



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ekonomická fakulta



Aplikace Lean Six Sigma na vybraný projekt v podniku

Bakalářská práce

Studijní program: B6208 – Ekonomika a management

Studijní obor: 6208R085 – Podniková ekonomika

Autor práce: **Kateřina Hrabánková**

Vedoucí práce: Ing. Eva Štichhauerová, Ph.D.





Zadání bakalářské práce

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Kateřina Hrabánková**
Osobní číslo: E15000145
Studijní program: B6208 Ekonomika a management
Studijní obor: B6208R085 – Podniková ekonomika
Zadávací katedra: katedra podnikové ekonomiky a managementu
Vedoucí práce: Ing. Eva Štichhauerová, Ph.D.
Konzultant práce: Ing. Jan Rezler
Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s. r. o., manažer MBPS

Název práce: **Aplikace Lean Six Sigma na vybraný projekt v podniku**

Zásady pro vypracování:

1. Stanovení cíle bakalářské práce.
2. Teoretická východiska spojená s principy Lean Six Sigma.
3. Představení vybrané společnosti.
4. Analýza procesu aplikace Lean Six Sigma na vybraný projekt.
5. Závěrečné vyhodnocení.

Seznam odborné literatury:

- CHAPLE, Anup a Balkrishna NARKHEDE. 2017. Value stream mapping in a discrete manufacturing: A case study. *International Journal of Supply Chain Management*. **6**(1). ISSN 2050-7399.
- DOSKOČIL, Radek. 2014. *Metody, techniky a nástroje řízení projektů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7204-863-2.
- GROS, Ivan, et al. 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 978-80-7080-952-5.
- MORGAN, John. 2015. *Lean Six Sigma For Dummies*. Wiley. ISBN10 1119067359.
- OUDOVÁ, Alena. 2013. *Logistika - základy logistiky*. Computer Media. ISBN 978-80-7402-238-8
- PROQUEST. 2017. *Databáze článků ProQuest* [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [Cit. 2017-09-28]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz/>

Rozsah práce: 30 normostran
Forma zpracování: tištěná / elektronická
Datum zadání práce: 31. října 2017
Datum odevzdání práce: 31. srpna 2019

prof. Ing. Miroslav Žižka, Ph.D.
děkan Ekonomické fakulty



prof. Ing. Ivan Jáč, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2017

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

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

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Anotace

Bakalářská práce na téma „Aplikace Lean Six Sigma na vybraný projekt v podniku“ je zaměřena na využití metodiky DMAIC ve společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s. r. o., která se zabývá výrobou chladičů a klimatizačních jednotek. Cílem bakalářské práce je zmapování a analýza materiálového a informačního toku v souvislosti s výrobním procesem probíhajícím na výrobní lince PQ L3, následná identifikace nedostatků a návrh k jejich odstranění. Rešeršní část bakalářské práce obsahuje teoretická východiska v oblasti lean managementu, štíhlé výroby, metodiky Lean Six Sigma a jejich nástrojů. V aplikační části bakalářské práce jsou tyto nástroje implementovány ve výrobním procesu probíhajícím na konkrétní výrobní lince PQ L3. V závěrečné části práce je provedeno zhodnocení efektů navržených opatření.

Klíčová slova

Lean management, štíhlá výroba, Lean Six Sigma, DMAIC, průběžná doba, VA-Index

Annotation

Bachelor thesis on the subject „Lean Six Sigma application for selected business project“ is focused on using the DMAIC methodology in company Mahle Behr Mníchovo Hradiště, s. r. o., which produces engine coolers and air conditioning units. The goal of bachelor thesis is mapping and analysis of material and information flow of the production process of the PQ L3 line, subsequent identification of imperfections and suggestions for their elimination. The research part of the bachelor thesis is focused on theory of lean management, lean production, Lean Six Sigma methodology and their tools. In application part of the thesis, these methods are implemented on production proces on a specific production line PQ L3. The final part of the thesis evaluates the effect of proposed measures.

Key words

Lean management, lean production, Lean Six Sigma, DMAIC, lead time, VA-Index

Poděkování

Poděkování patří vedoucí bakalářské práce, paní Ing. Evě Štichhauerové, Ph.D., za rady a čas strávený nad touto bakalářskou prací. Děkuji kolegům ze společnosti Mahle Behr Mníchovo Hradiště, s. r. o., kteří mě provedli výrobním procesem firmy a poskytli mi nejen cenné informace k bakalářské práci, ale i znalosti, které využiji ve svém profesním životě. Především pak děkuji panu Ing. Bohumilu Lorencovi za čas a trpělivost při vytváření této bakalářské práce. V neposlední řadě poděkování patří mé rodině za podporu při studiu.

Obsah

Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	10
Seznam použitých zkratk.....	11
Úvod.....	12
1 Teoretická východiska zkoumané problematiky	13
1.1 Lean management.....	13
1.2 Štíhlá výroba.....	14
1.3 Vybrané pojmy a nástroje štíhlé výroby a lean managementu	15
1.4 Přínosy a problémy aplikace lean managementu a štíhlé výroby.....	21
1.5 Metodika Lean Six Sigma	22
2 Aplikace metodiky Lean Six Sigma na vybraný projekt v podniku	26
2.1 Představení společnosti.....	26
2.2 Představení projektu SCP	27
2.3 Fáze Měření	30
2.4 Fáze Analyzování	31
2.5 Fáze Zlepšování	34
2.6 Fáze Řízení	42
Závěr.....	44
Seznam použité literatury	46
Seznam příloh.....	48

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Model celkové koncepce firmy Toyota v duchu 4P</i>	15
<i>Obrázek 2: Linka VA–Indexu</i>	32
<i>Obrázek 3: Konečná VSM současného stavu</i>	33
<i>Obrázek 4: VSD budoucího toku hodnot</i>	37
<i>Obrázek 5: Přechod z používání gitterboxů na využití FS</i>	38
<i>Obrázek 6: Akční plán projektu SCP</i>	43

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Vztah mezi výtěžnostmi v procesu a hodnotami sigma</i>	23
<i>Tabulka 2: Analýza ABC klimatizační jednotky</i>	29
<i>Tabulka 3: Analýza ABC dílů klimatizační jednotky EK036004.....</i>	30
<i>Tabulka 4: Analýza ABC materiálu výrobní linky PQ L3</i>	40
<i>Tabulka 5: Výpočet FS</i>	41

Seznam použitých zkratk

4P	Philosophy, Process, People, Problems Solving (filosofie, proces, lidé, řešení problémů)
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control (definování, měření, analyzování, zlepšování, řízení)
FIFO	First In – First Out (první dovnitř, první ven)
JIT	Just in Time (právě včas)
SAP	Systems Applications and Products in Data Processing (podnikový informační systém SAP)
TPS	Toyota Production System (výrobní systém Toyoty)
VA-Index	Value Added Index (poměr časů, které přidávají hodnotu k celkové průběžné době)
VSD	Value Stream Design (návrh budoucího toku hodnot)
VSM	Value Stream Mapping (mapování toku hodnot)
WIP	Work-in-Process (rozpracovanost v procesu)

Úvod

Bakalářská práce na téma „Lean Six Sigma v logistických procesech“ se zabývá využitím metodiky Lean Six Sigma ve vybrané společnosti.

Autor si zvolil toto téma vzhledem k aktuálnosti této problematiky ve výrobních společnostech. V současné době se každá výrobní společnost se snaží o snížení plýtvání, zvýšení produktivity a neustálé zlepšování svých procesů. Společnosti se snaží být více variabilní a umět se co nejrychleji přizpůsobit požadavkům zákazníka.

Hlavním cílem této bakalářské práce je aplikace jednotlivých fází metodiky DMAIC na Supply Chain Project (dále SCP) týkající se redukce zásob, eliminace externích skladů a implementace nových projektů ve společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s. r. o. Autor společně s týmem provádí optimalizaci výrobního procesu konkrétní linky, která vyrábí klimatizační jednotky. Základním prvkem optimalizace je zmapování současného informačního a materiálového toku, rozeznání možných zlepšení výrobního procesu a redukce plýtvání. Autor bakalářské práce působil jako praktikant na oddělení logistiky, kde se mimo jiné podílel na SCP.

Autor bakalářské práce se naopak nezabývá optimalizací technologické stránky výrobního procesu, například za účelem odstranění chybovosti či zmetkovitosti dané výrobní linky. Detailně nezkoumá jednotlivé pracoviště, nýbrž posuzuje celkový proces a jeho propojení.

Bakalářská práce je strukturována do dvou částí. První část bakalářské práce je věnována literární rešerši konkrétní problematiky a popisuje základní poznatky z oblasti lean managementu, štíhlé výroby a metodiky Lean Six Sigma. Druhá část bakalářské práce je věnována praktické ukázce aplikace metodiky DMAIC na výrobní linku, která vyrábí klimatizační jednotky.

1 Teoretická východiska zkoumané problematiky

Každý den se lidé setkávají s principy „lean“ v podnicích, ale také v domácnostech, aniž by si to většinou uvědomovali. Lidé se snaží uzpůsobit provádění svých činností tak, aby ušetřili čas, námahu, peníze a zvýšili svou, popř. zákaznickou spokojenost. Pokud tedy zákazník není spokojen s výrobkem či službou, podnik se snaží o kontinuální zlepšování daného procesu.

Se štíhlou výrobou či štíhlým řízením je úzce propojena metodika Six Sigma, která je založena na principu neustálého zlepšování, využívá procesní řízení a prosazuje rozhodování na základě naměřených dat (George, Rowlands a Kastle, 2005).

1.1 Lean management

V této kapitole se autor bakalářské práce zabývá lean managementem, který se stále častěji spojuje s metodikou Lean Six Sigma.

Lean management (z angl. překládáno jako *řízení štíhlé výroby*) se především zaměřuje na maximální uspokojení každého zákazníka jednotlivě a na optimalizaci podnikových procesů (Tuček a Bobák, 2006).

Mezi principy lean managementu podle Tučka a Bobáka (2006) patří čtyři níže uvedené.

- **Princip „pull“ – princip tahu** – znamená, že dodavatelský proces čeká na objednávku od zákazníka a podle ní vyrábí určité množství výrobků. Společnost se tak snaží o snížení mezioperačních zásob a zkrácení průběžné doby.
- **Princip zamezení plýtvání a optimalizace hodnotového řetězce** se především opírá o korektní plánování a o kontrolu veškerých spotřebovávaných vstupů.
- **Princip zaměření se na podstatné aktivity a klíčové schopnosti** spočívá v tom, že si společnost uvědomí, která činnost jí jde nejlépe. K tomuto se využívají analýzy, například konkrétních činností společnosti, konkurence, zákazníků, a další položky vhodné pro analýzu. Pokud společnost nevyniká v určité činnosti, má možnost přenechat ji subdodavateli.
- **Princip nepřetržitosti** je klíčový princip pro lean management, protože společnost nepřetržitě sleduje situaci a diferenciaci zákazníků a tím by měla být vždy o krok

napřed před konkurencí. To zahrnuje včas diagnostikovat odlišné požadavky zákazníků a včas je také zrealizovat.

S **lean managementem** je také úzce spjata **štíhlá výroba**, která prohlubuje způsob „lean“ myšlení a zahrnuje kompletní hodnototvorný výrobní řetězec (viz následující subkapitola 1.2).

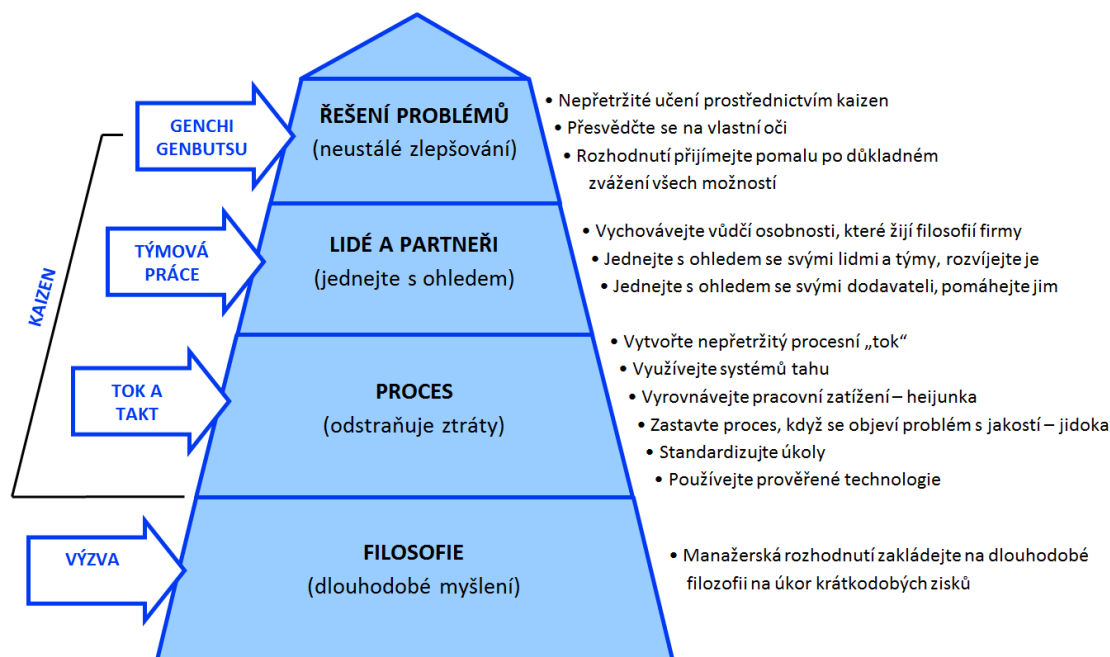
1.2 Štíhlá výroba

Tuček a Bobák (2006, str. 227) popisují štíhlou výrobu (angl. *lean manufacturing, lean production*) jako „*odstranění plýtvání v kterékoli oblasti výroby, včetně zákaznických vztahů, výrobního designu, dodavatelské sítě a podnikové strategie s cílem adaptace menších zásob, menšího lidského úsilí a menšího prostoru na výrobu vysoce kvalitních výrobků. A to způsobem pohotovým, současně však hospodárným způsobem, který zohledňuje zákaznické požadavky.*“

Se štíhlou výrobou přišla jako první společnost Toyota v 60. letech minulého století prostřednictvím konceptu výroby TPS (angl. *Toyota Production System*, čes. výrobní systém Toyoty). Tento model zlepšuje podnikové procesy v oblasti prodeje, vývoje výrobků, marketingu, logistiky a managementu. Zakladatelem štíhlé výroby je Taiichi Ohno, který pozoroval a analyzoval výrobní proces a pomocí těchto postupů z konceptu TPS dokázal určit prodlevy a plýtvání (činnosti, které nepřinášejí žádnou hodnotu) ve výrobě a tím položil základy řízení materiálových toků (Liker, 2008).

TPS systém vznikl v období po 2. světové válce, kdy společnosti Ford a General Motors měly zavedenou hromadnou výrobu, ale společnost Toyota neměla k dispozici kapitál, který by jí umožňoval zavést výrobu několika modelů automobilů na jedné lince ve stejném rozsahu jako její konkurenti. Společnost Toyota se tak musela zaměřit na snížení plýtvání zdroji na minimum, aby se díky úsporám dokázala vyrovnat hromadné výrobě konkurence. Tímto se automobilka Toyota dostala k pružnosti výrobních linek, zkrátila průběžnou dobu a mohla lépe reagovat na požadavky zákazníka. Došlo ke zvýšení produktivity výroby. Po odstranění ztrát v podobě nadbytečných zásob došlo ke zvýšení disponibilních skladových, ale i výrobních prostor (Liker, 2008).

TPS systému předcházela koncepce **4P** (angl. *Philosophy, Process, People/Partners, Problems Solving*). Koncepce **4P** spočívá ve správném vedení lidí, procesu, správné komunikaci s dodavateli/zákazníky a nakonec ve výběru vhodného řešení problémů. Většina „štíhlých“ podniků se podle Likera (2008) nachází na úrovni procesu (viz obr. 1).



Obrázek 1: Model celkové koncepce firmy Toyota v duchu 4P

Zdroj: vlastní zpracování dle Likera, 2008.

Být „štíhlým“ výrobcem vyžaduje tzv. tahový systém neboli nepřerušovaný tok (viz subkapitola 1.1) výrobku procesem přidávání hodnoty, kdy zákazník zadá požadavek (poptávku) a podle toho se v krátkých intervalech doplňuje jen to, co odebírá následující krok/pracoviště (Liker, 2008).

1.3 Vybrané pojmy a nástroje štíhlé výroby a lean managementu

Při analýze výrobního procesu a implementaci principů štíhlé výroby je možno setkat se se specifickými pojmy a využít konkrétní nástroje či metody, z nichž vybrané jsou pro potřeby zpracování bakalářské práce stručně charakterizovány níže.

Muda (z jap. překládáno jako plýtvání) je pojem, který se používá pro všechny činnosti, které spotřebovávají čas, ale nepřidávají hodnotu pro zákazníka (např. kontrola kvality, manipulace) (Liker, 2008). Pojem **muri** (z jap. překládáno jako přetížení) znamená přetěžování pracovníků a strojů, využívání nad jejich meze. **Mura** (z jap. překládáno jako

nevyrovnanost) může nastat snadno, pracovníci nestíhají svou práci nebo práci nezvládají stroje, a naopak může nastat situace, kdy je málo práce a vznikají zbytečné prostoje.

Metoda **5S** je jedním ze základních nástrojů štihlé výroby. Pomocí tohoto nástroje se mohou redukovat nepotřebné věci na pracovišti, je dodržován pořádek a všichni mají jasný přehled o organizaci daného pracoviště, což mimo jiné přispívá ke zvýšení bezpečnosti pracovníků. Zavedení nástroje 5S lze rozvést do následujících pěti kroků, které jsou dále stručně charakterizovány:

1. separovat,
2. systematizovat,
3. stále čistit,
4. standardizovat,
5. sebedisciplinovanost.

V prvním kroku – **separovat** (jap. *seiri*) – jsou odděleny položky, které musí být na pracovišti a přidávají hodnotu danému produktu, od těch, které hodnotu nepřidávají. Položky, které nejsou tak často využívané, jsou přemístěny, a předměty, které se nepoužívají, se z pracoviště odstraní. Při tomto procesu se využívají červené kartičky, které obsahují údaje o pracovišti, názvu položky a zda se tato položka má z určeného pracoviště odstranit, nebo zůstává.

Ve druhém kroku – **systematizovat** (jap. *seiton*) – se podnik snaží o úsporu prostřednictvím redukce skladové plochy a pohybu pracovníků, tedy rozmístit položky materiálu tak, aby pracovníci vykonávali co nejméně zbytečných pohybů. Položky mají přesně stanovené pozice podle potřeby a snadnému přístupu pracovníka.

Ve třetím kroku – **stále čistit** (jap. *seiso*) – se určí, jaké místo na pracovišti se bude čistit, jak se bude čistit a pomocí jakých prostředků. K tomuto kroku existují předepsané standardy čistého pracoviště.

Čtvrtý krok – **standardizovat** (jap. *seiketsu*) – znamená ustanovení pravidel a jejich zobrazení na pracovišti. Společnost by měla vyškolit své pracovníky ve výše zmíněných 3S a dbát na to, aby pracovníci dodržovali stanovená pravidla.

U pátého kroku – **sebedisciplinovanost** (jap. *shitsuke*) – je důležité, aby pracovníci dodržovali veškeré kroky systému 5S, neboť při nedodržení předchozích kroků hrozí, že se zvýší plýtvání a riziko možného nebezpečí pro pracovníky. Je tedy vhodné pracovníky řádně zaškolit a informovat o zavedených procesech. Pracovníci následně do tzv. kontrolní karty potvrdí svým podpisem provedenou činnost, za jejíž provedení nesou následně odpovědnost (Burieta, 2007).

Metoda **FIFO** (z angl. *First In – First Out*), neboli „první dovnitř – první ven“ představuje organizování a manipulace s materiálem, informačními toky a dalšími prostředky, se kterými je manipulováno v pořadí, v jakém vstoupily do systému (Málek a Čujan, 2008).

Mezi další metody patří **JIT** (z angl. *Just in Time*, česky „právě včas“), která slouží k řízení logistických toků. Jedná se o systém dodání zdrojů přímo do předem vytyčeného procesu, dodávka je v přesně určeném množství, kvalitě a v přesně uvedeném časovém úseku (Málek a Čujan, 2008).

Mapa hodnotových toků (angl. *Value stream map*, dále VSM) zachycuje veškerý tok hodnot (informační tok, materiálový tok) skutečného procesu. Na mapě musí být vidět přesné procesní časy, rozpracovanost daného výrobku, manipulační délky, množství meziskladů a skladů, počet cest a kapacity strojů. Podstatou mapy je znázornění a vysvětlení hodnotových a informačních vztahů mezi jednotlivými pracovišti. U takto nakreslené mapy lze analyzovat efektivitu, či plýtvání v jednotlivých částech zkoumaného procesu (Kučerák, 2007).

Výhodou VSM je, že umožňuje komplexní pohled na veškeré toky ve společnosti. Pomáhá identifikovat plýtvání a zobrazuje vztah mezi materiálovým a informačním tokem. Také poskytuje jednoduchou a standardizovanou cestu, jak zpracovávat různé postupy. Výsledek je více viditelný a umožňuje diskutovat nad možnými změnami a vylepšeními, což formuje základ akčního plánu (Chaple a Narkhede, 2017).

Postup při vytváření VSM lze shrnout do následujících čtyř kroků, jež jsou stručně popsány níže:

1. výběr vhodného reprezentanta výrobního procesu,
2. zaznamenání současného stavu do mapy,

3. znázornění budoucího stavu,
4. realizace.

V prvním kroku se určí výrobková rodina a následuje **výběr vhodného reprezentanta**, může být použita např. metoda analýzy ABC, která pomůže určit nejvhodnější výrobek z výrobních rodin.

Ve druhém kroku je **zaznamenáván současný stav do mapy**. Zpravidla je mapa vytvářena zprava doleva, tedy od zákazníka (jeho požadavků) až po dodavatele. Jsou zaznamenávány veškeré materiálové a informační toky. V souvislosti s nimi jsou sbírány tyto informace (Kučerák, 2007):

- C/T – cyklový čas,
- C/O – čas přetypování,
- P/T – procesní čas,
- počet operátorů,
- počet variant produktu,
- dostupný čas pro výrobu produktu,
- počet směn,
- stav zásob před/na/za pracovištěm.

Součástí VSM jsou pro každý proces spočítané hodnoty indexu přidané hodnoty (angl. *Value Added Index Time*, dále VA-Index). Ten vyjadřuje podíl času, kdy je přidávána hodnota, na celkové průběžné době. Tedy ukazuje, jak dobře je uspořádán proces výroby. Způsob výpočtu zachycuje vztah (1).

$$\text{VA index} = \frac{\text{čas, kdy je produktu přidávána hodnota}}{\text{celková průběžná doba, při které produkt vzniká}} \times 100 \quad (1)$$

Třetím krokem je **vytvoření nové VSM budoucího stavu**. Jsou zde navrhována zlepšení hodnot sledovaných ukazatelů. Lze například zavést systém Kanban, metodu FIFO, supermarket, a tím zavést v procesu zavést systém tahu, který může značně omezit plýtvání. Vzhledem k přehlednosti mapy lze určit, zda může být snížena zásoba materiálu na pracovišti či na skladě, zredukován počet pracovníků na pracovišti, zkrácena celková průběžná doba, a tím dosaženo pozitivní zvýšení hodnoty VA-indexu (Kučerák, 2007).

Posledním krokem ve vytváření a využití VSM je **realizace**, tj. vytvoření plánu, kde bude uvedený konečný termín dosažení budoucího stavu, přesné úkoly, které budou rozděleny mezi pracovníky, stanovení cílů, které jsou měřitelné, a nakonec kontrola, zda jsou cíle dodržovány (Kučerák, 2007).

Dalším nástrojem štíhlé výroby je **ABC analýza**. Jedná se o rozšířenou klasifikační analýzu, která vychází z Paretova pravidla, kde 80 % důsledků zpravidla připadá na 20 % příčin (Cigánková, 2007).

V této analýze se rozděluje celek do tří skupin a každá společnost si navrhne pravidla pro zacházení s těmito skupinami dle svých potřeb. Smyslem ABC analýzy je koncentrovat finanční prostředky do určitých zásob, výrobků, zákazníků nebo zaměstnanců, které jsou pro danou společnost klíčové (Oudová, 2013).

Mezi tři základní skupiny patří:

- **skupina A** – do této skupiny spadají zásoby, které jsou pro společnost nejvýznamnější a zároveň finančně nejnákladnější. Tyto zásoby jsou dodávány v pevně daných cyklech a může se zde, například využít časová norma zásob. Je důležité, aby zásoby byly detailněji naplánovány. Zásoby skupiny A tvoří přibližně **10 % hodnoty zásob** a zároveň se podílejí přibližně na **75 % obratu**.
- **Skupina B** – tato skupina je finančně méně náročná a je druhově pestřejší než skupina A. Tyto zásoby se řídí skladovým limitem, to znamená, že jakmile se sníží zásoba k nastavenému limitu, je ihned objednána. Zásoby skupiny B představují přibližně **20 % hodnoty zásob** a současně se podílejí zhruba na **15 % obratu**.
- **Skupina C** – je zároveň druhově nejrozmanitější a tyto zásoby jsou většinou pořizovány na základě určité potřeby, například kancelářské potřeby. Zásoby skupiny C tvoří zhruba **70% hodnoty zásob** a podílejí se na **10 % obratu** (Oudová, 2013).

Některé literární zdroje (Cigánková, 2007 či Gros a kol., 2016) uvádějí mírně odlišné podíly na celkovém obratu zásob: u skupiny A 80 % obratu, u skupiny B 15 % obratu a skupiny C 5 % obratu. Autor bakalářské práce se v praktické části přiklání k Cigánkové.

Podle Grose a kol. (2016) je obvykle dostačující rozdělit položky na nepostradatelné a postradatelné. Za **nepostradatelné položky** lze považovat takové položky, bez kterých by byl proces ohrožený či zcela nemožný a pro společnost by mohl znamenat podstatnou ztrátu zisku; obvykle patří do kategorie A. Není vždy pravidlem, že tyto položky spadají do kategorie A, ale mohou se nacházet i v kategorii B či C z důvodu, že položky nutně nemusí tvořit vysoký podíl na obrátu zásob.

Například ve společnosti, na kterou se zaměřuje případová studie v této bakalářské práci, a která vyrábí klimatizační jednotky, by nedostatek obalového materiálu mohl omezit i samotnou výrobu klimatizačních jednotek. Přestože obalový materiál nespadá do skupiny A, bez něj společnost svůj výrobek nemá do čeho zabalit a tudíž ho ani nemůže vyexpedovat svému zákazníkovi. **Postradatelné položky** naopak neomezují činnost společnosti. Často se jedná o položky, které jdou snadno nahradit jinými, například kancelářské potřeby.

Dalším významným nástrojem z oblasti štihlé výroby je kanban. **Kanban** je tahový systém řízené výroby. Snaží se, aby byl proces mezi jednotlivými výrobními úseky co nejplynulejší (Kučerák, 2007).

Smyslem kanbanu je poskytnout materiál do výroby přesně v tom okamžiku, kdy je potřeba. Tento systém výroby lze využít v jakémkoliv procesu výroby, kde se jedná o cyklické opakovací procesy (Oudová, 2013).

Mezi základní prostředky využívané v systému kanban patří podle Kučeráka (2007) **kanban karta**, která poskytuje přehled informací o objednavce od dodavatele/pro zákazníka. Dále zahrnuje **kanban tabuli**, která slouží jako vizuální prostředek, kde jsou vidět přesné požadavky na výrobu. Posledním základním prostředkem je **kanban schránka**, jedná se o místo, kam kanban karty vloží odběratel s požadavkem.

Podle Oudové (2013) jsou rozlišovány dva typy kanbanových karet. Prvním typem je **pohybová karta** a druhým typem je **karta výrobní**. Princip těchto karet tkví v tom, že jakmile pracovník manipuluje s daným materiálem, například z palety, pohybovou kartu vezme a odevzdá ji příslušnému oddělení, které zajišťuje dodávku daného materiálu. Toto oddělení následně odešle další paletu s materiálem jakožto náhražku za paletu, ze které je momentálně čerpáno. Tato nová paleta má na sobě připevněnou výrobní kartu. Před

odesláním palety je výrobní karta vyměněna za kartu pohybovou a výrobní karta je odeslána výrobnímu oddělení, které zajišťuje výrobu nového materiálu. Je důležité dbát na to, aby k dané paletě byla připojena v určité chvíli jen jedna kanbanová karta.

Mezi další významné metody lze řadit také metodu neustálého zlepšování nazývanou jako kaizen. Metoda **kaizen**, jak uvádí Liker (2008, str. 50), je „proces zajišťování průrustkových zlepšení, ať jsou třeba jakkoli malá, a dosahování cílů „štíhlosti“ v podobě odstraňování všech ztrát, které vyvolávají náklady, aniž by přidávaly hodnotu“.

Kaizen je dlouhodobé zlepšování, které nebývá skokové. Může se dělit na systémový kaizen a na procesní kaizen. Systémový kaizen pohlíží na hodnotový tok jako na celek, procesní kaizen hodnotí každý proces hodnotového toku zvlášť (Veber a kol., 2009).

Podle Košturiaka (2010) se kaizen dělí na tři pilíře. První pilíř zahrnuje osobní kaizen, tím je myšleno sebeuvědomění a schopnost neustále učit nejen sám sebe, ale i okolí, schopnost zpracovávat informace a umět je aplikovat v praxi. Druhým pilířem je vytváření důvěry a týmové spolupráce. Pokud si lidé důvěřují a vzájemně spolupracují, pak komunikace a odhalení případných chyb je mnohem snazší. Třetí pilíř systému kaizen zahrnuje organizaci systému řešení problémů v dané společnosti. Zahrnuje tyto tři prvky:

1. rozpoznání problému na základě analýzy a identifikace možné příčiny,
2. tým navrhne případná opatření,
3. workshopy, které se zabývají složitějšími problémy a zlepšují výkonnost z dlouhodobějšího pohledu.

1.4 Přínosy a problémy aplikace lean managementu a štíhlé výroby

Zavedení lean managementu může být pro firmu ve všech směrech přínosem, například vede ke snížení chybovosti/plýtvání a z toho vyplývajícimu snížení nákladů firmy, nárůst využitelné plochy společnosti, zvýšení schopnosti vyhovět požadavkům zákazníka a tudíž větší spokojenosti zákazníka.

Naopak nevýhodou může být špatné načasování dodávky materiálu, například prostřednictvím metody JIT, pomocí které společnosti dodávají své produkty odběratelům na přesně stanovený čas. Naneštěstí ne vždy má společnost možnost ovlivnit všechny

okolnosti dodávky materiálu. Dodávka materiálu může být zpožděna v důsledku například přírodních katastrof, dopravních nehod nebo dalších faktorů. Tudíž v podstatě je i nevýhodou, že dané procesy musejí být přesně naplánované a promyšlené.

Bohužel i firmy, které zavedly štíhlou výrobu, se dočkaly menšího úspěchu nebo dokonce neúspěchu. Často se stává, že tento výrobní systém “napasují“ na svoji výrobu a nesnaží se zamyslet nad celkovým konceptem „štíhlé“ výroby, ale zaměřují se jen na konkrétní úseky (Liker, 2008).

1.5 Metodika Lean Six Sigma

V této kapitole autor bakalářské práce vysvětlí význam Lean Six Sigma, její pravidla a implementaci. Lean Six Sigma je systematický a robustní přístup k zlepšování, který se zaměřuje na zákazníka a ostatní klíčové zájmové osoby. Lean Six Sigma volá po změně myšlení (Morgan, 2015).

Lean Six Sigma kombinuje dva důležité trendy, mezi které patří zlepšování (metodika Six Sigma) a zrychlování (principy Lean). Společnosti ji často využívají v praxi k zlepšení svých procesů, snížení chybovosti a odchylek od požadovaného stavu, týmové spolupráci a uspokojení zákazníků (Svozilová, 2011).

Řecké písmeno σ (sigma) určuje variabilitu ve výstupech procesu. Sigma ukazuje chyby v daném procesu. Například společnost (odběratel), na kterou se zaměřuje případová studie v této bakalářské práci, by si kupovala 1 000 kusů výparníků (cíl) do klimatizačních jednotek, které vyrábí. Společnost může být spokojena, pokud je jí dodáno 990–1 005 kusů výparníků. Nízké hodnoty sigma znamenají nízkou návratnost a naopak vysoká čísla znamenají vysokou návratnost (George, Rowlands a Kastle, 2005). Jak již z názvu vyplývá, existuje **šest úrovní sigma** (viz tabulka 1).

Tabulka 1: Vztah mezi výtěžnostmi v procesu a hodnotami sigma

Úroveň sigma	Výtěžnost v %
1	30,85000
2	69,01500
3	93,32000
4	99,38000
5	99,97700
6	99,99966

Zdroj: vlastní zpracování.

V tabulce lze vidět, že všechny úrovně sigma nad čtvrtou úrovní jsou v rozmezí zhruba 99 %. To je z důvodu, že čím lépe funguje daný proces, tím hůř se zlepšuje jeho výtěžnost. Tedy je jednodušší zlepšovat špatný proces s úrovní sigma 1 či 2, než zlepšovat proces, který už funguje dobře.

Základem Lean Six Sigma jsou **čtyři důležitá pravidla**. První pravidlo zahrnuje proces **uspokojení zákazníka**. To znamená, že společnost by si měla zjistit, na co se její zákazník zaměřuje při srovnání nabídky od dané společnosti a jejích konkurentů. S tímto souvisí kvalita výrobku či služby a rychlost poskytnutí výrobku či služby. Hlavním cílem tohoto pravidla je odstranění a definování neshod, jimiž je vše, co nesplňuje požadavky zákazníka.

Druhé pravidlo Lean Six Sigma zahrnuje **zlepšování procesů**. Zlepšování procesů je docíleno pomocí evidování kroků, které tvoří proces a pozorováním toku práce mezi pracovišti a lidmi. Cílem tohoto pravidla je odstranit kolísání kvality a rychlosti a zlepšení toku procesu a jeho rychlosti. Z pohledu charakteristiky procesu je žádoucí co nejnižší variabilita, protože tím je proces stabilnější a díky tomu společnost ví, co může od daného procesu očekávat.

Třetím pravidlem je **spolupráce mezi členy týmu pro dosažení maximálního zisku**. Toto pravidlo se stalo v dnešní době nezbytností a je důležité, aby společnost měla sestavený tým z členů, kteří mezi sebou kladně vychází a doplňují se. Neméně důležitá je také spolupráce mezi jednotlivými odděleními a také pobočkami společnosti. Spolupráce tak bude efektivnější a předejde se tak zbytečným chybám a plýtváním způsobeným vzájemnou neinformovaností.

Posledním čtvrtým pravidlem je **rozhodování se na základě faktů a dat**. Data a jejich sběr tvoří základ pro další rozhodování. Obecná data spadají do dvou kategorií a to je měření procesu a měření výsledku. U měření výsledku je základem sběr dat ohledně výstupu či postupů. Měření procesů zahrnuje sběr dat činností, pomocí kterých je dosaženo výsledku. Mezi typy dat patří například finanční výsledky, průběžná doba potřebná k realizaci a podobně (George, Rowlands a Kastle, 2005).

Mezi **klíčové termíny** spadá mimo jiné **průběžná doba** (angl. *lead time*), která měří proces od okamžiku přijetí objednávky do okamžiku než je výrobek či služba předán zákazníkovi (George, Rowlands a Kastle, 2005). Způsob výpočtu zachycuje vztah (2).

$$\text{Průběžná doba} = \frac{\text{množství rozpracovaných jednotek}}{\text{průměrná rychlost dokončení}} \quad (2)$$

Dále mezi termíny spadá **rozpracovanost v procesu** (angl. *Work-in-Process*, dále **WIP**), která vyjadřuje množství jednotek, které jsou ještě nedokončené a jsou v průběhu výroby (George, Rowlands a Kastle, 2005).

Aplikace metodiky Lean Six Sigma je možná, je-li respektována platnost **pěti následujících zákonů** (George, Rowlands a Kastle, 2005):

1. **zákon trhu** značí, že trh se řídí podle preferencí zákazníka.
2. **Zákon pružnosti** poukazuje na potřebu rychlé reakce procesu změny.
3. **Zákon soustředění pozornosti** lze prakticky aplikovat použitím nástroje Paretova analýza, kdy 20 % aktivit zpravidla zapříčiní 80 % problémů.
4. **Zákon rychlosti** (Littlův zákon) vychází z růstu a poklesu WIP.
5. **Zákon komplexnosti a nákladů** znamená, že čím je proces výroby složitější, tím vyšší jsou náklady a WIP. Jedním z řešení je například omezení portfolia nabízených výrobků či služeb.

Autor v praktické části bakalářské práce využívá model **DMAIC**, což znamená definovat, měřit, analyzovat, zlepšovat a řídit (angl. *define, measure, analyze, improve, control*). Je to jedna z nejefektivnějších metod řešení problémů. Model DMAIC poskytuje strukturu, podle které by měl tým postupovat při řešení problémů společnosti.

První fází modelu DMAIC, kterou je **definování**. Zahrnuje určení problémů, cílů (nastavení metrik) a sestavení plánu. Do této fáze spadá procesní diagram SIPOC (angl. *suppliers, input, proces, output, customers*), který zahrnuje informace o dodavatelích, vstupech, výstupech a zákaznících.

Ve druhé fázi modelu DMAIC probíhá proces **měření**. S tímto souvisí detailní zpracování VSM (viz subkapitola číslo 1.3), hodnocení současného stavu, pozorování procesu a sběr dat. Tyto činnosti jsou důležité pro dokumentaci skutečného stavu procesu.

Třetí fází modelu DMAIC je **analyzování**, v němž jsou hodnocena již naměřená data. Důležité je soustředit se na místa, kde vznikly nesrovnalosti, kterým je potřeba se dále věnovat. V této fázi se také určují místa a příčiny plýtvání, zpoždění a špatné kvality.

Čtvrtou fází modelu DMAIC je fáze **zlepšování**, které vychází ze změn v procesech. Tyto změny jsou navrženy na základě předchozích analýz a měly by být v souladu s cíli v první fázi.

Poslední fází modelu DMAIC je fáze **řízení**, kde je dohlíženo na splnění zadaných cílů a následné řízení daného procesu. Smyslem této fáze je zajistit stálé zisky společnosti. To zahrnuje kontinuální školení pracovníků ohledně zlepšeného procesu a předcházení odchylkám od zlepšeného procesu (George, Rowlands a Kastle, 2005).

S Lean Six Sigma také úzce souvisí projektové řízení, které se vyznačuje značnou mírou týmové spolupráce. Každý v sestaveném týmu by měl mít předem určenou roli a náplň práce ohledně daného projektu (Doskočil, 2014).

Lean Six Sigma je přístupem, který se poučuje z minulých chyb a snaží se zachovat pouze ty činnosti, které přinášejí zákazníkovi hodnotu.

2 Aplikace metodiky Lean Six Sigma na vybraný projekt v podniku

V praktické části bakalářské práce se autor zaměřuje na konkrétní projekt společnosti Supply Chain Project (dále SCP), který je více popsán v kapitole 2.2. V rámci tohoto projektu autor sbírá data, analyzuje je a následně navrhne zlepšení. Nakonec následuje fáze Řízení a implementace projektu.

2.1 Představení společnosti

Případová studie, která je zahrnuta v této bakalářské práci, se zaměřuje na to, jak je metodika Lean Six Sigma aplikována v koncernu MAHLE GmbH (dále jen MAHLE), konkrétně v závodě Mahle Behr Mnichovo Hradiště s. r. o. v Mnichově Hradišti.

Společnost MAHLE vznikla v roce 1920 ve městě Stuttgart v Německu. Její zakladatelé, bratři Mahle, vyráběli písty z lehké slitiny používané ve spalovacích motorech. V roce 1921 se tato výroba rozšířila po celé Evropě a v roce 1929 zahájila společnost sériovou výrobu vzduchových, olejových a palivových filtrů. Společnost se rok co rok přizpůsobovala rychlosti rozšiřování technologie a díky tomu si udržela své místo na trhu. Od 90. let společnost MAHLE rozšířila své pobočky po celém světě, například v Brazílii, Jižní Africe, Severní Americe, Japonsku, Indonésii, na Slovensku, v České republice, Španělsku, Francii a v dalších zemích (MAHLE, 2018).

V letech 2010 až 2013 provedla skupina MAHLE akvizici většinového podílu společnosti Behr GmbH & Co. KG. Touto akvizicí získala divizi zaměřující se na klimatizační jednotky a chlazení motorů, a to jak osobních, tak nákladních automobilů. V současnosti se firma Mahle Behr GmbH & Co. KG dělí na níže uvedené čtyři obchodní jednotky podle specializace své výroby:

- BU1 – motorové systémy a komponenty,
- BU2 – filtrace a motorové periferie,
- BU3 – chlazení a klimatizace,
- BU4 – náhradní díly.

Závod v Mnichově Hradišti byl založen firmou Behr GmbH & Co. KG v roce 2000 se zaměřením na chladiče nákladních aut, klimatizace osobních aut a výparníky. Později byla v závodě vybudována i vstříkovna plastů, sloužící pro interní výrobu plastových komponent. Po dokončení akvizice v roce 2013 se stal závod součástí skupiny MAHLE (MAHLE, 2018).

Společnost Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s. r. o. zaměstnává přes 1 300 zaměstnanců v třisměnném provozu (údaj k 01. 03. 2018). Organizační struktura této společnosti je fraktálová. Výrobní úseky jsou čtyři a zahrnují klimatizace pro osobní automobily (fraktál AM), chladičí moduly pro SUV a kamiony (fraktál ET), vstříkování plastů (fraktál IM) a výparníky pro klimatizace (fraktál AC).

2.2 Představení projektu SCP

Ve společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště probíhá v současné době projekt SCP. Mezi hlavní důvody SCP především patří eliminace externích skladů a implementace nových projektů v letech 2018–2021. Dalším benefitem je zlepšení výrobních procesů a eliminace plýtvání.

Cílem projektu je snížení zásob na předepsaný počet dnů, což u nakupovaných zásob je snížení na 0,75 dne, položky ze skupiny A na 1,1 dne a zkrácení průběžné doby výrobního procesu.

Autor se podílí na projektu SCP tím, že má za úkol analyzovat a zmapovat linku PQ L3, společně s týmem, se kterým autorka spolupracuje na daném projektu, navrhnout opatření pro zlepšení příslušného materiálového a informačního toku. Na výrobní lince PQ L3 jsou vyráběny klimatizační jednotky pro koncern Volkswagen Group.

Je vhodné zde připomenout, že postup se bude skládat s posloupností pěti fází cyklu DMAIC, jak jsou popsány v řešeršní části v subkapitole 1.5.

Je vhodné zde připomenout, že první fáze metodiky DMAIC začíná definicí problému a sběrem dat pro další postup. Ve druhé fázi následuje zmapování aktuálního procesu. Ve třetí fázi probíhá analýza současných hodnotových toků. Čtvrtá fáze znamená sled prací,

pomocí kterých lze docílit zlepšení. V poslední páté fázi autor společně s týmem kontroluje, zda došlo ke splnění cílů.

V dané společnosti se úroveň sigma stanovuje na základě charakteristik sledovaných na výrobní lince. Na lince PQ L3 se sleduje produktivita, chybovost, zmetkovitost a vázané zásoby. Aktuálně je sigma stanovena společností Mahle Behr Mnichovo Hradiště na úrovni 4.

V následujícím textu se autor bakalářské práce zabývá první fází cyklu DMAIC, kde popisuje současnou situaci a získávání dat. Vzhledem k tomu, že výrobní linka PQ L3 vyrábí několik různých modelů klimatizací, je potřeba pomocí nástroje analýzy ABC zvolit tu s největším podílem na celkové výrobě. Vybraná varianta klimatizace se nazývá EK036004 a její podíl tvoří cca 20 % na celkové výrobě klimatizací této linky (viz tabulka 2).

Tabulka 2: Analýza ABC klimatizační jednotky

Číslo dílu	Cena za jednotku (Kč)	Medián vyrobených kusů (ks/týden)	Hodnota vyrobených kusů (v Kč)	Podíl na celkové výrobě linky PQ L3 (%)	Kumulace podílů (%)	Kategorie ABC 80/15/5
EK036004	2580	2200	5 676 000	20,3	20,3	A
EK051004	2420	1600	3 872 000	13,9	34,2	A
Z7365009	2560	1400	3 584 000	12,8	47,0	A
Z7347007	2730	1200	3 276 000	11,7	58,8	A
ED849004	2440	852	2 078 880	7,4	66,2	A
W8298011	2440	750	1 830 000	6,6	72,8	A
V7397011	2640	550	1 452 000	5,2	78,0	A
ED847003	2760	300	828 000	3,0	81,0	B
EK041004	2580	300	774 000	2,8	83,7	B
V7399011	2640	270	712 800	2,6	86,3	B
ED850004	2850	144	410 400	1,5	87,8	B
EK037004	2580	144	371 520	1,3	89,1	B
ED836003	2760	120	331 200	1,2	90,3	B
Z7344007	2730	120	327 600	1,2	91,4	B
ED851004	2420	132	319 440	1,1	92,6	B
Z7374011	2600	120	312 000	1,1	93,7	B
Z7366009	2570	120	308 400	1,1	94,8	B
Ostatní díly	x	x	1 447 150	x	x	C
Celkem			27 911 390			

Zdroj: vlastní zpracování.

Uvedené ceny za jednotku v tabulce 2 jsou upravené pro potřeby bakalářské práce z důvodu ochrany údajů společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště.

Poté následovala další aplikace ABC analýzy na komponenty, ze kterých se tato klimatizace vyrábí. K tomu bylo zapotřebí v programu SAP dohledat konkrétní ceny, které byly z důvodu ochrany firemních údajů upraveny, a počet kusů, které jsou potřeba k výrobě jedné klimatizace (viz tabulka 3). K dílům, které spadaly do kategorie A a B, se opět vyhledaly v programu SAP další informace ohledně dodavatelů, balení a na jakém pracovišti vstupuje materiál do výroby.

Tabulka 3: Analýza ABC dílů klimatizační jednotky EK036004

Číslo dílu	Cena za jednotku (Kč)	Hodnota celkového objemu dílu (Kč)	Podíl dílů na klimatizační jednotce (%)	Kumulace podílu (%)	Kategorie ABC 80/15/5
811062	585,9744	1171,9488	41,45	41,45	A
EP636003	374,2783	374,2783	13,24	54,69	A
GV741001	340,6748	340,6748	12,05	66,74	A
Y0750002	197,8137	197,8137	7,00	73,73	A
DW795001	158,5435	158,5435	5,61	79,34	A
R7734001	109,1696	109,1696	3,86	83,20	B
A2257	48,3935	96,7870	3,42	86,62	B
W1997002	84,0029	84,0029	2,97	89,59	B
A8683003	39,7208	39,7208	1,40	91,00	B
G6245002	24,1716	24,1716	0,85	91,85	B
48067	10,4857	20,9714	0,74	92,60	B
X2145001	20,6459	20,6459	0,73	93,33	B
DT239001	19,8423	19,8423	0,70	94,03	B
94229	17,6412	17,6412	0,62	94,65	B
Ostatní díly	x	151,2338	x	x	C
Celkem		2827,4456			

Zdroj: vlastní zpracování.

Uvedené ceny za jednotku v tabulce 3 jsou upravené pro potřeby bakalářské práce z důvodu ochrany údajů společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště.

V další fázi se měří cyklový a taktový čas pracovišť, počet pracovníků na pracovišti, počet kusů, které jsou v zásobě ve skladu, v regálu u pracoviště a také počet komponentů nedokončené klimatizace mezi pracovišti. Veškeré tyto informace jsou potřebné pro vytvoření mapy toku hodnot (VSM, viz kapitola 1.3 této bakalářské práce).

2.3 Fáze Měření

V této fázi je důležité pozorování a mapování současného stavu procesu od vstupu až k výstupu a sbírání dat. Následuje sestavení VSM a popis materiálového a informačního toku. Nedílnou součástí je zaznamenání problematických oblastí, které mají vliv na celkový

proces. Výstupem druhé fáze je přehled o současném stavu linky PQ L3 klimatizační jednotky EK036004.

Prvním krokem je sběr dat, od plánovače byl zjištěn průměrný týdenní požadavek zákazníka SAS Automotive, s. r. o., který byl následně přepočítán na denní požadavek. Pozorováním a měřením jednotlivých pracovišť byl zjištěn počet pracovníků, přesný čas procesu výroby, počet kusů materiálu ve výrobě a ve skladu a činnosti, které nepřidávají výrobě hodnotu. Sběr těchto dat probíhal za pomoci stopek, papíru a tužky.

Po nasbírání veškerých informací je tvořena VSM současného stavu. Nejprve je mapován materiálový tok. Do materiálového toku jsou zakresleny procesy jednotlivých pracovišť a vyplnění údajů cyklového času, procesního času, času přestavby a počtu pracovníků na pracovišti. Dále byly spočítány zásoby mezi pracovišti a na pracovišti samotném.

Následně je do VSM zaznamenán informační tok fialovou barvou, pomocí něhož je určen druh mezizásoby (FIFO, Supermarket) a je definován systém tahu či tlaku. Informační tok zahrnuje konkrétně informační systém SAP, disponenta, mistra, plánovače jednotlivých úseků a team leadera. Zakreslení do mapy probíhá zprava doleva a pomocí informačního toku byl zjištěn způsob plánování a řízení výroby (viz Příloha B).

Poslední zakreslení do mapy zahrnuje poznámky, které byly při pozorování procesu zaznamenány. V současném stavu je vysoká zásoba, nízká frekvence zavážení dílů od dodavatele, několik úrovní plánování (SAP, plánovači apod.), které zbytečně komplikují proces (viz Příloha B).

Ve fázi Měření byl zjištěn **současný stav linky PQ L3 klimatizační jednotky EK036004**. Vytvořením VSM byl získán přehled o materiálovém a informačním toku hodnot, způsob řízení zásob, frekvence zavážky dílů od dodavatele, komplikovaném předání informací mezi pracovníky.

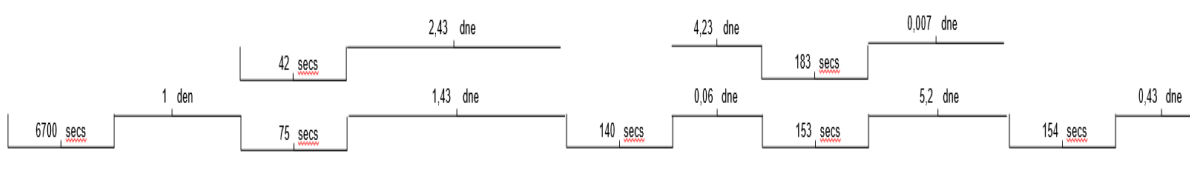
2.4 Fáze Analyzování

Navazující fází cyklu DMAIC je fáze analýzy, kde z předchozích naměřených dat je vyhodnocen výsledek pomocí VA-indexu.

Nejdříve je zakreslena, pod schéma VSM, VA-linka, do které se zapíše data, které autor naměřil. Horní linka zobrazuje časy pracoviště IM a distribuci. Dolní linka zobrazuje pracoviště AC, balancing, přívod vzduchu a koncovou montáž. Zvýšené linky uvádějí počet dnů čekání daného materiálu na skladě. Snížené linky zobrazují procesní časy daných pracovišť.

Pro výpočet VA-indexu je důležité si určit nejdelší cestu daného materiálu, který stráví ve společnosti. Pro toto určení slouží náčrt tzv. „**pavouka**“, kde jsou lépe vidět časy (viz Příloha C) daných materiálů, které vstupují do klimatizační jednotky. V tomto případě vykazuje nejdelší čas strávený ve společnosti materiál č. EP636003 (ovladač), což je **5,2 dne**. K tomuto času je nutné přičíst **0,43 dne**, což je doba zásoby klimatizačních jednotek před vyexpedováním ze společnosti. Dále je nutné přičíst čas, kdy je produktu přidávána hodnota (celkový procesní čas), a to je v tomto případě **0,0897 dne**. Celková průběžná doba činí **5,72 dne** (čas od příjmu materiálu po odjezd plně naloženého nákladního auta ze společnosti).

V čitateli VA-indexu počítaného podle vztahu (1) je celkový procesní čas **7 747 sekund** (0,0897 dne) a ve jmenovateli je **5,72 dne**. Výsledek je uveden v procentech a v tomto případě výsledek činí **1,57 %**. To znamená, že čas, který přidává hodnotu příslušné klimatizační jednotce EK036004, tvoří pouze 1,57 % z celkové průběžné doby. Toto procento je nízké z důvodů vysokých zásob materiálu, zejména materiálu č. EP636003 (ovladač).

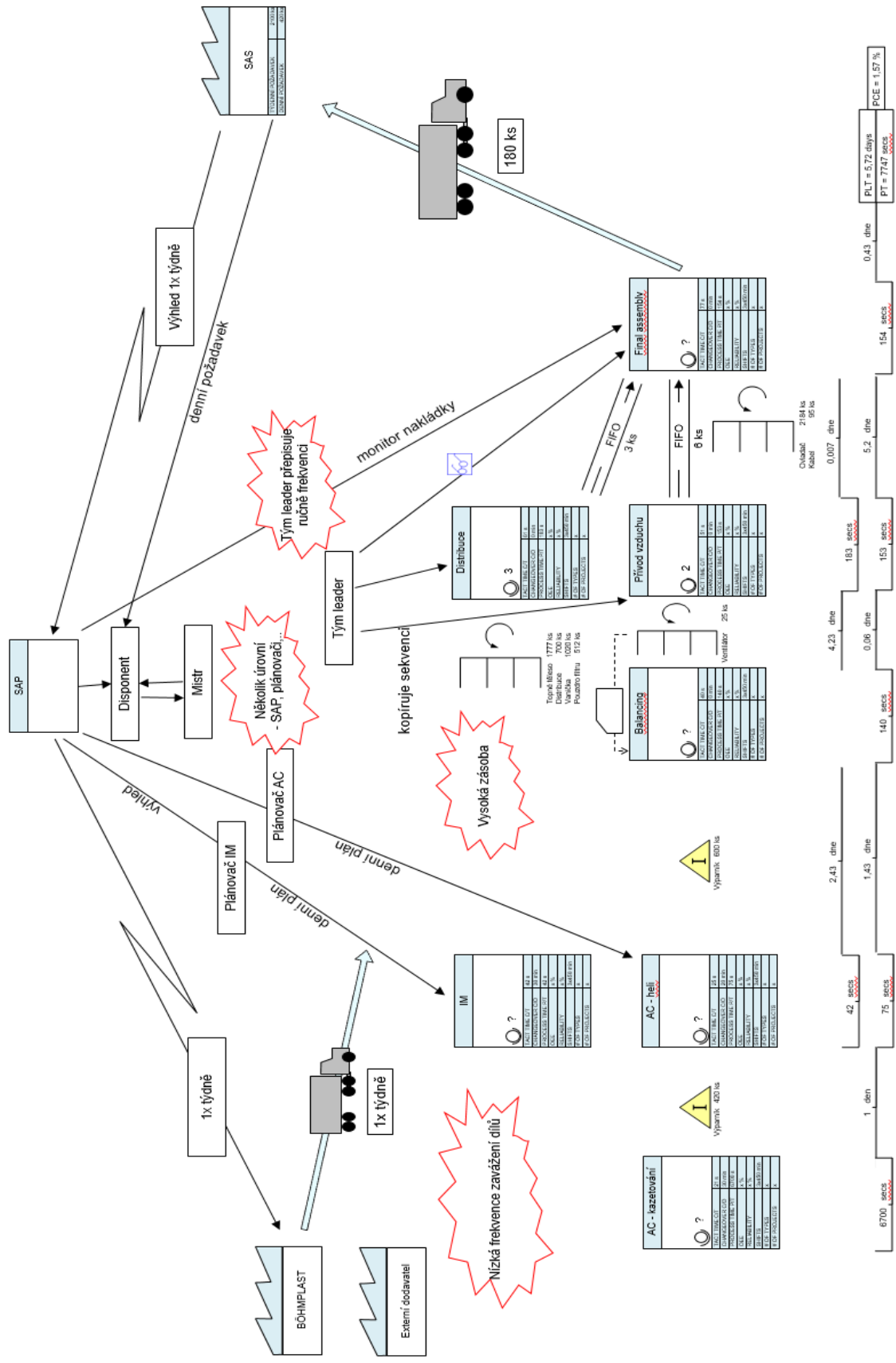


Obrázek 2: Linka VA-Indexu

Zdroj: vlastní zpracování

$$VA\ index = \frac{7747\ s\ (0,0897\ dne)}{5,72\ dne} \times 100 = 1,57\ \%$$

Výsledná VSM současného stavu je znázorněna na obrázku 2, přičemž hodnota VA-indexu je uvedena v pravém dolním rohu.



Obrázek 3: Konečná VSM současného stavu
 Zdroj: vlastní zpracování

2.5 Fáze Zlepšování

Ve fázi zlepšování je jako první sestavena **mapa budoucího toku hodnot** (angl. *Value Stream Design*, dále VSD), kde dojde ke změně v materiálovém a informačním toku. Dále se autor bude věnovat jednotlivým tzv. smyčkám, které se zabývají konkrétním úsekem, v tomto případě to je smyčka *flat storage* (z angl. přeloženo jako ploché uložení), centrální sklad společnosti MAHLE a plánování výroby. Nejdůležitější v této fázi je **zavedení systému tahu** a výroby **dle požadavků zákazníka**.

Při optimalizaci bylo zapotřebí zjednodušit informační tok, zamezit přebytečnému skladování daného materiálu a snížit cyklový čas (viz obrázek 3). Dále se autor společně s týmem zaměřil na jednotlivé smyčky.

Nejdříve se autor bakalářské práce zaměřil na předávání informací mezi výrobními procesy, kde bylo vynecháno několik mezičlánků, například plánovači jednotlivých úseků, mistr a tým leader. Zůstal zde pouze disponent, který požadavek ohledně výroby zašle přímo na dané pracoviště, kde bude monitor, který bude zobrazovat výrobní plán. Pomocí tohoto zavedení byla ušetřena práce několika pracovníkům a informační tok se stal přehlednějším.

Denní požadavek zákazníka zůstává stále na 420 ks a na jedno nákladní auto bude umístěno 72 ks klimatizačních jednotek. To znamená, že se sníží aktuální zásoba klimatizačních jednotek před vyexpedováním ze společnosti na **0,17 dne**.

Na pracovišti nazvaném **Přívod vzduchu** bude pracovník označovat díl přívodu vzduchu QR kódem, pomocí něhož bude moci pracovník na koncové montáži rozlišit jednotlivé varianty přívodu vzduchu. V tomto případě se jedná o více variant klimatizačních jednotek, například klimatizační jednotka s ovladačem nebo bez ovladače, s chromováním a s dalšími odlišnostmi.

Pracoviště Přívod vzduchu a pracoviště **Distribuce** budou mít vyrovnaný cyklový čas s pracovištěm Koncová montáž. Toto je z důvodu, aby tato pracoviště zvládala dodávat díly ke koncové montáži a zároveň nedošlo k zahlcení linky přebytečnou zásobou dílů. Cyklový čas těchto pracovišť bude nastaven z 51 vteřin (respektive 61 vteřin v případě pracoviště

Distribuce) na 77 vteřin, a tím by i firma mohla snížit počet pracovníků u výrobní linky a zavést **system tahu**.

Pracoviště Vyvažování (ve společnosti je více používán výraz v angl. *balancing*) vyrábí beze změny do výše skladu 25 ks materiálu č. Y0750002 (ventilátor). Zásoba tohoto materiálu tedy stále činí 0,06 dne.

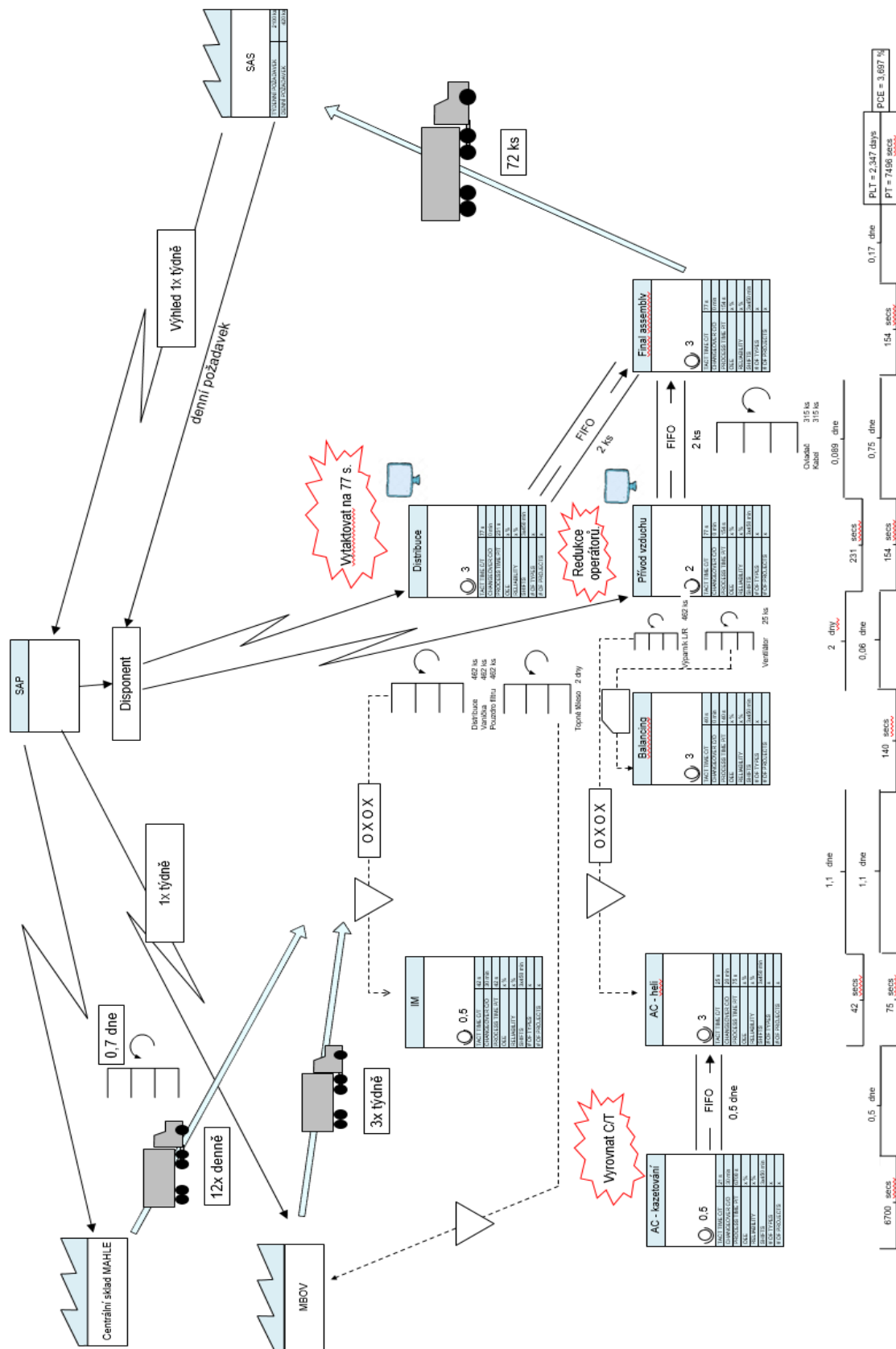
Pracoviště IM (vstřikovna) bude vyrábět materiály č. A2257 (distribuce), DT239001 (vanička), R773400 (pouzdro filtru) podle požadavku z AM (výrobní úsek zabývající se kompletací klimatizačních jednotek). To znamená, že se zde zavede systém tahu, kdy pracoviště IM bude vyrábět podle požadavku fraktálu AM. Pomocí systému tahu, může společnost snížit množství zásob těchto materiálů na 1,1 dne (462 ks).

U materiálu č. DW795001 (topné těleso) se zvýší frekvence zavážení, a tudíž je doba zásoby zkrácená ze 4,23 dne (1 777 ks) na 2 dny (840 ks). Tato závazka bude fungovat systémem signálního kanbanu. Tento materiál si společnost nevyrábí sama, ale je dovážen z Mahle Behr Ostrava, s. r. o. (MBOV), tudíž je potřeba mít větší časovou rezervu než je u materiálu, který si společnost vyrábí sama.

Na pracovišti AC kazetování a AC heli je vyráběn materiál č. R6726002 (výparník), u kterého se snížila zásoba celkem z 2,43 dne na 1,6 dne dle VSD. Mezi pracovišti AC kazetování (výroba výparníku) a pracovištěm **AC heli** (kompletace ventilu a zkouška těsnosti výparníku) funguje systém FIFO. Vzhledem k situaci může být nutné vyrovnání cyklových časů, aby nedošlo přehlcování skladu mezi AC kazetováním a AC heli. Výrobní soustava AC kazetování a AC heli bude řízená **systemem tahu** prostřednictvím signálního kanbanu z výrobního úseku AM.

Po sestavení VSD následuje vytvoření **VA-linky** (viz obrázek 3), kde je postup totožný jako u VA-linky VSM. Dále je opět hledán konkrétní materiál, který stráví ve společnosti nejdelší dobu. V tomto případě má nejdelší objem času strávený ve společnosti materiál č. DW795001 (topné těleso), což jsou **2,26 dne** (viz Příloha D). Tento materiál společnost dováží z MBOV, tudíž je potřeba určitá rezerva zásoby. Celková průběžná doba, při které daný materiál vzniká, je **2,347 dne** (ke 2,26 dne je přičten čas, kdy je produktu přidávána hodnota, 0,08676 dne).

Výsledek **VA-Indexu** činí **3,697 %**. To znamená, že čas, který přidává hodnotu příslušné klimatizační jednotce EK036004 z celkové průběžné doby, se zvýšil z 1,57 % na 3,697 %. VA-Index se zvýšil o 2,127 %, což je nárůst o 135,5 %. Hodnota VA-Indexu ve VSD se více jak zdvojnásobila oproti VA-Indexu ve VSM. Výsledná VSD je zobrazena na obrázku 4 a v pravém dolním rohu je uvedena hodnota VA-Indexu.

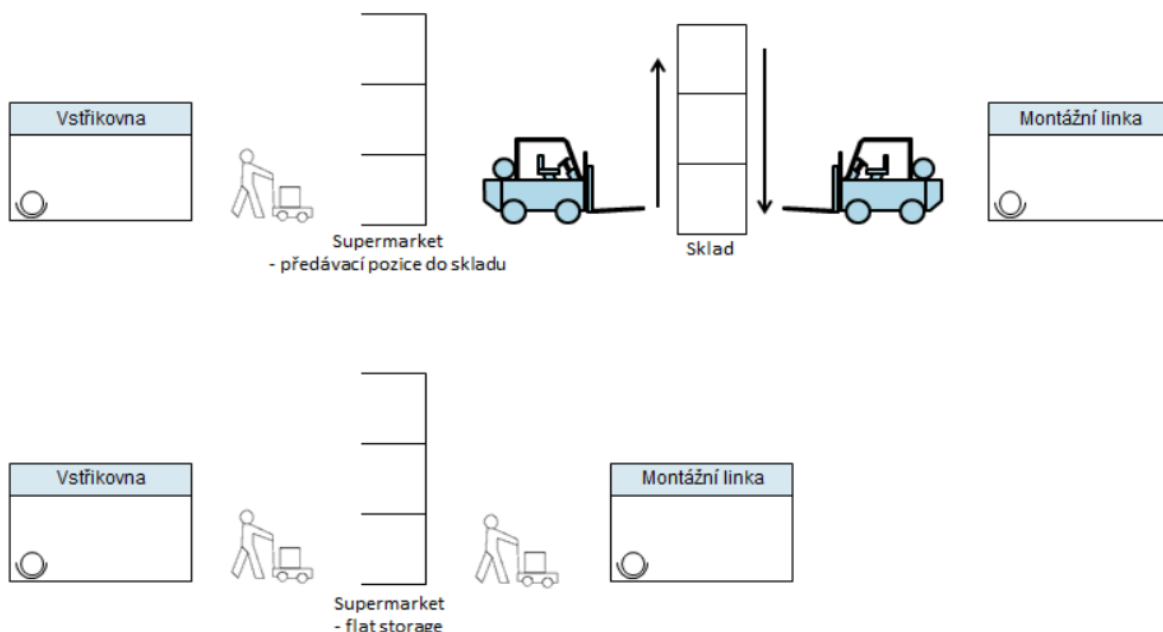


Obrázek 4: VSD budoucího toku hodnot

Zdroj: vlastní zpracování

Po vytvoření VSD a vypočítání VA-Indexu se autor věnuje jednotlivým smyčkám. **První smyčka se zabývá centrálním skladem** společnosti MAHLE. Jedná se o zavedení centrálního externího skladu, který se nachází v Německu. Pro firmu Mahle Behr Mnichovo Hradiště to znamená eliminaci externích skladových jednotek a snížení množství zásob v interním skladu. Dodávka z centrálního skladu bude do společnosti přijíždět každou 1,5 hodinu. To znamená, že do společnosti dorazí celkem 12 nákladních aut za jeden den. Rezervní zásoba bude tvořit 0,7 dne materiálu.

S centrálním skladem MAHLE souvisí přechod do *flat storage* (dále FS) a menších obalů materiálu. Veškeré již zmíněné materiály jsou v současnosti v tzv. **gitterboxech** (kovových klecích) a do budoucna budou uskladněny ve vozíkových sestavách. Aktuální proces a budoucí proces s FS je znázorněn na obrázku 5. První řádek obrázku popisuje aktuální proces, v němž je gitterbox s daným materiálem naložen na vysokozdvizný vozík (dále VZV) a odvezen do výroby k výrobní lince. Tento proces vyžaduje více kvalifikované pracovníky (průkaz na VZV), manipulace s gitterboxem je obtížnější a především tento proces vyžaduje více času. Druhý řádek obrázku již zobrazuje budoucí proces s FS, kde pracovník ve skladě ručně uchopí daný materiál a vloží ho do vozíkových sestav, které jsou následně vloženy do vozíku přepravního vláčku. Řidič vláčku zastaví se svým nákladem u FS a vozíkovou sestavu dá do něj a vezme prázdné obaly. Tento proces je rychlejší a jednodušší z hlediska manipulace s materiálem.



Obrázek 5: Přechod z používání gitterboxů na využití FS

Zdroj: vlastní zpracování

Druhá smyčka se zabývá FS, kde autor této bakalářské práce zjišťoval, kolik vozíků s daným materiálem se vměstná do FS. Dále byl zjišťován počet kusů materiálu na vozík, kapacita řady ve FS a nakonec počet řad, které zabere vozík s daným materiálem ve FS. Je důležité zmínit, že do výpočtu FS byl zahrnut nejen materiál klimatizační jednotky EK036004, ale i materiál veškerých klimatizačních jednotek vstupující do výrobní linky PQ L3. Vzhledem k podobnosti toků daných klimatizačních jednotek jsou použita stejná pravidla jako u klimatizační jednotky EK036004, tudíž jsou počítány zásoby pro celkovou produkci.

Nejprve si autor zjistil celkový počet kusů materiálu na jeden den výroby a vynásobil to počtem dnů ve VSD u daného materiálu. K výsledku nakonec přičetl 10 % bezpečnostní zásoby daného materiálu. Následně byla provedena analýza ABC (viz tabulka 4 na s. 40). V tabulce č. 4 jsou jednotlivé skupiny materiálu rozděleny barevně. Zelená barva představuje veškerá topná tělesa, která vstupují do klimatizačních jednotek, červená barva zobrazuje výparníky, oranžová barva zobrazuje vaničky, modrá barva představuje pouzdra filtrů a fialová barva znázorňuje distribuce.

Následuje výpočet FS (viz tabulka 5 na str. 41), kde bylo nutné zjistit, kolik kusů daného materiálu lze maximálně umístit na jeden vozík. Dále počet vozíků na uskladnění denní potřeby ve FS, maximální kapacita řady a kolik řad je potřeba pro daný materiál. Ke každému materiálu byla přičtena navíc jedna volná řada, kde se budou nacházet prázdné obaly. Nakonec byl celkový počet řad zaokrouhlen nahoru a celkem činí 64 řad vybraného materiálu ve FS.

Tabulka 4: Analýza ABC materiálu výrobní linky PQ L3

Název	Celkový počet dílů vč. 10 % (ks)	Podíl materiálu na celkové výrobě klimatizačních jednotek linky PQ L3 (%)	Kumulace podílu (%)	Kategorie ABC 80/15/5
DW795001 topné těleso	3822,7	26,1	26,1	A
GV741001 výparník L/R	2102,5	14,4	40,5	A
DT239001 vanička	1 934,1	13,2	53,7	A
A2257 distribuce	1161,6	7,9	61,7	A
R773400 pouzdro filtru	1161,6	7,9	69,6	A
A2258 distribuce	1139,3	7,8	77,4	A
S1972001 pouzdro filtru LL	874,1	6,0	83,4	B
48237016 topné těleso PQ25	748,0	5,1	88,5	B
78545005 vanička	411,4	2,8	91,3	B
U6217002 výparník PQ25	411,4	2,8	94,1	B
S4430001 pouzdro filtru	265,2	1,8	95,9	C
DT307001 vanička PTC	168,4	1,2	97,1	C
A3624 distribuce	152,5	1,0	98,1	C
S4037001 pouzdro filtru RL	152,5	1,0	99,2	C
A3633 distribuce	60,5	0,4	99,6	C
S4018001 pouzdro filtru RL	60,5	0,4	100,0	C
Celkem	14 626,3	100,0	x	

Zdroj: vlastní zpracování.

Tabulka 5: Výpočet FS

Název	Celkový počet dílů vč. 10 % (ks)	Počet dílů na vozík (ks)	Počet vozíků (ks)	Kapacita řady vozíků (ks)	Počet řad (ks)	Celkový počet řad vč. 1x volná řada	Celkový počet řad zaokrouhlen
DT239001 vanička	1 934,1	68	29	9	3,22	4,22	5
DT307001 vanička PTC	168,4	68	3	9	0,33	1,33	2
78545005 vanička	411,4	68	7	9	0,78	1,78	2
A2257 distribuce	1161,6	36	33	9	3,67	4,67	5
A2258 distribuce	1139,3	36	32	9	3,56	4,56	5
A3624 distribuce	152,5	36	5	9	0,56	1,56	2
A3633 distribuce	60,5	36	2	9	0,22	1,22	2
R773400 pouzdro filtru	1161,6	14	83	9	9,22	10,22	11
S1972001 pouzdro filtru LL	874,1	14	63	9	7,00	8,00	8
S4430001 pouzdro filtru	265,2	14	19	9	2,11	3,11	4
S4037001 pouzdro filtru RL	152,5	14	11	9	1,22	2,22	3
S4018001 pouzdro filtru RL	60,5	14	5	9	0,56	1,56	2
GV741001 výparník L/R	2102,5	66	32	9	3,56	4,56	5
U6217002 výparník PQ25	411,4	66	7	9	0,78	1,78	2
DW795001 topné těleso	3822,7	144	27	9	3,00	4,00	4
48237016 topné těleso PQ25	748,0	144	6	9	0,67	1,67	2
Celkem	14 626,3	x	364	x	40,44	56,44	64

Zdroj: vlastní zpracování.

Položky dílů ze skupiny A budou umístěny ve **FS A**, která je nejbliž k výrobní lince PQ L3, a zbytek materiálu bude umístěn ve **FS B**, který se nachází pod FS A (viz Příloha E). Ve FS A a ve FS B se nachází i jiný materiál pro jiné výrobní linky, z tohoto důvodu nelze umístit veškerý materiál výrobní linky PQ L3 do FS A.

Smyčka Plánování výroby zahrnuje Výrobní informační systém MES (angl. *Manufacturing Execution Systems*) pomocí něhož veškerý zainteresovaní pracovníci budou moci vidět veškeré informace o výrobním procesu. Dále, jak již autor této bakalářské práce zmínil, bude před koncovým pracovištěm umístěn na daný materiál QR kód pomocí něhož pracovník na pracovišti Koncová montáž rozezná, jakou variantu klimatizační jednotky právě sestavují a které díly mají použít.

2.6 Fáze Řízení

Fáze řízení zahrnuje **tzv. akční plán**, ve kterém jsou zobrazeny veškeré jednotlivé úkoly a zodpovědnosti příslušných členů týmu. Akční plán, konkrétně v tomto případě na linku PQ L3, zobrazuje zodpovědné osoby za dané úkoly a časový plán implementace projektu SCP (viz obrázek 6). Na obrázku 6 lze vidět, že úkolem autora bakalářské práce bylo navržení konceptu (viz subkapitola 2.5), příprava konceptu s QR kódy (viz subkapitola 2.5), vytvoření kanbanových karet. Další úkoly autora bakalářské práce zahrnovaly výpočet kapacity dílů do FS (viz subkapitola 2.5), návrh layoutu FS (viz Příloha E) a nastavení pravidel doplňování do FS. Z důvodu ochrany osobních údajů byla jména na akčním plánu zaměněna (viz obrázek 6).

Dále bude výrobní linka PQ L3 přesunuta do jiné části výrobní haly ve společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště, kde bude mít přístup k FS (viz subkapitola 2.5). Výrobní linka PQ L3 původně vlastní FS neměla a zásobování bylo prováděno pomocí gitterboxů. Kontrola implementovaných změn či systémů bude prováděna pravidelně každého půl roku, kdy se opět provede analýza této výrobní linky.

Vzhledem k obdobnému výrobnímu procesu linky PQ L2 a PQ L3 lze aplikovat opatření zmíněné v této bakalářské práci i na linku PQ L2. Tímto dojde ke standardizaci upraveného materiálového a informačního toku.

VALUE STREAM PLAN FOR SCP PROJECT 2021

Fractal:		AM	
DATE:	10.04.2018	PQ line 3	
REVIEWER:	B. Věla	Concept of planner for AM	
PERSON IN CHARGE:	K. Hrabánková	WEEKLY SCHEDULE	
VALUE STREAM OBJECTIVE	GOAL (measurable)	SUB-ACTION	PERSON IN CHARGE
Plánování výroby	eliminace plánovače	návrh konceptu	K. Hrabánková
		úprava dat od zákazníka	T. Novák
		příprava exportu	T. Novák
		úprava MES systému	
Flat storage	pull systém na hlavní lince	příprava konceptu s QR kódy	K. Hrabánková
		poptávka čteček	F. Malina
		vytvoření karet	K. Hrabánková
		instalace	F. Malina
		testování	B. Věla
		spuštění nového systému	
snížení manipulace		výpočet kapacity A dílů	K. Hrabánková
		návrh layoutu flat storage	K. Hrabánková
		nastavení pravidel doplňování	K. Hrabánková
Balancing	redukce operátora	instalace flat storage	
		Vytaktování pracovišť na 77s	B. Věla

Obrázek 6: Akční plán projektu SCP

Zdroj: vlastní zpracování.

Závěr

Tato bakalářská práce byla zaměřena na aplikaci Lean Six Sixma na vybraný projekt společnosti, kterou byla společnost Mahle Behr Mnichovo Hradiště s. r. o. Cílem této bakalářské práce bylo provést analýzu dané výrobní linky a jejího procesu pomocí metodiky DMAIC, odhalit případné problémy a navrhnout opatření, pomocí nichž se zefektivní vybraný výrobní proces.

V úvodu bakalářské práce je uvedena rešerše odborné literatury, která se zabývá lean managementem, štíhlou výrobou a metodikou Lean Six Sigma. Dále jsou zde uvedeny vybrané pojmy a nástroje štíhlé výroby, lean managementu a Lean Six Sigma.

Na rešeršní část navazuje případová studie. Úvod případové studie této bakalářské práce je nejprve zaměřen na představení společnosti, kterou je společnost Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s. r. o. zabývající se produkcí chladičů a klimatizačních jednotek do automobilů. Následuje představení projektu SCP a jeho cílů.

Autor této bakalářské práce se jako člen projektového týmu konkrétně zabýval analýzou výrobní linky PQ L3, která vyrábí klimatizační jednotky pro zákazníky ŠKODA AUTO, Audi a Volkswagen. Projektový tým používal jednotlivé fáze metodiky DMAIC. Výrobní proces dané linky byl popsán a zobrazen pomocí mapy VSM, která znázorňuje materiálový a informační tok dané klimatizační jednotky EK036004, vybrané z důvodu největšího podílu na celkové výrobě klimatizačních jednotek této výrobní linky. K identifikaci materiálu s největším podílem na obratu byla použita metoda ABC. Tyto postupy jsou zaznamenány ve fázi Měření a Analyzování. Po analýze materiálového a informačního toku autor bakalářské práce, spolu s týmem, navrhl opatření ke zlepšení procesu dané výrobní linky. Tento budoucí stav zobrazuje mapa VSD, ve které jsou zakresleny návrhy pro zlepšení výrobního procesu výrobní linky PQ L3, které se nachází ve fázi Zlepšování.

Po upravení cyklových časů konkrétních pracovišť, byl zaveden systém tahu u konkrétních fází výrobního procesu. Byly zredukovány zásoby materiálu, tím se snížil skladovací prostor daného materiálu a snížila se celková průběžná doba. Do těchto změn byl zahrnut i vliv centrálního skladu MAHLE na zásobovací cyklus společnosti Mahle Behr Mnichovo

Hradiště. Pomocí tohoto centrálního skladu se zvýšila frekvence dodávek materiálu, a tudíž bylo možné snížit zásobu materiálu ve společnosti.

Dalším krokem autora bakalářské práce bylo uložení vybraného materiálu, vstupujícího do celé produkce výrobní linky, do FS. Materiál nebude již přepravován v gitterboxech, ale v menších obalech ve vozíkových sestavách ve FS. Implementace změny obalů se zpozdila o 2 týdny, nicméně to procesu nijak neuškodilo. Implementací návrhů projektového týmu došlo ke snížení průběžné doby procesu z 5,72 dne na 2,347 dne. To se projevilo i na výrazném zlepšení VA-indexu z cca 1,6 % na cca 3,7 %. To znamená, že čas, kdy společnost přidává hodnotu dané klimatizační lince, se více než zdvojnásobil.

Následně byl upraven informační tok tím, že byl snížen počet mezičlánků, které předávaly informace do výrobního procesu linky PQ L3. U vybraných pracovišť budou umístěny monitory, které budou zobrazovat informace o dané produkci. Zavedení QR kódů umožní pracovníkům rychlejší rozeznání variant klimatizační jednotky a zároveň sníží pravděpodobnost vzniku chyb.

Poslední fází metodiky DMAIC je fáze Řízení, ve které autor popisuje akční plán, implementace navržených změn a jejich následnou kontrolu. Vzhledem k podobnosti výrobního procesu linky PQ L2 a PQ L3, je možné aplikovat navržená opatření i na linku PQ L2.

Tyto změny se podařilo implementovat v dubnu 2018, tudíž autorka bakalářské práce nemá k dispozici data ze všech kontrolních mechanismů. Přestože v době psaní této bakalářské práce ještě nebyla dokončena realizace celého projektu, lze konstatovat, že navržená opatření napomohla zefektivnění vybraného výrobního procesu.

Seznam použité literatury

BREEZETRE SOFTWARE. 2017. Value Stream mapping Tools. *Value Stream Mapping* [online]. [Cit. 2017-12-16]. Dostupné z: <http://www.breezetre.com/value-stream-mapping.htm>

BURIETA, Ján. 2007. 5S. *IPA Slovník* [online]. [Cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/5s>

CIGÁNEKOVÁ, Monika. 2007. ABC analýza. *IPA Slovník* [online]. [Cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/abc-analyza>

DOSKOČIL, Radek. 2014. *Metody, techniky a nástroje řízení projektu*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7204-863-2.

FIALOVÁ, Helena a Jan FIALA. 2006. *Malý ekonomický slovník s výkladem pojmů v češtině a v angličtině*. Praha: A plus. ISBN 80-902514-8-X.

GEORGE, Mike, Dave ROWLANDS a Bill KASTLE. 2005. *Co je Lean Six Sigma?* Brno: SC&C Partner, spol. s. r.o. ISBN 80-239-5172-6.

GROS, Ivan a kol. 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 978-80-7080-952-5.

CHAPLE, Anup, Balkrishna NARKHEDE. 2017. Value stream mapping in a discrete manufacturing: A case study. *International Journal of Supply Chain Management*. **6**(1): 55–67. ISSN 2050-7399.

KOŠTURIÁK, Ján, Ľudovít BOLEDOVIČ, Miroslav MAREK a Jozef KRIŠŤAK. 2010. *Kaizen - osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-7402-238-8.

KUČERÁK, Dušan. 2007. VSM. *IPA Slovník* [online]. [Cit. 2017-12-16]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vsm>

KUČERÁK, Dušan. 2007. Kanban. *IPA Slovník* [online]. [Cit. 2017-12-16]. Dostupné z:
<https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/kanban>

LIKER, Jeffrey K. 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-173-7.

MAHLE. 2018. *MAHLE Chronicle* [online]. [Cit. 2018-02-05]. Dostupné z:
http://www.mahle.com/en/about-mahle/mahle_chronicle_

MÁLEK, Zdeněk a Zdeněk ČUJAN. 2008. *Základy logistiky*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Academia Centrum. ISBN 978-80-7318-729-3.

MORGAN, John. 2015. *Lean Six Sigma For Dummies*. New York: John Wiley & Sons Inc. ISBN10: 1119067359.

OUDOVÁ, Alena. 2013. *Logistika – základy logistiky*. Prostějov: Computer Media. ISBN 978-80-7402-238-8.

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















TUČEK, David a Roman BOBÁK. 2006. *Výrobní systémy*. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-381-1.

Seznam příloh


Příloha A: Základní symboly při tvorbě procesních map	49
Příloha B: Proces vytváření VSM	50
Příloha C: Nalezení nejdelší cesty zásob (celková průběžná doba) ve VSM.....	52
Příloha D: Nalezení nejdelší cesty zásob (celková průběžná doba) ve VSD	53
Příloha E: Layout	54

Příloha A: Základní symboly při tvorbě procesních map

Operations Symbols

 - Process	 - FIFO lane
 - U-Cell	 - Load Leveling
 - Operator	 - Kaizen Burst
 - Factory (Customer / Supplier)	 - Shipment Arrow
 - Production Control	 - Push Arrow
 - Schedule	 - Manual Information Arrow
 - Go See	 - Electronic Information

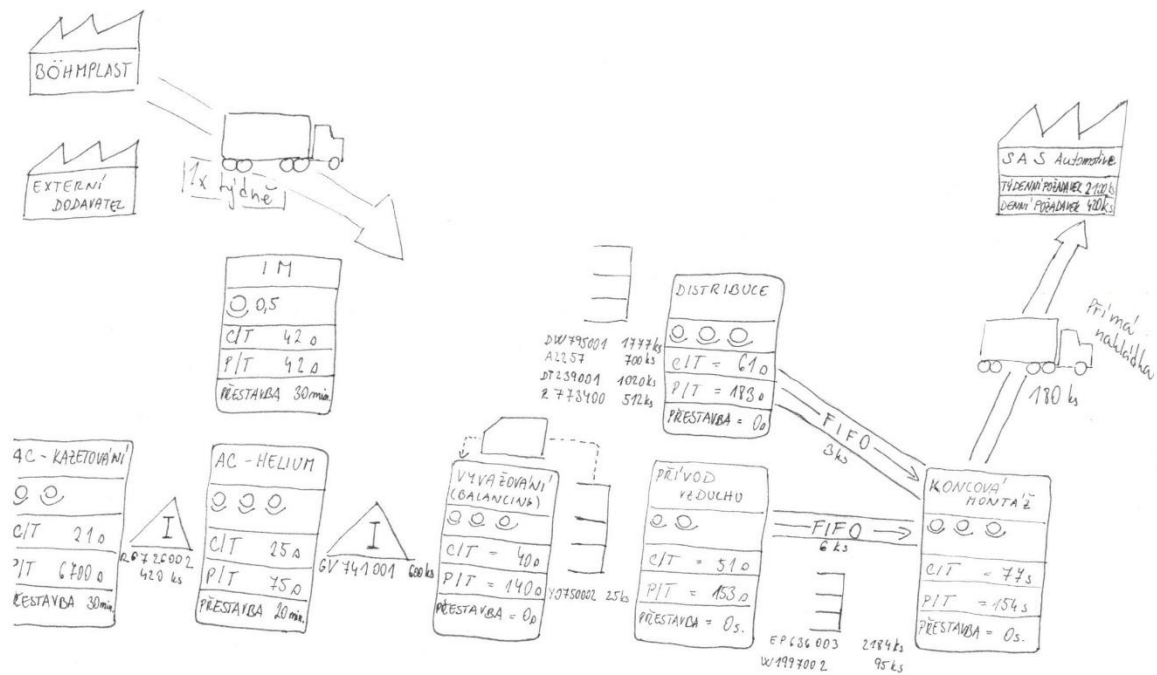
Inventory Symbols

 - Production Kanban	 - Kanban Post
 - Batch Production Kanban	 - Physical Pull
 - Withdrawal Kanban	 - Sequenced Pull
 - Batch Withdrawal Kanban	 - Pull Arrow 1
 - Supermarket	 - Pull Arrow 2
 - Buffer	 - Pull Arrow 3
 - Inventory	 - Pull Arrow 4
 - Signal Kanban	

Obr. A1: Základní symboly používané při tvorbě VSM/VSD

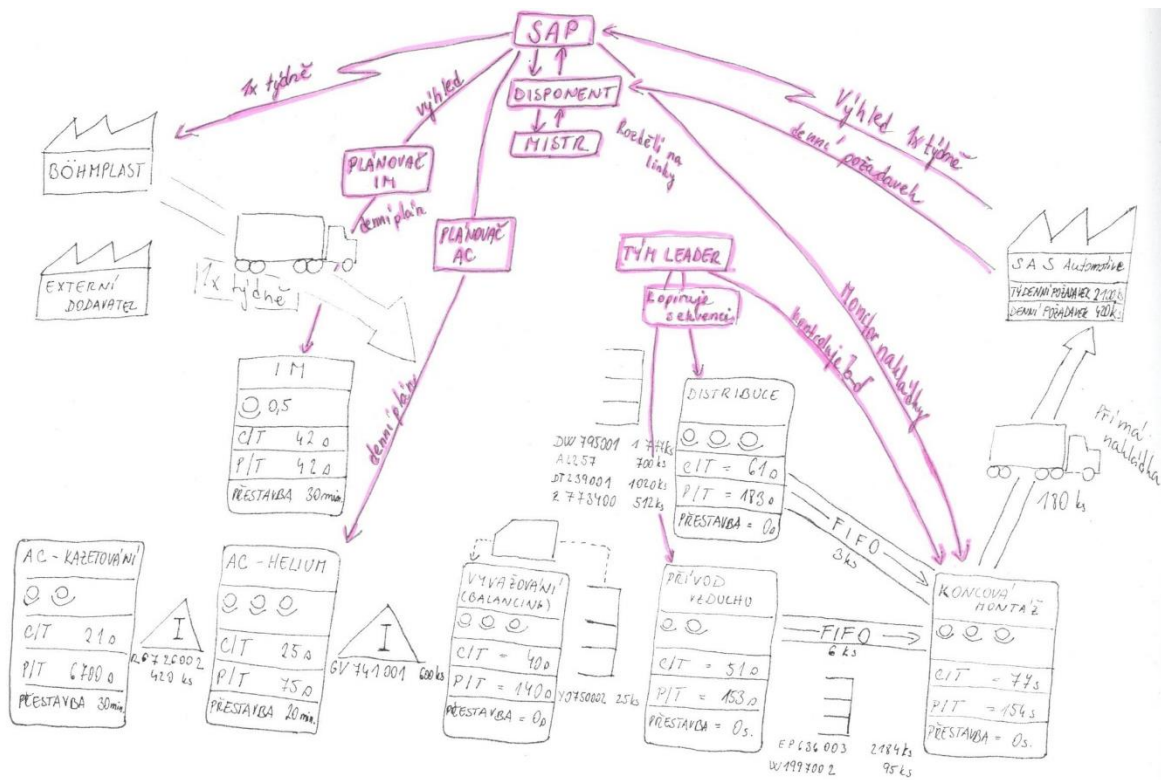
Zdroj: BreezeTree Software, 2017.

Příloha B: Proces vytváření VSM



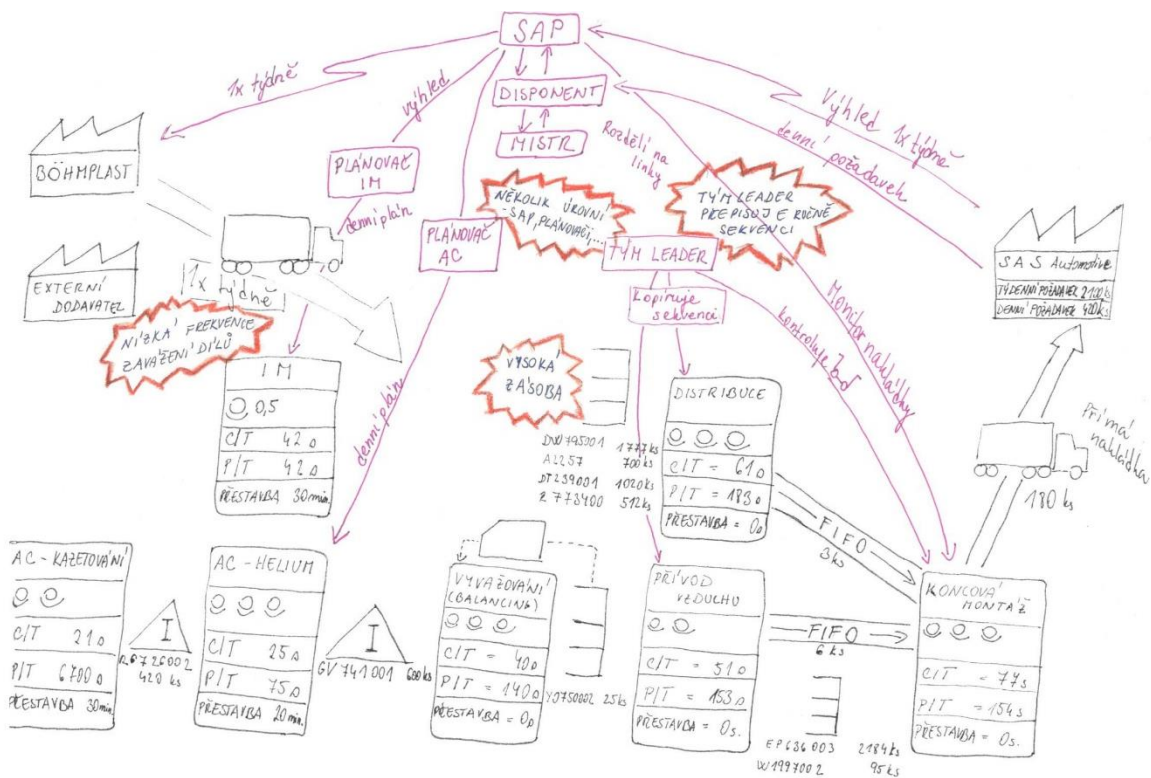
Obr. B1: VSM materiálový tok

Zdroj: vlastní zpracování.



Obr. B2: VSM materiálový a informační tok

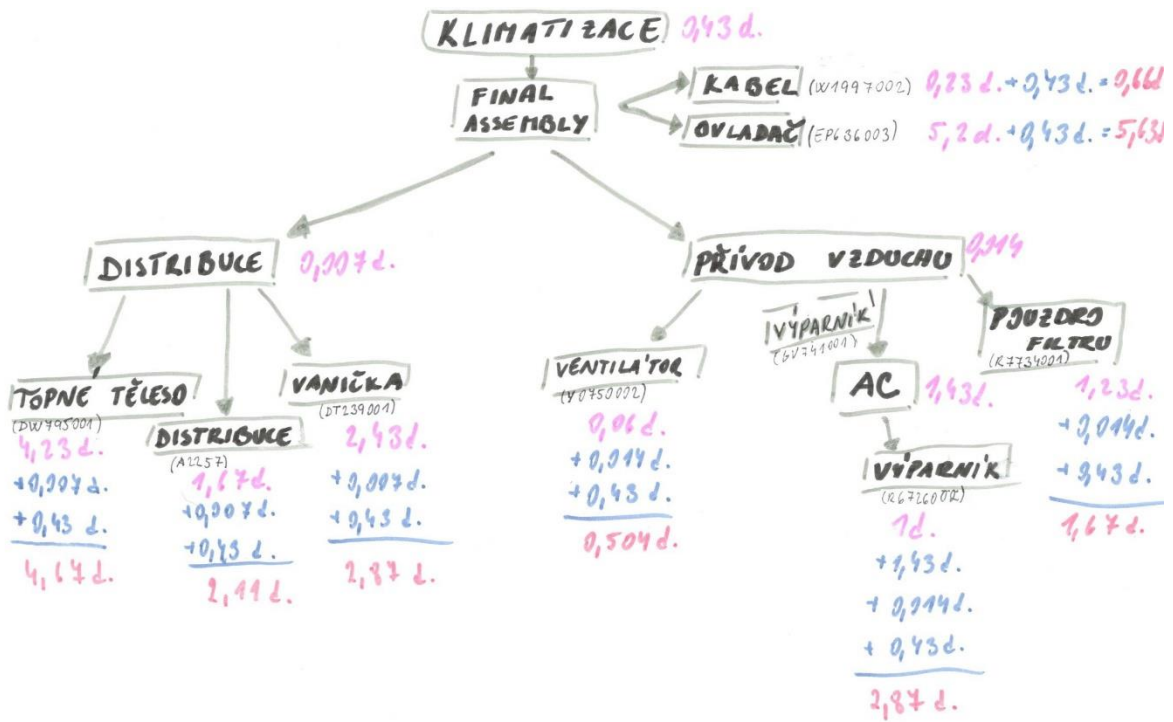
Zdroj: vlastní zpracování.



Obr. B3: VSM zjištěných nedostatků

Zdroj: vlastní zpracování.

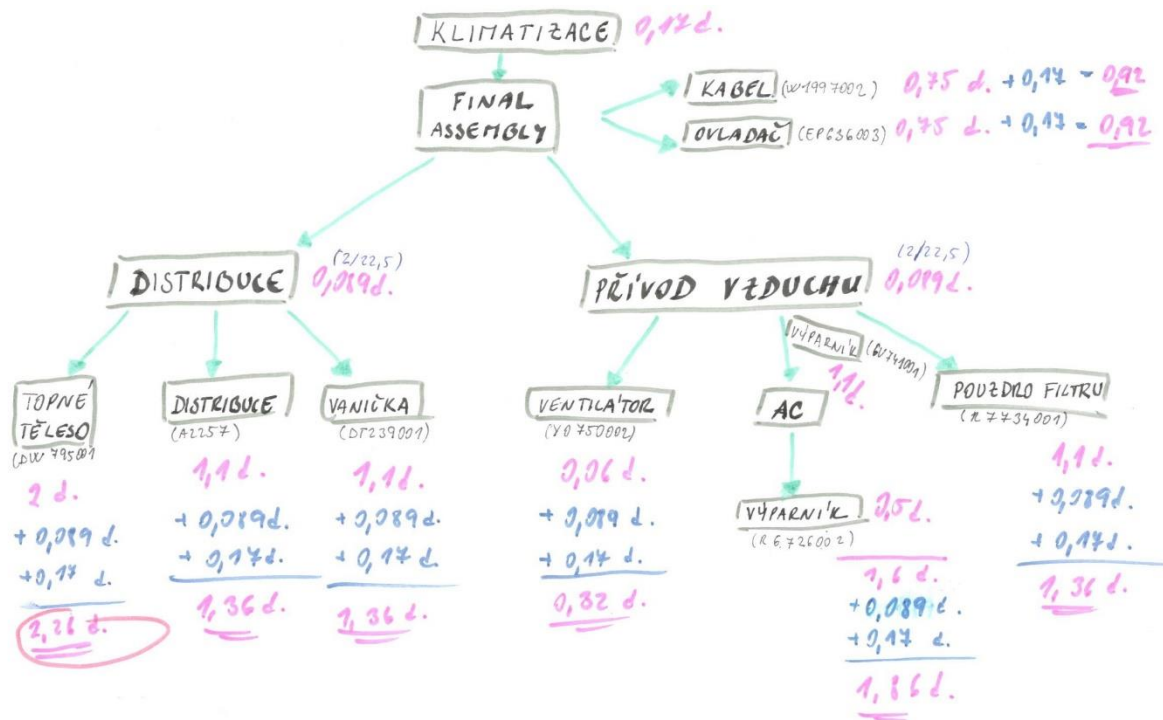
Příloha C: Nalezení nejdelší cesty zásob (celková průběžná doba) ve VSM



Obr. C1: Objem časů materiálu klimatizační jednotky EK036004 ve VSM

Zdroj: vlastní zpracování.

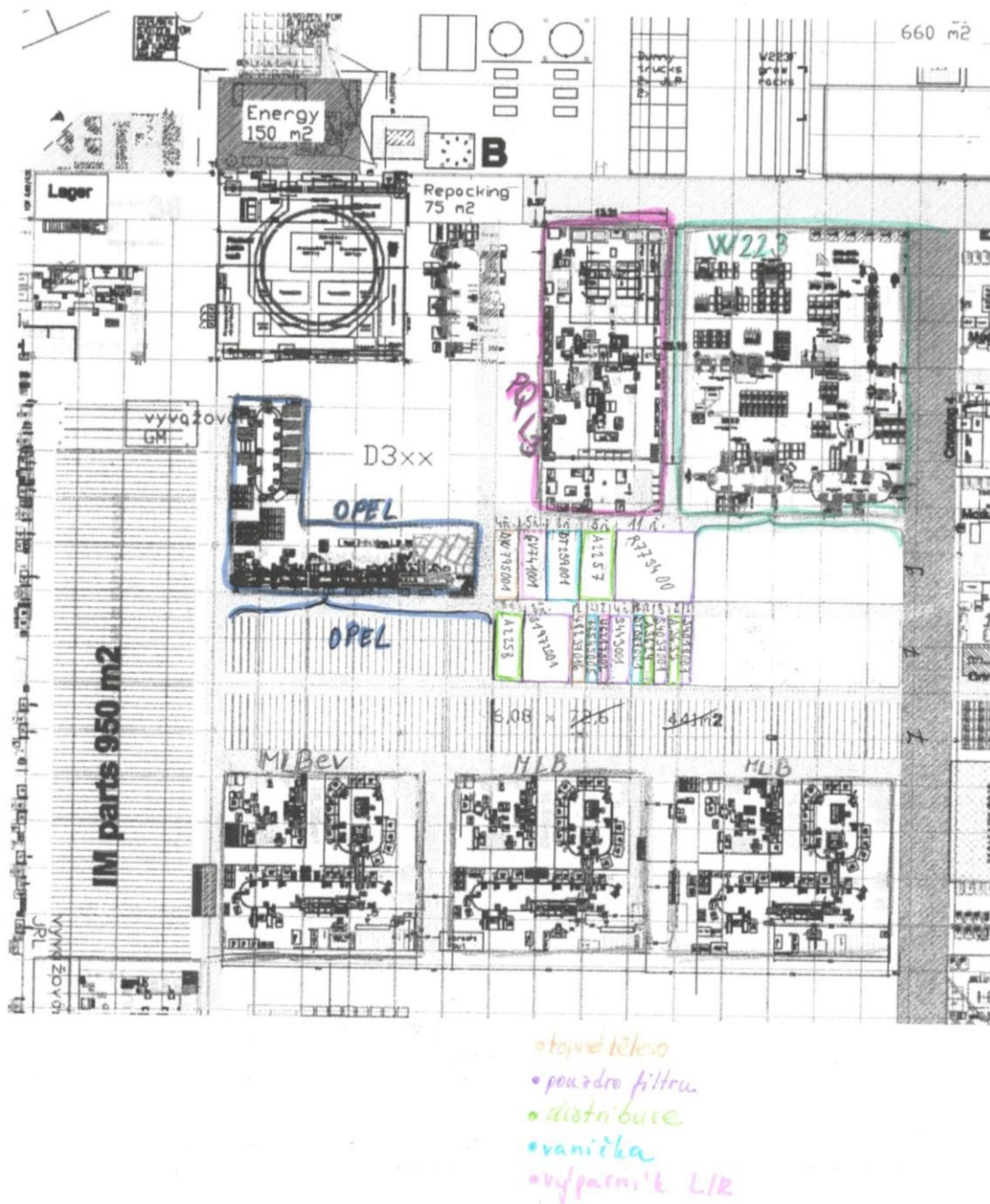
Příloha D: Nalezení nejdělsí cesty zásob (celková průběžná doba) ve VSD



Obr. D1: Objem časů materiálu klimatizační jednotky EK036004 ve VSD

Zdroj: vlastní zpracování.

Příloha E: Layout



Obr. E1: Náhled layoutu FS na konkrétní materiál výrobní linky PQ L3

Zdroj: vlastní zpracování.