchto výsledků je nutné porovnat vypočítané hodnoty sledovaných metrik a zhodnotit, zda navrhované řešení bylo přínosné. Současně je nezbytné stanovit předpokládaný termín návratnosti vložených investičních prostředků.

4.1 Porovnání hodnot metrik

Prostřednictvím výsledných hodnot metrik lze jednoznačně určit, jaký efekt přinesla navrhovaná změna. Do tabulky č. 27 jsem zaznamenala hodnoty metrik původního a předpokládaného stavu. Následně jsem vypočítala rozdíl.

Tabulka 27: Hodnoty metrik původního a předpokládaného stavu

Metrika	Původní stav	Předpokládaný stav	Rozdíl
WIP	1 249 ks	1 137 ks	- 112 ks
VA Time	5,16 hod	5,04 hod	- 0,12 hod
NVA Time	563,28 hod	539,35 hod	- 23,93 hod
PLT	568,44 hod	544,39 hod	- 24,05 hod
VA index	0,916 %	0,934 %	+ 0,018 %
PCE	3,02 %	3,21 %	+ 0,19 %

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Hned na první pohled je patrné, že navrhovaná změna se pozitivně projevila na hodnotách veškerých sledovaných metrik. Absolutní veličiny mají klesající tendenci a relativní veličiny naopak rostoucí.

4.2 Předpokládaná doba návratnosti investic

Další možností, jak zhodnotit přínos navrhovaného řešení, je prostřednictvím výpočtu doby návratnosti investičních nákladů projektu. Při výpočtu budu vycházet z následujícího vzorce:

$$\text{Návratnost} = \text{přípravný čas} + \frac{\text{investiční náklady}}{\text{předpokládaná roční výroba} \cdot \text{úspory}}$$

Kde,

Přípravný čas se rovná časovému intervalu mezi vyplacením zálohy za lakovací a sušící kabínu a mezi ostrým spuštěním interního procesu lakování, tj. 0,25 roku

Investiční náklady jsou takové náklady, které vstupují do pořizovací ceny dlouhodobého majetku. V rámci tohoto projektu se jedná o součet položek, které jsou uvedeny v tabulce č. 28.

Tabulka 28: Vyčíslení investičních nákladů interního procesu lakování

Interní zajištění procesu lakování	
Položka	Cena [Kč]
Lakovací a sušící kabina PROFI COLOR 3000-A1	667 755,00
Instalační rám	86 975,00
Plynový hořák	47 771,00
Filtr aktivní uhlík	86975,00
Jednotky sacího potrubí, 4 ks	8 664,00
Úprava pro zavěšení a manipulaci s otopnými tělesy	81 560,00
Stříkáč pistole RODCRAFT 8103-08	6 377,00
Pístový kompresor CLASSIC 17S-55S	36 929,00
Součet	1 023 026,00

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Výše investičních nákladů lze také mj. vyčíslit z předpokládaného rozpočtu, který je součástí kapitoly 3.1.4.

Předpokládaná roční výroba produktů A až H činí 15 500 ks.

Úspory představují takovou částku peněz, která vznikne rozdílem mezi náklady, které vznikají zajištěním externího procesu lakování a neinvestičními náklady, které vznikají při interním procesu lakování.

Vyčíslení nákladů před a po zlepšení viz tabulky č. 29 a č. 30.

Tabulka 29: Vyčíslení nákladů externího procesu lakování

Externí zajištění procesu lakování	
Položka	Průměrná cena [Kč/ks]
Interní procesy - nakládka, vykládka, doprava	40,00
Externí proces - lakování	75,00
Součet	115,00

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Tabulka 30: Vyčíslení neinvestičních nákladů interního procesu lakování

Interní zajištění procesu lakování	
Položka	Průměrná cena [Kč/ks]
Mzdové náklady lakýrníka (nový pracovník)	32,00
Cena barvy	28,00
Servis zařízení	5,00
Energie	3,00
Školení (stávající pracovník)	1,20
Zmetky	2,00
Součet	71,20

Zdroj: (Vlastní zpracování)

Výpočet předpokládané návratnosti investic projektu

$$\text{Návratnost} = 0,25 + \frac{1\,023\,026}{15\,500 \cdot (115 - 71,20)} = 1,85 \text{ roku}$$

Při předpokladu výroby 15 500 kusů koupelnových otopných těles za rok se předpokládá, že vložené investice do navrhovaného zlepšení se vrátí přibližně po 22 měsících od zahájení interního procesu lakování (tj. od 4. měsíce implementace projektu).

ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce je vytvoření návrhu zlepšení výrobních procesů koupelnového otopného tělesa ve společnosti Očenášek a.s. Pro dosažení tohoto cíle jsem využila zlepšovateľský cyklus DMAIC, který je nedílnou součástí přístupu Lean Six Sigma.

Analytická část se zaměřila na první tři kroky uvedeného cyklu, tedy na definování, měření a analýzu. Na základě stanoveného cíle byl proveden rozbor procesů výrobní zakázky. Smyslem tohoto rozboru bylo vyhledání problémových míst, které nepříznivě ovlivňují efektivitu procesu. Následně byl rozbor doplněn a časy, které produktu přidávají a nepřidávají hodnotu. Získané informace byly shrnuty v mapě budování přidané hodnoty, která poukázala na skutečná problémová místa sledovaného procesu. Nejzávažnějším identifikovaným problémovým místem v procesu výroby je externí proces lakování. Nejenže spolupráce s externí firmou značně omezuje pružnost dodávky, ale i značně navyšuje rozpracovanost a hlavně výrazně prodlužuje čas, který produktu nepřidává na hodnotě. Výsledkem takové spolupráce je neúměrně dlouhá průběžná doba výroby. Návrhová část pokračuje v cyklu DMAIC kroky zlepšování a kontrolování resp. řízení. Z analytické části jasně vyplynul předmět návrhové části práce, a to je návrh zlepšení zaměřený na zkrácení průběžné doby výroby koupelnového otopného tělesa, který je založen na interním zajištění procesu lakování. V rámci popsání návrhu byla sestavena také analýza rizik, která poukazuje na potencionální rizika a seznamuje s možnými protiopatřeními. Závěrečná část práce se zabývá zhodnocením přínosu navrhovaného řešení. K tomuto účelu byly využity hodnoty vybraných metrik vypočítané pro současnou a předpokládanou situaci. Významným hodnotícím ukazatelem, který je obsahem této části, je předpokládaná doba návratnosti investic.

Na základě výsledků zhodnocení věřím, že předložený návrh představuje pro společnost Očenášek a.s. velký přínos. Po jeho zavedení se výrazně zkrátí průběžná doba výroby, sníží se rozpracovanost a zvýší se pružnost dodávek, což má za následek zvýšení konkurenceschopnosti.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) DLABAČ, Jaroslav. 2012. Analýza a měření práce. *Academy of Productivity and Innovations* [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/70726.analyza-a-mereni-prace/>
- (2) DLOUHÝ, Martin et al. *Simulace podnikových procesů*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, ©2007. 201 s. ISBN 978-80-251-1649-4.
- (3) DMAIC: Model řízení Six Sigma projektu. KORMANEC, Peter. *IPA: More Than Expected* [online]. 1. 3. 2007 [cit. 2015-02-01]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/dmaic-model-řízení-six-sigma-projektu>
- (4) DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁČHAL a Branislav LACKO. *Projektový management podle IPMA*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 507 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2848-3.
- (5) GEORGE, Michael L. 2005. *Co je Lean Six Sigma?*. 1. vyd. Brno: SC, 94 s. ISBN 80-239-5172-6.
- (6) GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a HORÁK. : *Teoretická východiska a praktické příklady*. ISBN 978-80-251-1987-7.
- (7) Interní dokumenty Očenášek a.s.
- (8) JUROVÁ, Marie a kol. *Výrobní procesy řízené logistikou*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013. 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.
- (9) KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- (10) Lakovací a sušicí kabina PROFI COLOR 3000-A1. 2015. *UNIVER* [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://www.univer.cz/lakovaci-a-susici-kabina-profi-color-3000-a1-id3292>
- (11) MANLIG, František. Počítačová simulace diskrétních událostí. In: HUMUSOFT: Technické výpočty, řídicí technika, simulace... [online]. 2012 [cit. 2015-01-24]. Dostupné z:<http://www2.humusoft.cz/www/archived/pub/witness/9910/manlig.htm>
- (12) MANLIG, František. Projektování výrobních systémů. *Katedra výrobních systémů: Technická univerzita v Liberci* [online]. 2008 [cit. 2015-01-24]. Dostupné z: <http://www.kvs.tul.cz/PVSY>

- (13) Metody předem stanovených časů. 2012. *Katedra výrobních systémů: Technická univerzita v Liberci* [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: http://www.kvs.tul.cz/download/pi_pvs/8_prednaska.pdf
- (14) ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006. 265 s. Management v informační společnosti. ISBN 80-247-1281-4.
- (15) STÖHR, Tomáš. 2015. Mapování toku hodnot. *Escare* [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://www.escare.cz/lean-healthcare/metodika/metodika-just-in-time/mapovani-toku-hodnot>
- (16) SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- (17) ŠIMONOVÁ, Stanislava. *Modelování procesů a dat pro zvyšování kvality*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, ©2009. 192 s. Monografie. ISBN 978-80-7395-205-1.
- (18) ŠMÍDA, Filip. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 293 s. ISBN 978-80-247-1679-4.
- (19) VIDECKÁ, Zdeňka. *Informační podpora procesů: Metodická pomůcka*. 2014, 24 s.
- (20) ZIKMUND, Martin. 2011. Paretova (ABC) analýza – mocný nástroj v logistice, marketingu i obchodu. *Business Vize* [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/paretova-abc-analyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma podnikového procesu.....	12
Obrázek 2: Architektura metody BPM.....	14
Obrázek 3: PDCA (vlevo) a DMAIC (vpravo).....	17
Obrázek 4: Typické nástroje fází cyklu DMAIC.....	18
Obrázek 5: Sídlo společnosti Očenášek a.s.	30
Obrázek 6: Přípravna.....	39
Obrázek 7: Svařovna.....	41
Obrázek 8: Lakování.....	42
Obrázek 9: Standardní štítek.....	44
Obrázek 10: Vlastní štítky.....	45
Obrázek 11: Dokompletace.....	45
Obrázek 12: Ukázka simulačního modelu výrobního procesu.....	60
Obrázek 13: Ishikawův diagram.....	65
Obrázek 14: Předpokládané umístění lakovny.....	70
Obrázek 15: Lakovací a sušící kabina PROFI COLOR 3000-A1.....	75

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Závislost mezi přesností a detailností modelu.....	27
Graf 2: Organizační struktura	32
Graf 3: Paretův diagram.....	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Srovnání přístupů Lean a Six Sigma	16
Tabulka 2: Srovnání analytických metod a počítačové simulace	25
Tabulka 3: Vývoj simulačních nástrojů	28
Tabulka 4: Charakteristika simulačních nástrojů.....	28
Tabulka 5: Formulář požadavků dokompletace.....	44
Tabulka 6: Shrnutí analýzy procesů současného stavu.....	48
Tabulka 7: Projektová listina	49
Tabulka 8: Paretova analýza	50
Tabulka 9: Specifikace měřených otopných těles.....	51
Tabulka 10: Řezání	53
Tabulka 11: Děrování profilů	53
Tabulka 12: Navařování šroubení.....	54
Tabulka 13: Skládání konstrukce.....	55
Tabulka 14: Laserové svařování	55
Tabulka 15: Tlaková zkouška	56
Tabulka 16: Zajištění procesu lakování	57
Tabulka 17: Dokompletace	57
Tabulka 18: Výsledky chronometráže	58
Tabulka 19: Procesní analýza	59
Tabulka 20: Buffer Statistics Report	61
Tabulka 21: Kritéria pro prvotřídní světovou efektivitu cyklu.....	64
Tabulka 22: Pravděpodobnost výskytu hrozby.....	71
Tabulka 23: Významnost vlivu, dopadu hrozby	71
Tabulka 24: Hodnocení rizik	71
Tabulka 25: Opatření	72
Tabulka 26: Předpokládaný rozpočet	73
Tabulka 27: Hodnoty metrik původního a předpokládaného stavu	77
Tabulka 28: Vyčíslení investičních nákladů interního procesu lakování	78
Tabulka 29: Vyčíslení nákladů externího procesu lakování	78
Tabulka 30: Vyčíslení neinvestičních nákladů interního procesu lakování	79

SEZNAM PŘÍLOH

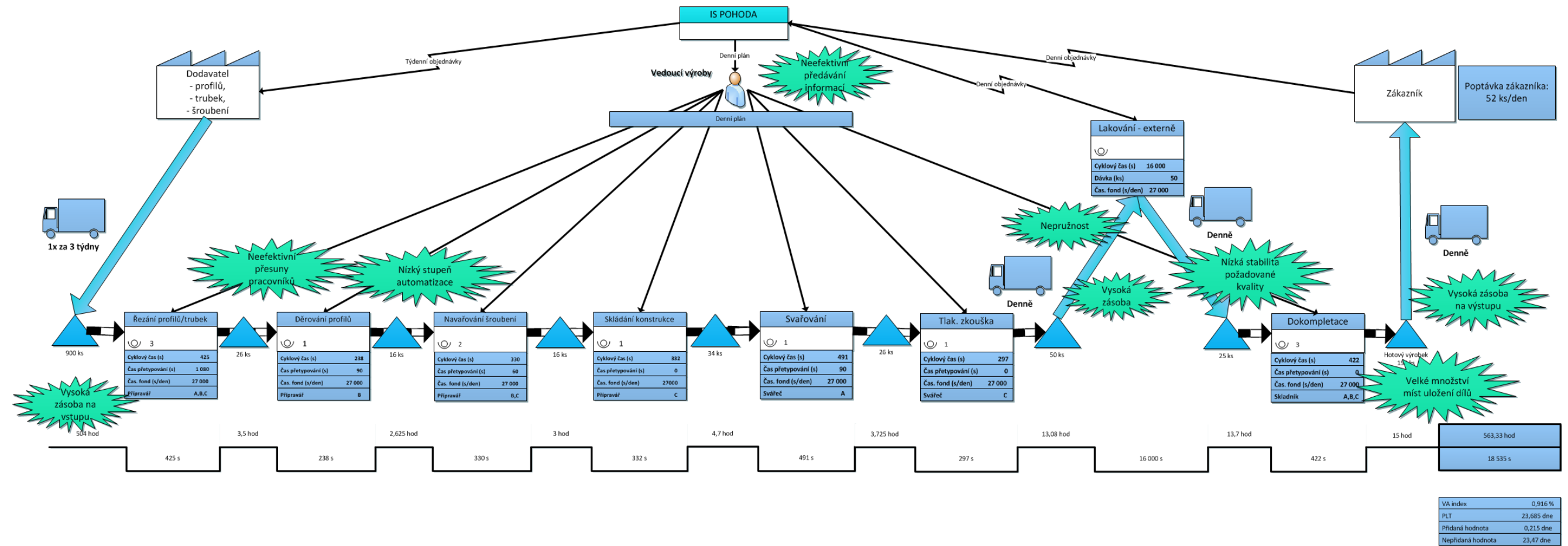
Tištěné přílohy

Příloha 1: Mapa budování přidané hodnoty současného stavu.....	I
Příloha 2: Mapa budování přidané hodnoty předpokládaného stavu.....	II
Příloha 3: Parametry lakovací a sušící kabiny	III

Elektronické přílohy na CD nosiči

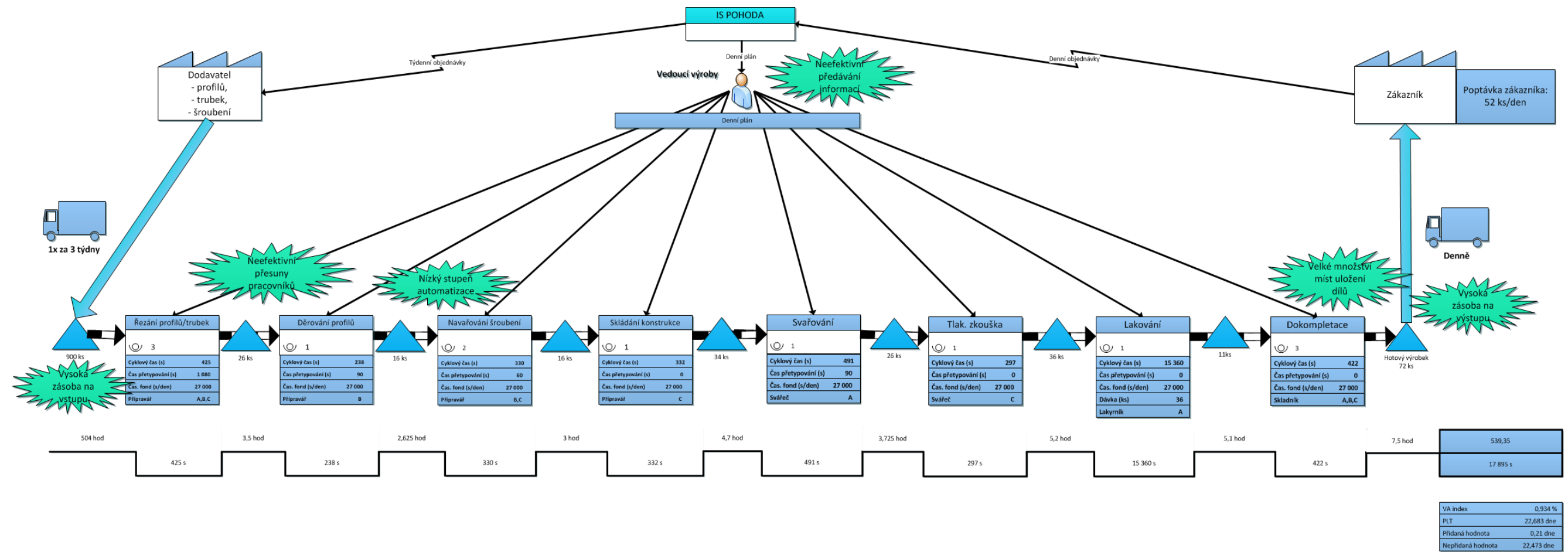
Simulační model výrobního procesu koupelnového otopného tělesa

Příloha 1: Mapa budování přidané hodnoty současného stavu



Zdroj: (Vlastní zpracování)

Příloha 2: Mapa budování přidané hodnoty předpokládaného stavu



Zdroj: (Vlastní zpracování)

Příloha 3: Parametry lakovací a sušící kabiny

PROFI COLOR 3000-A1

Kapacita výměny vzduchu	25 000 m ³ /h
Vnitřní spádová rychlost	0,25 - 0,35 m/s
Instalační rám	galvanizovaná ocel, prášková povrchová úprava
Obvodové panely	sendvič, tl. 50 mm, Rockwool, speciální provedení těsných drážkovaných spojů
Podlaha	kompletní zaroštování
Rampy	2 ks roštová konstrukce
čelní vrata/hlavní dveře	Prosklená tříkřídlová s masivním rámem, přesným zavíráním a speciální izolací.
Osobní/personální dveře	slouží jako nouzová pro případný únik personálu, mají automatické uzavírání, pokud je uvnitř tlak.
Boční bezpečnostní dveře	Mají systém, umožňující otevření při menším přitlačení.
Teplotní výměník	nerez ocel, vysoká účinnost, oběhové topení, kouřovod
Výfukové potrubí	přímý kus 4 m, oblouk 90° a oblouk 60°
Výfuková tlumicí klapka	Manuálně ovládaná VCD (Volume Control Damper),
Kouřová roura	přímá roura 4 m a 2 menší oblouky
Stropní filtrace	6 ks filtrů montovaných v zavěšených mobilních rámech
Podlahová filtrace	5 ks filtrů
Hrdlová předfiltrace	2 ks M style před sacím ventilátorem
Stropní osvětlení	10 sad zářivek (4 x 40 W)
Boční osvětlení	8 sad zářivek (4 x 40 W)
Elektronický řídicí a kontrolní systém, ochrana proti přehřátí, chybějící fázi atd.	
Tlakoměr	
Celkový příkon	18,0 kW

Zdroj: (10)