



Řízení výrobního procesu ve vybraném podniku

Diplomová práce

Studijní program:

N6208 Ekonomika a management

Studijní obor:

Podniková ekonomika

Autor práce:

Bc. Veronika Stejskalová

Vedoucí práce:

Ing. Eva Štichhauerová, Ph.D.

Katedra podnikové ekonomiky a managementu





Zadání diplomové práce

Řízení výrobního procesu ve vybraném podniku

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika Stejskalová**
Osobní číslo: E18000257
Studijní program: N6208 Ekonomika a management
Studijní obor: Podniková ekonomika
Zadávací katedra: Katedra podnikové ekonomiky a managementu
Akademický rok: 2019/2020

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska v oblasti podnikových procesů.
2. Teoretická východiska v oblasti lean managementu.
3. Analýza současného stavu ve vybraném podniku se zaměřením na výrobní proces.
4. Identifikace úzkých míst.
5. Návrh opatření k eliminaci úzkých míst.
6. Vyhodnocení návrhu včetně ekonomického zhodnocení.

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

65 normostran
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

- CHARRON, Rich. 2015. *The Lean Management Systems Handbook*. Boca Raton, FL: CRC Press ISBN 9781466564350.
- JIRSÁK, Petr, Michal MERVART a Marek VINŠ. 2012. *Logistika pro ekonomy – vstupní logistika*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika. ISBN 978-80-7357-958-6.
- KING, Peter L. a Jennifer S. KING. 2015. *Value Stream Mapping for the process industries: creating a roadmap for lean transformation*. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group. ISBN 9781482247688.
- OUDOVÁ, Alena. 2013. *Logistika: základy logistiky*. Kralice na Hané: Computer Media. ISBN 978-80-7402-149-7.
- SVOZILOVÁ, Alena. 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3938-0.
- PROQUEST. 2019. *Databáze článků ProQuest* [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [Cit. 2019-09-09]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz/>
- Konzultant: Ing. Bohumil Lorenc, MAHLE Behr Mnichovo Hradiště, s.r.o.

Vedoucí práce:

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

Datum zadání práce:

31. října 2019

Předpokládaný termín odevzdání: 31. srpna 2021

L.S.

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

Prohlášení

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

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

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

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

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

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

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

21. dubna 2020

Bc. Veronika Stejskalová

Anotace

Diplomová práce na téma „Řízení výrobního procesu ve vybraném podniku“, je zaměřena na řízení výrobního procesu za pomoci využití principů a nástrojů štíhlé výroby ve společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s.r.o. Cílem diplomové práce je na základě analýzy současného stavu výrobního procesu a prostřednictvím principů štíhlé výroby identifikovat úzká místa a navrhnout případná opatření k odstranění zjištěných úzkých míst. První část diplomové práce se věnuje literární rešerši, která je zaměřena na teoretická východiska v oblastech podnikových procesů a lean managementu. Druhá část se zabývá případovou studií ve společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s.r.o., která se zabývá výrobou klimatizací, výparníků, chladicích modulů a komponentů pro osobní a nákladní automobily. V diplomové práci je analyzován výrobní proces na ET fraktále, kde se vyrábí chladiče a chladicí moduly pro nákladní a užitkové automobily. Po analýze jsou autorkou navržena zlepšující opatření daného procesu i s ekonomickým zhodnocením navržených opatření.

Klíčová slova

Lean management, mapování hodnotového toku, plýtvání, princip heijunka, štíhlá výroba, TPS, VA-index

Annotation

Production process management in a selected company

The master's thesis on the topic of "Production process management in a selected company" is focused on a production process with respect to lean principles and utilities of lean production in the company Mahle Behr s.r.o located in Mnichovo Hradiste. The goal of this master's thesis is to identify weak spots and propose eventual measures following principles of effective production to eliminate these spots based on analysis of current state of production process. The first part includes a literature research which is focused on theoretical inputs for company processes and lean management. The second part elaborates case-focused analysis in the company Mahle Behr in Mnichovo Hradiste s.r.o which core business is production of air conditioning, evaporators, cooling modules and other components for cars and trucks. A production process of the ET fractal where intercoolers and cooling modules for cars and utility cars are produced is analyzed in this work. After conducted analysis, the author proposes improvements of given process with economical evaluation of suggested measures.

Key Words

Lean management, lean production, wasting, TPS or Toyota Production System, Heijunka, Value Stream Mapping and Value-Added index

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Evě Štichhauerové, Ph.D., za odborné vedení, věcné připomínky, trpělivost a čas, jež mi věnovala po dobu zpracování této diplomové práce.

Dále děkuji kolegům ze společnosti Mahle Behr Mníchovo Hradiště, s.r.o., díky kterým jsem měla možnost projít výrobním procesem firmy a kteří mi poskytli cenné informace nejen k mé diplomové práci, ale i znalosti, které budu moci dále využít ve svém profesním životě. Především pak děkuji pánům Ing. Bohumilovi Lorencovi a Bc. Jurajovi Holečkovi, jelikož se mnou vše trpělivě konzultovali a dávali mi cenné rady při zpracování případové studie.

A v neposlední řadě bych ráda poděkovala celé mé rodině a přátelům za podporu při studiu.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	13
Seznam tabulek.....	14
Seznam obrázků.....	15
Úvod.....	16
1 Vybrané pojmy z oblasti podnikových procesů a lean managementu.....	18
1.1 Proces.....	18
1.2 Lean management.....	21
1.3 Štíhlá výroba.....	23
1.4 Plýtvání ve výrobních procesech.....	25
1.5 TPS systém.....	27
1.6 Vybrané nástroje štíhlé výroby.....	29
1.6.1 Metoda 5S.....	29
1.6.2 JIT a JIS.....	31
1.6.3 Jidoka.....	31
1.6.4 FIFO.....	32
1.6.5 Mapování hodnotového toku.....	32
1.6.6 Heijunka.....	37
1.6.7 Kanban.....	41
1.6.8 TPM.....	43
1.7 Přínosy a ztráty při využití lean managementu a štíhlé výroby.....	45
1.8 ABC analýza.....	46
2 Představení společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o.....	48
2.1 Představení skupiny MAHLE GmbH.....	48
2.2 Základní informace o závodě Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o.....	49
3 Analýza fraktálu ET.....	53
3.1 Popis procesů výroby.....	53
3.2 Mapování fraktálu ET.....	55
3.3 Tvorba mapy současného stavu a výpočet VA-indexu.....	57
3.4 Řízení výroby.....	62
3.5 Shrnutí zjištěných nedostatků.....	62
3.6 TPM.....	63
4 Mapa budoucího stavu.....	65
4.1 Redukce skladovacích ploch.....	66
4.2 Plynulý tok u procesu svařování.....	66
4.3 Heijunka.....	69

4.4	Zavedení kanban systému.....	70
4.5	Výpočet VA-indexu po zavedení navržených změn	71
4.6	TPM	74
5	Zhodnocení navržených opatření	76
5.1	Ušetření skladovacích ploch	76
5.2	Úspora kapitálu.....	77
5.3	Výhody zavedení navržených opatření	77
5.4	Zhodnocení metody TPM	78
	Závěr.....	79
	Seznam citací	81

Seznam použitých zkratk a symbolů

5S	Sort, Straighten, Shine, Standardize, Sustain (třídění, umístování, úklid, standardizace, udržení)
C/T	Cycle Time (cyklový čas)
C/O	Changeover Time (čas přetypování)
EPEI	Every Part Every Interval (ukazatel otočení výrobního portfolia)
FIFO	First in – first out (první dovnitř, první ven)
JIS	Just in Sequence
JIT	Just in Time (přesně včas)
MES	Manufacturing Execution Systems (výrobní informační systémy)
PCE	Process Cycle Efficiency (efektivita procesu)
PLT	Process Lead Time (průběžná doba procesu)
P/T	Process Time (procesní čas)
SAP	Systems Applications and Products in Data Processing (informační systém SAP)
TPM	Total Productive Maintenance (úplná produktivní údržba)
TPS	Toyota Production System (výrobní systém společnosti Toyota)
VA-Index	Value Added Index (poměr časů přidávajících hodnotu k celkové průběžné době)
VSD	Value Stream Design (návrh budoucího toku hodnot)
VSM	Value Stream Mapping (mapování toku hodnot)

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Rozdělení procesů</i>	18
<i>Tabulka 2: Mýty vs skutečnost TPS</i>	29
<i>Tabulka 3: Složení týmu projektu</i>	56
<i>Tabulka 4: ABC analýza</i>	57
<i>Tabulka 5: Přestavby kazetování na Korea 1</i>	67
<i>Tabulka 6: Přestavby svařování</i>	68
<i>Tabulka 7: Přestavby jednotlivých buněk</i>	69
<i>Tabulka 8: Stanovení frekvence a dávek výroby</i>	70
<i>Tabulka 9: Finanční úspora skladovacích ploch</i>	76

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Výrobní systém Toyota (TPS)</i>	28
<i>Obrázek 2: Symboly mapy hodnotého toku</i>	34
<i>Obrázek 3: Výrobní systém nevyrovnané produkce</i>	38
<i>Obrázek 4: Výrobní mix na základě principu heijunka</i>	39
<i>Obrázek 5: Heijunka box</i>	39
<i>Obrázek 6: Pull princip</i>	40
<i>Obrázek 7: TPM</i>	44
<i>Obrázek 8: Závod v Mnichově Hradišti</i>	50
<i>Obrázek 9: Layout s tokem materiálu</i>	54
<i>Obrázek 10: Linka VA-indexu (VSM)</i>	59
<i>Obrázek 11: Mapa současného stavu</i>	61
<i>Obrázek 12: Linka VA-indexu (VSD)</i>	71
<i>Obrázek 13: VSD budoucího stavu</i>	73

Úvod

Diplomová práce na téma „Řízení výrobního procesu ve vybraném podniku“ se zaměřuje na řízení výrobního procesu za pomoci využití principů a nástrojů štihlé výroby v závodě Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s.r.o., jenž sídlí v Mnichově Hradišti. Společnost Mahle Behr Mnichovo Hradiště je jeden ze tří závodů v České republice, který spadá pod nadnárodní společnost Mahle Behr GmbH & Co. KG, jež má zastoupení na pěti kontinentech. Ve společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s.r.o. jsou vyráběny klimatizace, výparníky, chladicí moduly a komponenty pro osobní a nákladní automobily.

Cílem diplomové práce na téma „Řízení výrobního procesu ve výrobním podniku“ je na základě analýzy současného stavu a prostřednictvím principů štihlé výroby identifikovat úzká místa a navrhnout případná opatření k odstranění zjištěných úzkých míst a ekonomicky vyhodnotit doporučené změny.

Autorka si toto téma zvolila vzhledem k řešení této aktuální problematiky ve výrobních podnicích. Pro společnost je v současné době nezbytné nalézat nové cesty, díky kterým dokáže zlepšit výrobní procesy, zvýšit produktivitu a kvalitu výrobků, snížit plýtvání a zkrátit dobu čekání mezi časem objednávky zákazníka a dodávkou zákazníkovi. Mimo jiné se snaží být rychlejší v přizpůsobování požadavků zákazníků. Docílit toho lze několika způsoby, jedním je využití principů lean managementu a využití nástrojů štihlé výroby, díky kterým lze zajistit plynulý výrobní tok.

Diplomová práce se klasicky dělí na dvě části – na část rešeršní a praktickou. V první části se autorka věnuje literární rešerši dané problematiky, kde uvádí základní poznatky z oblasti podnikových procesů a lean managementu. Vysvětluje zde základní principy štihlé výroby, pojem plýtvání a popisuje vybrané nástroje štihlé výroby.

Ve druhé části diplomové práce se autorka věnuje případové studii, která je zaměřena na řízení výrobního procesu s využitím nástrojů štihlé výroby ve společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s.r.o., konkrétně na fraktále ET, kde se vyrábí chladiče a chladicí moduly pro nákladní a užitkové automobily. Nejdříve je představena společnost Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s.r.o., a jsou zde stručně uvedeny základní informace o historii podniku a jeho činnostech.

Dále je popsán a analyzován současný stav výrobního procesu vzduchového chladiče pro zákazníka Daimler a Scaniana na fraktále ET. Součástí analýzy je shrnutí zjištěných nedotatků, se kterými se daný proces potýká. Na základě této analýzy, která je základem pro stěžejní část diplomové práce, bude autorka aplikovat principy štlhlé výroby na daný výrobní proces a navrhovat opatření, jež přispějí k dalším zefektivněním vybraného výrobního procesu. Na závěr práce autorka provede ekonomické zhodnocení navržených opatření.

1 Vybrané pojmy z oblasti podnikových procesů a lean managementu

Tato diplomová práce se zabývá podnikovými procesy a oblastí lean managementu. Z tohoto důvodu se následující kapitoly věnují teoretickému pojetí těchto dvou oblastí. Dále je nutné vymezit hodnotový tok, mapování hodnotového toku, analýzu ABC, koncepci heijunka se systémem kanban a metodu TPM vzhledem k tomu, že podstatná část případové studie vychází právě z této problematiky.

1.1 Proces

Proces lze definovat několika způsoby, Svozilová (2011, str. 14) používá tuto jednoduchou definici: „*Proces je série logicky souvisejících činností nebo úkolů, jejichž prostřednictvím – jsou-li postupně vykonány – má být vytvořen předem definovaný soubor výsledků.*“ K procesům pak patří jejich návrhy a popisy, procesní modely a toky. Ke zkoumání a navrhování procesů se používá celá řada popisných a analytických nástrojů, které zahrnují například vývojové diagramy, popisné soubory aj. Pokud se do spolupráce zapojí alespoň dvě osoby, vzniká **procesní tok**, který zahrnuje činnosti představující postupně rozvíjející se proces, který vytváří určitou hodnotu pro zákazníka.

Karban (Komora.cz, 2017) udává, že nejideálnější je minimálně tříčlenný tým tvořený vlastníkem, business architektem a softwarovým architektem. Vlastník dokáže, rozhoduje o změnách a záleží mu na výsledcích, business architekt pak musí znát podnikové prostředí a normy a softwarový architekt odpovídá za veškerou platformu a technickou realizovatelnost. Rozdělení procesů pak ukazuje tabulka 1.

Tabulka 1: Rozdělení procesů

Hlavní procesy	Podpůrné procesy	Řídící procesy
Výroby	Logistika	Plánování
Fakturace	Personalistika	Kontrola
Distribuce	Školení	Řízení lidských zdrojů

Zdroj: vlastní zpracování dle Komora.cz, 2017

Do hlavních procesů patří základní firemní činnosti, které odpovídají strategickým cílům a které se snaží vyhovět požadavkům zákazníků. Pro průběh hlavních procesů jsou důležité podpůrné procesy, které sice nevytvářejí produkty či služby, ale mohou se na nich podílet. Řídící procesy pak jdou napříč celou firmou.

Za **produkt procesu** se považuje hmotný nebo nehmotný výstup, který byl vytvořen za účelem toho, aby sloužil k pokrytí potřeb nebo přání zákazníka procesu. Může se stát, že procesy procházejí napříč celým podnikem a někdy dokonce projdou až za jeho hranice (Svozilová, 2011).

Účastníci procesů se mohou roztrždit dle specifických rolí, dle vztahu k procesu, znalostí či rozsahu odpovědnosti. Svozilová (2011) je rozděluje takto:

- zákazník pocítuje potřebu, přání či má požadavek, které lze uspokojit určitým hmotným či nehmotným výrobkem, službou nebo kombinací obojího. Zákazník je ochoten tyto hodnoty směřovat zpravidla za finanční prostředky.
- Dodavatel má na starosti zajištění vstupů, které jsou potřebné pro proces.
- Podnik či vlastník podniku jsou majiteli zdrojů, které proces spotřebovává. Jejich zájmem je zvyšování kapacity procesu, a aby se vytvářené produkty a jejich kvalita dokázaly přizpůsobit přáním a potřebám zákazníků rychleji než konkurence.
- Manažer se přímo účastní řízení procesu a je vázán osobní odpovědností k jeho výsledkům.
- Operátor se procesu přímo účastní. Podílí se na práci, kterou může ovlivnit pouze výkonnost či kvalitu dílčí činnosti.

Řízení procesů se může definovat jako činnost, která umí využívat znalostí, schopností, metod, nástrojů a systému. To vše vede k tomu, že dokáže identifikovat, popsat, měřit, hodnotit a zlepšovat procesy se záměrem efektivního pokrytí potřeb zákazníka daného procesu. Do řízení procesů patří aktivity jako: definice procesů, rozdělení rolí a odpovědnosti v rámci procesů, korigování a řízení procesních toků, hodnocení výkonnosti procesů a související identifikace k případnému zlepšování procesů. Pokud se hovoří o činnosti, která se zaměřuje na postupné zvyšování kvality, produktivity či doby zpracování podnikového procesu, jedná se o **zlepšování podnikových procesů**.

Do řízení procesů patří postupy a nástroje dlouhodobého zabezpečení maximální výkonnosti a následného zdokonalování podnikových i mezipodnikových procesů. Tyto procesy mají jasně určenou strategii organizace a za cíl mají dosáhnout stanovených cílů organizace. Nejprve je nutné definovat podnikové procesy, které se pak stávají předmětem analýz a následného zlepšování (Weske, 2019). Šmída (2007) dále uvádí, že účelem řízení procesů je oproštění procesů od těch činností, které jim nepřidávají žádnou hodnotu. Pokud se vytvoří správná infrastruktura a podniková kultura, může to zajistit hladké vykonávání již výše zmíněného neustálého zlepšování.

Je důležité, aby všichni zúčastnění, a to jak vlastníci společnosti, vedoucí pracovníci, dělníci, tak i zákazníci a dodavatelé, byli spokojeni. To dělá podnik úspěšným. Aby toho bylo dosaženo, je nutné, aby podnik fungoval efektivně, a toho dosáhne tehdy, pokud se na společnost budou všichni zúčastnění koukat jako na komplexní celek (Altaxo, 2019).

Jelikož procesní řízení úzce souvisí s podnikovými procesy, je nutné vymezit rozdíl mezi funkčním a procesním řízením. Ve funkčním řízení se člověk soustředí na poznání, na menší okruh svých pracovních činností a tím dosáhne lepší výkonnosti a efektivnosti. Práce je tady dělena na jednodušší úkoly a je svěřena konkrétnímu pracovníkovi, který nebude dělat nic jiného. Z toho vychází, že pracovník nepotřebuje velké znalosti ani dovednosti a pracuje rychle, jelikož své povinnosti dobře zná, díky čemuž více vyprodukuje a tím pádem se sníží náklady na produkt (Altaxo, 2019).

Pro funkční řízení je charakteristické dělení podniku na organizační jednotky, které se vytvářejí dle funkcí. Z organizačního schématu lze jasně rozpoznat vztahy nadřízenosti a podřízenosti, z čehož může vzniknout problém, kdy je nejasné rozdělení pravomocí a odpovědností všech pracovníků v rámci celého podniku (Tuček, 2014). Dalším problémem může být to, že když pracovník vykonává stále stejnou práci pořád „dokola“ a zná jí tedy nazpaměť, může to vést k tomu, že od určitého okamžiku ztratí motivaci a práce se pro něj stává monotónní. V podstatě práci vykonává automaticky, což může snížit i kvalitu odvedené práce (Altaxo, 2019).

Převážně z důvodu ztráty motivace zaměstnanců a rychle měnícího se prostředí si firmy začaly na začátku devadesátých let minulého století uvědomovat, že největší konkurenční výhodou je loajální, schopný a motivující pracovník. Proto pro udržení právě těchto zaměstnanců bylo nutné začít vytvářet taková pracovní místa, kde byla nastavena jasná

pravidla, cíle a důsledky jejich práce. Zaměstnanci byli dále motivováni tím, že jim byla udělena větší míra zodpovědnosti a že se podíleli na úspěchu společnosti. Na základě toho našel uplatnění nový směr řízení – procesní řízení. Pro fungování tohoto řízení bylo nutné změnit především podstatu svého fungování v řízení společnosti. Od pevně stanovené struktury se přechází k souborům procesů, ve kterých se zpracovávají vstupy a výstupy, jež představují hodnotu pro zákazníka (Altaxo, 2019). Ve společnosti, která je procesně orientovaná, se rozlišují tři základní úrovně řízení (strategické vedení, řízení procesů a operativní řízení) – je nutné je všechny sladit (Kocourek, 2007).

Základem v tomto řízení jsou procesy a vše okolo má za úkol zajistit jejich hladký průběh. Toto okolí není pevně definováno, aby byla zanechána možnost reagování na změny. Při zavedení tohoto řízení je kladen důraz na nezávislost probíhajících procesů, které jsou nezávislé na organizačních jednotkách. Dále se klade důraz na procesy jako takové, nebere se ohled na to, které útvary jsou do nich zapojeny. Procesy procházejí napříč celým podnikem, a proto se podnik přestává dělit dle funkčního řízení a přechází se na nové organizační rozdělení pracovníků (Altaxo, 2019). Základním rozdílem mezi funkčním a procesním řízením je v přidělování odpovědnosti (Kocourek, 2007).

1.2 Lean management

Kořeny celé koncepce Lean sahají až na začátek 20. století, které lze spojit s průmyslníkem Henrym Fordem. Ten se ujal a začal prosazovat průlomové teorie F. Taylora či F. Gilbretha. Henry Ford přispěl k procesnímu řízení seřazením úkonů výroby do jediné výrobní linky, na které se automobily montovaly v řadě za sebou jdoucích operací. Fordovi „pokračovatelé“ včetně Taiichi Ohno, si uvědomovali, že největší problém v masové výrobě je nepřizpůsobování se zákazníkům. Ohno si může připsat techniku rychlé přestavby a považuje se za zakladatele štíhlé výroby (Svozilová, 2011). Lešingrová (2007) uvádí, že právě v těchto principech se inspiroval i český průmyslník Tomáš Baťa, který převzal tyto principy ve svých obuvnických závodech, ve kterých kromě aplikování metod pro uspořádání výroby využil i filosofii neustálého zlepšování.

Za průkopníka lean managementu se považuje Taiichi Ohno, který v Japonsku v automobilce Toyota tyto myšlenky nejvíce rozvedl. Taiichi Ohno se po 2. světové válce stal manažerem výrobní linky právě v Toyotě, kdy společnost Toyota vykazovala velmi

nízkou produktivitu. Taichi Ohno usoudil, že aby se Toyota opět vyrovnala zahraničním konkurentům, bude nutné z výrobního procesu odstranit neúčinnost a nehospodárnost. Proto zavedl taková opatření, aby k neúčinnosti a nehospodárnosti nedocházelo. Tyto principy, které pomohly k odstranění plýtvání a zvyšování efektivity, vedly k tomu, že vznikl výrobní systém TPS (angl. *Toyota Production System*), ve kterém jsou použity principy jednokusového toku (Váchal, 2013). Liker (2007) jednokusový tok popisuje jako nepřerušovaný tok výrobku procesem přidávání hodnoty. Volko (2020) pak jednokusový tok definuje jako plynulý pohyb součástí mezi jednotlivými operacemi bez vytvoření mezizásob. Pro dosažení jednokusového toku musí být proces vysoce spolehlivý, opakovatelný a způsobilý.

Womack a Jones (2003) definují lean jako sdružení principů a metod, které se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nevytvářejí žádnou hodnotu při tvorbě výrobků či služeb. Dle Tučka (2006) se lean management zaměřuje především na optimalizaci podnikových procesů a na maximální uspokojení každého zákazníka.

Přístupy Lean, které se všeobecně uznávají, vycházejí z těchto principů:

- určení hodnoty dle zákazníka;
- identifikace činností podílejících se na postupném vytváření hodnoty;
- uvedení procesů do pohybu;
- řízení dle potřeb zákazníka;
- snaha o dokonalost.

Womack (2003) doporučuje tyto základní principy:

- hodnota určuje, co je důležité pro efektivní fungování procesů.
- Hodnotový řetězec rozlišuje, které kroky přispívají tvorbě hodnoty, a které ne.
- Tok udržuje sledy pracovních činností neustále v pohybu a díky tomu je možné eliminovat plýtvání.
- Díky sledování poptávky lze předcházet tomu, aby se vytvořilo více produktů, než kolik jich zákazník požaduje.
- Úsilí o dosažení dokonalosti.

Keřkovský (2009) jako další důležité principy uvádí tyto:

- princip pull (princip tahu) se vyznačuje tím, že se čeká na objednávku od zákazníka. Díky využití tohoto principu je firma schopna snížit výrobní náklady a zkrátit průběžnou dobu výroby.
- Princip zamezení plýtvání a optimalizace hodnototvorného řetězce je založený především na správném plánování a kontrolování spotřeby všech výrobních faktorů v rámci hodnotového řetězce společnosti.
- Princip nepřetržitosti je dalším důležitým principem v rámci lean managementu. Každá společnost musí sledovat situaci a změny v požadavcích zákazníků, aby byla vždy o krok napřed před konkurencí.
- Princip zaměření se na podstatné aktivity a klíčové schopnosti definuje aktivity, které se věnují konečnému zhodnocení a přezkoumání všech aktivit v rámci hodnotového řetězce.

Tuček a Bobák (2006) uvádějí, že se lean management zaměřuje na maximální uspokojení potřeb každého zákazníka, neboť právě spokojený zákazník je odrazem úspěšného podnikání. Svozilová (2011) pak lean management definuje jako soubor postupů a zásad, díky kterým jsou nalezeny a eliminovány ty činnosti, které nepřidávají žádnou přidanou hodnotu při produkci daného produktu.

Keřkovský (2009) zmiňuje, že v praxi je možné nalézt uplatnění nejen v oblasti řízení výroby, ale i v nevýrobních organizacích. Principy lean managementu jsou inspirací při řešení mnoha problémů, se kterými se řízení výroby potýká.

1.3 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba rozšiřuje myšlení lean managementu a zahrnuje kompletní hodnototvorný výrobní řetězec. Vzhledem k tomu, že v případové studii budou případná opatření k odstranění zjištěných úzkých míst navržena autorkou prostřednictvím principů štíhlé výroby, je nutné v této kapitole štíhlou výrobu nejprve vymezit a definovat.

V období po 2. světové válce společnosti jako Ford a General Motors zavedly hromadnou výrobu. Společnost Toyota neměla k dispozici kapitál, aby držela krok s konkurencí

a proto se rozhodla zaměřit se na snížení plýtvání zdroji na minimum, aby se jí díky těmto úsporám dokázala vyrovnat. Díky tomu Toyota dokázala zkrátit průběžnou dobu, zlepšila pružnost výrobních linek a naučila se lépe reagovat na požadavky zákazníka. To vše vedlo ke zvýšení produktivity výroby.

Štíhlá výroba (angl. *lean production* či *manufacturing*) vychází z metody výrobního systému firmy Toyota – TPS (angl. *Toyota Production System*), který vznikl v 50. letech minulého století (Bauer, Haburaiová, 2015). TPS systém se snaží o zlepšení podnikových procesů. Za zakladatele štíhlé výroby se považuje Taiichi Ohno, který pozorováním a analyzováním výrobního procesu určil prodlevy a plýtvání – činnosti, které nepřinášejí produktu žádnou hodnotu (Liker, 2007).

Charron a Harrington (2015) definují štíhlou výrobu dvěma způsoby. První definice popisuje štíhlou výrobu jako splynutí japonských a amerických principů, které jsou založeny na souboru nástrojů, díky kterým se všichni snaží identifikovat a zredukovat plýtvání. Druhá pak o štíhlé výrobě mluví jako o učení a vzdělávání zaměstnanců principů a celé filosofie Lean v rámci celé společnosti. Společnosti si díky tomu můžou zlepšit finanční profit, prostředí i bezpečnost práce. Dle Váchala a Vochozky (2013) se podnik díky zavedení štíhlé výroby zbavuje ztrát, které by jinak zvyšovaly náklady.

Štíhlá výroba pak definuje tři základní druhy plýtvání označené japonskými pojmy **muda** (plýtvání), **mura** (výpadky) a **muri** (přetížení):

- muda (nulová přidaná hodnota) – představuje osm typů ztrát a jedná se o činnosti, ze kterých vychází plýtvání a které prodlužují průběžné doby výroby (viz subkapitola 1.4).
- Muri (nadměrné přetěžování lidí či zařízení) – je druh plýtvání, jehož výsledkem jsou problémy s bezpečností a jakostí, čímž vznikají příčiny poruch a zmetků.
- Mura (nevyrovnanost) – vzniká v důsledku situace, kdy je více práce, než mohou lidé či stroje zvládnout, či naopak. Nepravidelností v harmonogramu výroby či kolísáním objemů výroby v důsledku vnitřních problémů (prстоje, chybějící díly, zmetky) vzniká nevyrovnanost. Z čehož vyplývá, že výsledkem mura je muda (Liker, 2007).

Dle Likera (2007) se za hlavní filozofickou myšlenku štihlé výroby považuje zkrácení průběžné doby tak, aby se minimalizovalo plýtvání materiálu. To zajistí včasné dodání výrobků zákazníkům ve vysoké kvalitě a s nízkými náklady. Mimo jiné se v ní soustředí na materiálový tok firmy, aby se zvyšovala produktivita práce a efektivita výroby. Je důležité, aby všechny definované zásady dodržovali a aplikovali všichni zaměstnanci firmy.

1.4 Plýtvání ve výrobních procesech

Jak již z výše uvedeného textu vyplývá, principy lean managementu a štihlé výroby pomáhají firmám odstraňovat plýtvání. **Za plýtvání**, kterého se všichni v rámci Lean snaží vyvarovat, se považují všechny činnosti, za které zákazník zaplatí a výrobku nepřidají žádnou hodnotu (Košťuriak a Frolík, 2006). Armstrong (2007, s. 187) dodal, že „*cílem štihlé výroby je přidávat hodnotu minimalizováním plýtvání či ztrát týkajících se materiálu, času, prostoru a lidské práce.*“

Tuček s Bobákem (2006, s. 227) uvedly, že „*lean production se zaměřuje na 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, který je hospodárný, pohotový a který zohlední požadavky zákazníků.

Dle Likera (2007) Toyota definovala sedm základních druhů ztrát, které nepřidávají hodnotu. Tyto ztráty, které jsou důležité v rámci podnikatelských či výrobních procesů jsou popsány níže. Jak je uvedeno výše, plýtvání se označuje japonským pojmem **muda**.

Za nejhorší druh plýtvání se považuje **nadvýroba**, jelikož negativně ovlivňuje výkonnost podniku (API, 2020). Nadprodukce vzniká výrobou položek, na které nebyla vytvořena objednávka, čímž vznikají dodatečné náklady na materiál, pracovní sílu, skladování a dopravu kvůli nadměrným zásobám (Liker, 2007). Mašín a Vytlačil (2000) považují nadvýrobu za nejhorší formu plýtvání, protože způsobuje vynaložení dodatečných nákladů, které jsou způsobeny skladováním a dodatečnými pracemi.

Dalším druhem plýtvání je **čekání** na lidi, materiál, zařízení či informace. Pokud dělníci musí čekat na nástroj, dodávku či mu chybí součástky a nemůže pokračovat ve své

činnosti, je to plýtvání. Plýtvání je to i v případě, kdy dojdou zásoby, či se zpozdí proces, vznikne prostoj nebo porucha na zařízení a dělník kvůli tomu nemá co dělat (Liker, 2007). Čekání je druh plýtvání, který bývá většinou viditelný na první pohled (Mašín a Vytlačil, 2000).

Pokud se využívá dopravy více, než je nutné, či se s položkami **zbytečně manipuluje**, ať už z důvodu špatného pracovního rozložení na velkou vzdálenost nebo z důvodu přesunu materiálů, dílů či hotového výrobku ze skladu/do skladu, tak se opět jedná o plýtvání. Liker (2007) dále uvádí, že je tento druh nejčastějším plýtváním, které je způsobené špatnou koordinací v logistice.

Nadměrné či nepřesné zpracování může být způsobené neefektivním zpracováváním, za což mohou například špatné nástroje či chybné konstrukční řešení výrobku, které způsobují zbytečné pohyby a mohou způsobit vady. Za ztrátu se považuje i taková výroba, kdy se vyrábějí výrobky vyšší kvality, než je nutné (Liker, 2007).

Za dalším plýtváním stojí ztráty, které jsou způsobené **nadměrnými zásobami**. Tyto zásoby mohou zastarat a kvůli nim se prodlužují průběhové doby. Za nadbytečnými zásobami mohou být skryty problémy týkající se nevyvážené výroby, opožděných dodávek od dodavatelů, vad, prostojů zařízení či dlouhých seřizovacích časů (Liker, 2007).

Každý **zbytečný pohyb**, který udělá zaměstnanec při své práci navíc, je pohybem ztrátovým. Za zbytečné pohyby se považuje například vyhledávání dílů, nástrojů apod. Pokud se pro ně musí zaměstnanec natáhnout přes nějakou překážku nebo je urovnat či poskládat na sebe, opět se jedná o ztrátu způsobenou zbytečnými pohyby. Za ztrátu se také považuje zbytečná chůze (Liker, 2007). Franková (2018) uvádí, že k odstranění nadbytečných pohybů z pracoviště může přispět ke zvýšení kvality produktů. Důvodem odstraňování je menší rozptýlení pracovníka, což povede k menší chybovosti.

Dalším druhem plýtvání je výroba **vadných dílů** a jejich případné úpravy a předělávky. Patří sem i vyřazené zmetky, náhradní výroba, jejich následná kontrola a dohled, což značí ztrátovou manipulaci a zbytečné úsilí zaměstnanců.

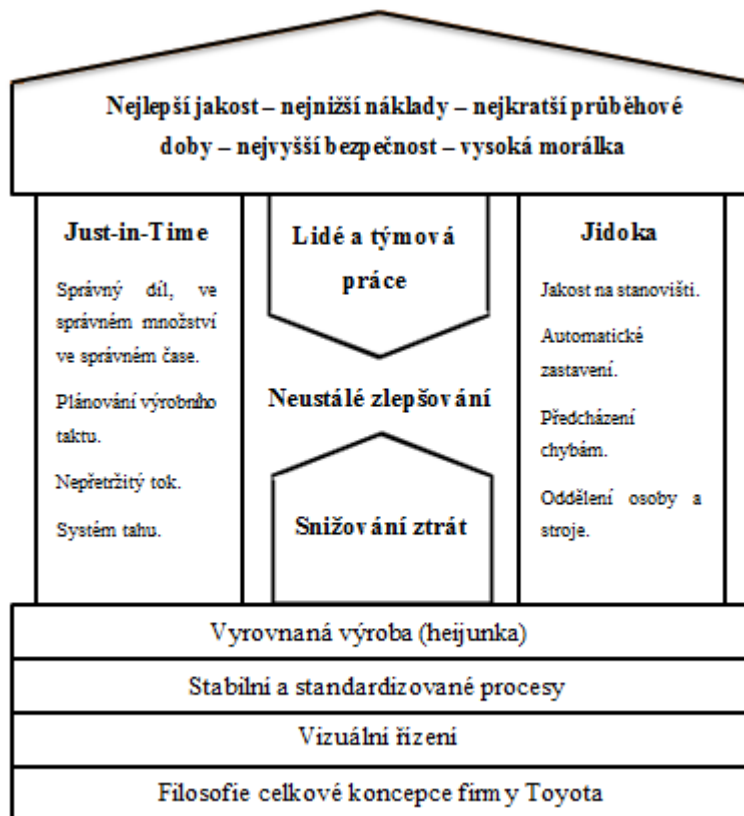
Liker (2007) mimo výše uvedených sedmi základních typů ztrát, které definovala společnost Toyota, uvádí ještě osmý typ ztráty týkající se **nevyužití tvořivosti**

zaměstnanců. Zaměstnavatel dostatečně nevyužívá know-how svých zaměstnanců a ti se tedy nemohou zapojit do zlepšování procesů ve výrobě, i když by na to měli vědomosti a zkušenosti (Dlabač, 2015).

1.5 TPS systém

Většina metod a nástrojů štíhlé výroby vychází z TPS (o vybraných nástrojích pojednává kapitola 1.6). Celý tento systém je graficky znázorněn jako dům (viz obr. 1), jelikož dům je brán jako strukturní, skladebný systém, což symbolizuje právě TPS. Pokud jsou pevné základy, nosné pilíře i střecha, dům je pevný a stabilní. Pokud je nějaký článek slabý, oslabí tím celý systém. V současnosti je několik verzí tohoto domů, které ale staví na stejných základech a principech. Střechu domu tvoří cíle nejvyšší jakosti, nejnižších nákladů a nejkratších průběhových dob. To je opřené o dva vnější pilíře – systém just-in-time a zásadu jidoka. Důležitým prvkem v tomto systému jsou lidé, kteří jsou středem TPS. Základy tvoří stabilní a standardizované procesy, zásada heijunka či vizuální řízení výroby (Liker, 2007).

Plantune (2019) definuje výrobní systém společnosti Toyota jako soubor vzájemně provázaných principů a metod, které směřují ke zlepšení výkonnosti výrobní firmy. V TPS je důležitá kooperace mezi výrobou a logistikou a kladou se zde důrazy na zákaznické potřeby. Jedná se o propracovaný systém celé výroby, kdy všechny části systému přispívají celku, který podněcuje a povzbuzuje lidi k tomu, aby neustále zlepšovali procesy, na nichž pracují. Právě pomocí TPS se všichni snaží dosáhnout co možná nejvíce plynulého provozu a pokouší se vyvarovat plýtvání.



Obrázek 1: Výrobní systém Toyota (TPS)
 Zdroj: vlastní zpracování dle Liker (2007, s. 61)

Od firmy Toyota si mnoho firem osvojilo celou filosofii TPS. Je možné využívat všechny nástroje TPS a přitom se řídit jen několika vybranými zásadami celkové koncepce firmy Toyota (Liker, 2007).

Do tabulky 2 autorka práce shrnula mýty o TPS, které postavila do protikladu se skutečným myšlením TPS.

Tabulka 2: Mýty vs skutečnost TPS

Co TPS není	Co TPS je
Zaručený recept na úspěch	Důsledný způsob myšlení
Dílčí projekt či program řízení	Celková filosofie myšlení
Soubor nástrojů implementace	Zaměření na úplné uspokojení zákazníka
System vhodný jen pro výrobní provozy	Prostředí pro týmovou práci a zlepšování
System realizovatelný jen krátkodobě	Nekončící hledání lepší cesty
	Jakost jako vnitřní součást procesu
	Uspořádané a disciplinované pracoviště
	Vyvíjející se systém

Zdroj: Liker (2007, str. 363)

Z výše uvedené tabulky lze vyčíst, že si firmy mylně myslí, že jim TPS zaručeně přinese úspěch. Chybně TPS myšlení používají jen na dílčí projekty, či se domnívají, že je systém realizovatelný jen v krátkodobém časovém výhledu. TPS je ale důsledný způsob myšlení, ve kterém je nutné se zaměřit na úplné uspokojení zákazníka. Hledání lepší cesty nikdy nekončí a je zde důležité neustálé zlepšování.

1.6 Vybrané nástroje štíhlé výroby

V této části budou stručně vysvětleny vybrané nástroje štíhlé výroby: metoda 5S, jidoka, just-in-time, just-in-sequence a FIFO. Více prostoru je pak věnováno mapování hodnotového toku, principu heijunka, kanbanu a metodě TPM vzhledem k tomu, že jsou tyto nástroje použity při zpracování případové studie.

1.6.1 Metoda 5S

Svozilová (2011) jako typický nástroj štíhlé výroby uvádí metodu 5S, která definuje soubor zásad na štíhlém pracovišti. Pomocí těchto zásad jsou definovány potřebné pomůcky a zařízení na pracovišti, či se díky nim odstraňuje vše zbytečné z pracoviště.

Název metody 5S vychází z anglických a japonských termínů, jejichž výklad je uveden níže:

1. třídění (angl. *Sort*, jap. *Seiri*);
2. umístování (angl. *Straighten*, jap. *Seiton*);
3. úklid (angl. *Sweep*, jap. *Seiso*);
4. standardizace (angl. *Standardize*, jap. *Seiketsu*);
5. udržení (angl. *Sustain*, jap. *Shitsuke*).

Cílem prvního kroku (**třídění**) je rozlišení zbytečného od nevyhnutelného na pracovišti. Je dobré si uvědomit, co vše je potřeba k výkonu dané práce a co nikoliv. Všechny věci se pak dají na daném pracovišti roztrždit na tři druhy: co je nepotřebné – dá se vyhodit, co se používá jen občas a co je nutné pro vykonávání práce každý den. V této fázi se využívá červených štítků, kterými se označí vše, co se považuje za zbytečné. Jednoduché základní pravidlo udává vyhodit vše, co nebylo použito v uplynulých 30 dnech. Výsledkem je pak spousta vytržiděného nepotřebného materiálu, více místa či přehlednost a vyšší pružnost (Bauer, 2012).

Ve druhém kroku (**umístování**) se věci třídí a urovnávají tak, aby jejich nalezení vyžadovalo co nejméně času a úsilí. Je také důležité zohlednit množství materiálu na pracovišti; správně by se mělo určit optimální množství, které je potřebné k plynulému průběhu práce. Výsledek tohoto kroku se pak vyznačuje tím, že všechny věci mají své místo a všechno na svém místě i zůstává. Cílem dalšího kroku (**úklid**) je udržování nástrojů, pracovních ploch a prostor v čistotě a pořádku. Platí zde zásada, že si zaměstnanci čistí své pracoviště sami. Výsledkem pak je vzorové pracoviště v nejlepším možném stavu (Bauer, 2012).

Standardizace pak určuje pravidla; smyslem je navrhnout standardy, které budou pomáhat udržovat dosažený stav implementací prvních tří kroků. Součástí je vypracování standardů vzhledu pracoviště, ve kterém jsou vyznačeny umístěné pomůcky i materiál. Standard by měl dále definovat způsob a periodu čištění každé části i okolí, či se standardizují postupy práce. Vše by mělo být prodiskutováno s pracovníky daného pracoviště. Ve výsledku se lidem díky vytvořeným návodkám pracuje lépe a jednodušeji. V posledním kroku (**udržení**) je důležité nepolevit a všechny předcházející kroky dodržovat a snažit se ve stavu pracovišť dále zlepšovat (Bauer, 2012).

1.6.2 JIT a JIS

Přístup **just-in-time** (dále JIT), který je také součástí TPS a je jedním z jeho dvou pilířů. JIT je souborem zásad, nástrojů a technik, které firmě umožňují vyrábět a dodávat výrobky v malých množstvích, s krátkými dodacími lhůtami a podle jedinečných potřeb zákazníků. Jednoduše řečeno JIT dodává správné položky ve správný čas a ve správném množství (Liker, 2007). Celý koncept JIT je postaven na tom, aby se sladily procesy a zdroje mezi dodavateli a odběrateli tak, aby zboží bylo dodáno včas, kvalitní, zabalené a správně označené na místo a v množství určeném odběratelem (Jirsák et al., 2012).

Díky využívání systému JIT jsou zajištěny plynulé toky ve výrobě, eliminují se nadbytečné zásoby a pracovníci. Plánuje se a vyrábí se na objednávku, díky čemuž je zabezpečena lepší kvalita a snížení možných ztrát (API, 2020). Na celou koncepci JIT navazuje systém řízení kanban, díky kterému je zabezpečen princip tahu (viz subkapitola 1.8).

Na celý přístup JIT pak navazuje systém **just-in-sequence** (dále jen JIS), který dbá nejenom na to, aby byl materiál vždy v té nejvyšší kvalitě, na správném místě a ve správný čas, ale oproti JIT navíc vyžaduje, aby byl materiál dodán ve správné sekvenci. Správná sekvence vyjadřuje pořadí, v které má být materiál spotřebováván v rámci daného procesu. Pro správné dodržení konceptu JIS je nutné, aby dodavatel znal plán a sled výroby, díky čemuž pak může uspořádat materiál ve výrobě nebo při přepravě. Pokud jsou splněny všechny podmínky, sníží se čas, který je potřebný pro manipulaci s produktem (E-API, 2018).

1.6.3 Jidoka

Druhým pilířem TPS je systém **Jidoka**, ve kterém je pozornost zaměřována na dosažení co možná nejvyšší kvality, a to již během procesu výroby. Tato koncepce řízení jakosti byla vyvinuta v 50. letech 20. století společností Toyota (Liker, 2008).

Cílem této metodiky je eliminace chyb pomocí zamezení výroby neshodného produktu a především zamezení expedice tohoto produktu z výroby a jeho následného transferu k zákazníkovi (Bauer, 2015). V případě, že se ve výrobním procesu objeví jakákoliv abnormalita, díky tomuto systému se výrobní linka okamžitě zastaví (Vochotka a Mulač, 2012).

1.6.4 FIFO

Dalším nástrojem dle API (2020) je pro řízení materiálu systém **FIFO**, se kterým se pracuje v rámci kanbanových karet. Tato zkratka vzešla ze slovního spojení *First in – First out* a vyjadřuje to, že prvek, který do systému vstoupil jako první, z něj taky jako první i vystoupí.

Zkratka FIFO v podstatě vyjadřuje to, že s materiálem se pracuje v pořadí, v jakém do podniku přišel (Oudová, 2013).

1.6.5 Mapování hodnotového toku

Jelikož se podstatná část případové studie věnuje analýze a tvorbě mapy současného a budoucího stavu výrobního procesu ve vybraném podniku, je nutné nejprve vymezit pojem **mapování hodnotového toku** (angl. *Value-stream mapping*, dále jen VSM).

Bejčková (2017) VSM definuje jako vizuální nástroj určený k popisu a následné analýze současného stavu procesu, díky kterému lze identifikovat úzká místa, ztráty a odchylky v procesu a na základě těchto věcí umožňuje navrhnout stav budoucí.

Tento nástroj umožňuje sledování toku materiálu a informací a jsou v ní zobrazeny průběžné doby, které jdou napříč různými procesy. **Průběžná doba** (angl. *Lead time*) vyjadřuje v toku hodnot výsledek, který je spojen se stavem zásob. Stav zásob pak sděluje informace o výsledku, který souvisí s výkonností jednotlivých procesů v toku hodnot. Z čehož vychází, že pro zkrácení průběžné doby je nutné zlepšovat procesy (Rother, 2017).

Rother (2017) dále uvádí, že mapování toku hodnot není přímo metodou určenou ke zlepšování procesů, ale spíše má zajistit, aby zlepšování procesů probíhalo proces za procesem, aby bylo v souladu s cíli organizací a aby byly uspokojeny potřeby externích zákazníků.

Tato metoda se často používá pro zmapování hodnotového toku vybraného výrobku, tzv. reprezentanta – zástupce, který je nejvíce typický pro daný model procesu. VSM umožňuje lepší pohled a pochopení celého pohybu materiálu výrobou, a to především díky

vizuální stránce tohoto nástroje, kdy se k zakresu používají symboly. Díky tomu je i snadnější pochopit návaznost procesů, lze odhalit plýtvání apod. (Bejčková, 2017).

Níže na obrázku 2 lze vidět seznam symbolů, které jsou využívány ve firmě Mahle Behr Mnichovo Hradiště. Cílem VSM je navržení budoucího stavu ideálního hodnotového i informačního toku včetně realizace návrhu. Bejčková (2017) tvrdí, že metodu VSM je vhodné použít, pokud při analýze výrobních (i nevýrobních) procesů chce podnik zjistit jejich reálný stav či pokud chce navrhnout nové výrobní procesy nebo nový výrobek.

Mašín (2003) definuje hodnotový tok (angl. *Value stream*) jako souhrn všech aktivit v procesech, které umožňují přeměnu materiálu na konkrétní zboží, které má hodnotu pro zákazníka. V hodnotovém toku jsou tedy zahrnuty aktivity, které výrobku hodnotu přidávají, ale i ty, které hodnotu nepřidávají.

Za činnosti, které **hodnotu přidávají** (angl. *Value-Adding*), jsou zákazníci ochotni zaplatit vyšší cenu. Patří sem činnosti, které mění tvar, velikost a funkci materiálu pro konečný výrobek. Naopak činnosti, které jsou sice potřebné, ale pro zákazníka nemají patrný význam, **nepřidávají žádnou hodnotu** (angl. *Business-Non-Value-Adding*) a jejich provedení nebo neprovedení se v ceně přímo neprojeví (Svozilová, 2011).



Obrázek 2: Symboly mapy hodnotého toku
Zdroj: vlastní zpracování

K vytvoření mapy VSM je dobré dodržet následující postup. Je důležité mít papír, tužku, stopky a fotoaparát. Ideální je ji vytvořit v co nejkratší možné době, aby mapování nebylo ovlivněno změnami v procesu a hodnota dat pak nebyla zkreslená. Postup vytváření VSM lze shrnout do čtyř kroků, které jsou níže stručně popsány:

1. výběr vhodného reprezentanta výrobního procesu,
2. zaznamenání současného stavu do mapy,
3. znázornění budoucího stavu,
4. realizace.

V prvním kroku se určuje výrobková rodina, kde pak následuje výběr **vhodného reprezentanta**. Zpravidla se pro výběr využívá metoda analýzy ABC (viz subkapitola 1.8), díky které lze zjistit nejvhodnější výrobek z výrobních rodin (Bejčková, 2017).

Po zjištěných potřebných informací lze **vytvořit vlastní mapu současného stavu**. V následujícím kroku se tedy může začít znázorňovat současný stav do mapy. Začíná se u zákazníka a postupuje se „proti proudu“ k dodavateli materiálu. Zaznamenávají se zde veškeré informační a materiálové toky (Bejčková, 2017). Skladbu sledovaných dat si určuje podnik sám a dle Kučeráka (2007) to mohou být například tyto ukazatele:

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

Ve třetím kroku se vytváří **mapa současného stavu**, z které vyplynou nedostatky a plýtvání, proti kterým je potřeba navrhnout zlepšující či nápravná opatření, a na základě těchto návrhů a opatření se vytvoří mapa ideálního budoucího stavu. Cílem je zkrátit průběžnou dobu výroby, odstranit plýtvání a snížit rozpracovanou výrobu (Bejčková, 2017). Tohoto cíle se dosahuje za pomoci nástrojů štlé výroby, a to např. systému Kanban, metody FIFO, supermarketů aj. (Kučerák, 2007).

V posledním kroku je důležitá **realizace**, kde se vytvoří plán, jak budoucího stavu dosáhnout (Bejčková, 2017). V plánu bude uveden konečný termín dosažení budoucího stavu, přesně vymezené úkoly, které se rozdělí mezi pracovníky, stanoví se zde cíle, které jsou měřitelné, a nakonec je důležitá kontrola, zda byly cíle dodrženy (Kučerák, 2007).

Je dobré při mapování pracovat v týmu, kde si jednotliví pracovníci definují kroky, jak se bude postupovat, určí si časový harmonogram, měřitelné cíle apod.

Mezi hlavní výstupy mapování hodnotového toku patří index přidané hodnoty – **VA-index** (angl. *Value Added Index*). Pro výpočet VA-indexu lze použít vztah (1). Jedná se o poměr času, po který se výrobku přidává hodnota, k celkové době tvorby výrobku. VA-index se udává v procentech, jeho hodnoty nebývají vysoké a pohybují se kolem jednoho procenta (Bejčková, 2017).

$$VA - index = \frac{\text{čas, kdy je produktu přidávána hodnota}}{\text{celkový čas cyklu}} \quad (1)$$

Je v zájmu podniku hodnotu VA-indexu zvyšovat, a to například tím, že se výrazně zkracuje celková průběžná doba (snižování hodnoty jmenovatele) technikami moderního průmyslového inženýrství, štlé výroby či logistiky (Mašín, 2003).

Dalším výstupem VSM je **průběžná doba výroby** (angl. *Lead time*), což je celková doba, mezi přijetím materiálu nebo surovin do výrobního provozu a dokončením výrobního procesu (API, 2020). **Přidaná hodnota** (angl. *Value Added*) vyjadřuje to, co výrobku přidává hodnotu a zákazník je za to ochoten zaplatit (Bejčková, 2017).

Mimo výše uvedené lze z mapy VSM dále zjistit informace o velikosti a stavu zásob rozpracované výroby a množství meziskladů a jejich stavu.

Dále je nutné vysvětlit některé další pojmy, které souvisí s mapováním hodnotového toku: takt zákazníka, cyklový čas, čas na přestavby aj.

Analýza operací pomocí VA-indexu nemusí být vždy správná, protože stále více výrobních operací je spojeno s tzv. **taktem zákazníka**, který se vypočítá ze zjištěného denního požadavku zákazníka (Mašín, 2003). Takt zákazníka vyjadřuje podíl denního času pracovníka, kterým firma disponuje, a denního požadavku zákazníka (Bejčková, 2017). Vztah (2) slouží pro výpočet taktu zákazníka, který vychází ze zákaznickových potřeb a možností firem.

$$\text{Takt zákazníka} = \frac{\text{dostupný pracovní čas za směnu}}{\text{počet požadovaných výrobků za období}} \quad (2)$$

Mašín (2003) uvádí, že využíváním taktu se podporuje synchronizace hodnotových toků a že je to tempo, ve kterém musí proces produkovat výrobky dle aktuálních potřeb zákazníka. Pokud by se vyrábělo rychleji, než udává čas taktu, vznikla by nadvýroba a zvýšila by se zásoba rozpracované výroby. Pokud by se vyrábělo naopak pomaleji, mohlo by dojít k tomu, že by se vyrábělo méně, než je požadované množství od zákazníků, a bylo by nutné využít přesčasovou práci, čímž by vznikaly nadbytečné náklady.

Cyklový čas (angl. *Cycle Time*) ukazuje reálnou produkční možnost linky a vyjadřuje čas a tempo, které je potřebné pro vykonání operace strojem či pracovníkem. Je to cyklus, který je počítán od zahájení jedné operace do jejího ukončení. Jinými slovy je to čas jednoho opakování sledované operace. **Procesní čas** (angl. *Process Time*) je čas, který je potřebný k provedení a dokončení specifické série operací na jednom výrobku. Druhá definice udává, že je to ta část pracovního cyklu, během které je výrobek opracováván či obráběn pomocí stroje dle předem dané specifikace a čas zde není řízen operátorem (Mašín, 2005).

Čas přestaveb (angl. *Changeover Time – C/T*) vyjadřuje potřebný čas k tomu, kdy je nutné přestavit linku z jednoho typu výrobku na druhý typ výrobku. Jedná se o dobu potřebnou od ukončení původní výroby po rozjetí té nové (King, 2015). Tato doba zahrnuje čas na odstranění starého nářadí a přípravků, nastavení nového nářadí a doladění všech parametrů procesů až po první kus nové výroby.

1.6.6 Heijunka

Jak již bylo uvedeno výše, v rámci štíhlé výroby se definují tři základní druhy plýtvání, které se označují japonskými pojmy muda (plýtvání), mura (výpadky) a muri (přetížení).

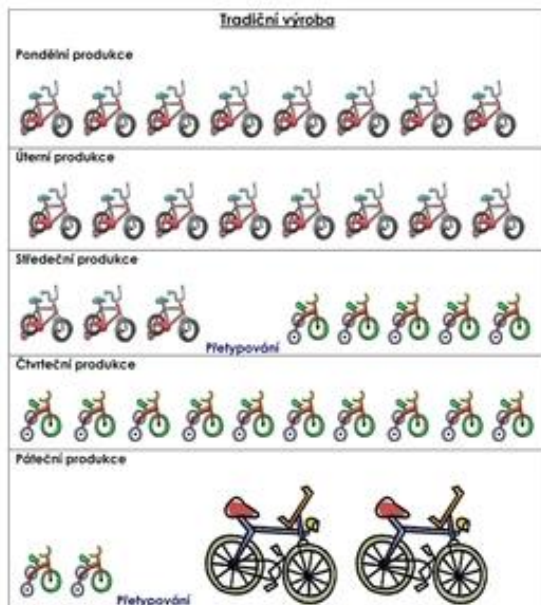
Heijunka, princip firmy Toyota, je prostředek, díky kterému se firmy snaží dosáhnout stability. Tento japonský termín v překladu znamená vyrovnávání či vyhlazování výroby, snaží se tedy o vyrovnání pracovního harmonogramu. Jedná se o vyrovnávání objemu, ale i kombinace výrobků. Výrobky se nezhotovují dle skutečného toku objednávek zákazníků, protože ty mohou kolísat prudce nahoru i dolů. Z tohoto důvodu se vezme celkové množství objednávek za určité období, které se vyrovnaným způsobem rozdělí tak, že se každý den bude vyrábět stejné množství i stejné kombinace výrobků (Liker, 2007).

Ve výrobním systému, který je postavený na skutečných požadavcích zákazníka, firma vyrábí např. tři produkty, které si označí písmeny A, B a C ve výrobním mixu, který je dán pořadím, ve kterém přicházejí objednávky (A, A, B, B, C, A, A, C, C apod.). V důsledku této výroby se díly vyrábějí nerovnoměrně, tudíž pokud by přišlo v pondělí více objednávek než v úterý, bylo by nutné zaměstnancům za pondělí zaplatit přesčasy a v úterý se budou muset poslat dříve domů, což značí výrazné plýtvání. Výrobní systém, který je postavený na skutečných požadavcích zákazníka, je zobrazen na obrázku 3.

Pokud se firma rozhodne pracovní zatížení vyrovnat, vezme v potaz skutečnou poptávku zákazníků, kde je nutné nastavit strukturální vzorec množství a kombinace výrobků a každý den se bude vyrábět dle stejného výrobního harmonogramu. Heijunka vychází z určeného intervalu mezi jednotlivými termíny, ve kterých se expedují dané výrobky (Liker, 2007). Pokud je dáno, že na každých pět výrobků A se vyrobí i pět výrobků B, je možné vytvořit vyrovnaný sled výroby ABABABABAB. Tomuto se říká vyrovnávací mix výrobní

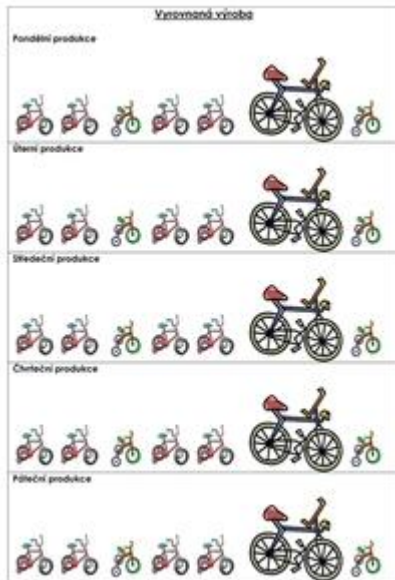
produkce (API, 2020a). Mix modelu vyrovnané produkce znázorňuje obrázek 4. Vyrovnaný plán přináší čtyři výhody:

- použití pracovníků a strojů je vybalancované.
- Riziko neprodaného množství je nižší.
- Požadavek na procesy a dodavatele, kteří jdou proti proudu, se stává uhlazeným.
- Firma se stává flexibilní ve výrobě toho, co chce zákazník (API, 2020).



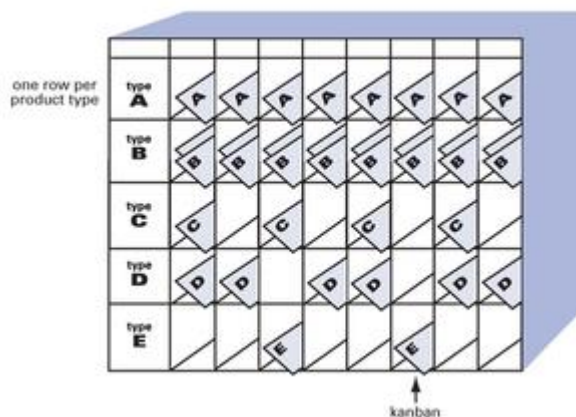
Obrázek 3: Výrobní systém nevyrovnané produkce
Zdroj: API (2020a)

Pokud se v podniku podaří zavést a využít princip heijunka (obr. 4), znamená to, že se podařilo odstranit mura, což vede k odstranění muri i muda.



Obrázek 4: Výrobní mix na základě principu heijunka
Zdroj: API (2020a)

Odborníci z Toyoty vyvinuli jednoduchý nástroj pro kontrolu vyrovnavání produkce - tzv. **heijunka box**. Typické pro heijunka box (viz obrázek 5) jsou vodorovné řady pro každého člena výrobní rodiny a svislé sloupce pro identické časové intervaly výroby. Ve vytvořených přihrádkách jsou umístěny kanban karty pro řízení výroby, v poměru k počtu položek daného typu, které během daného časového intervalu mají být vyrobeny.



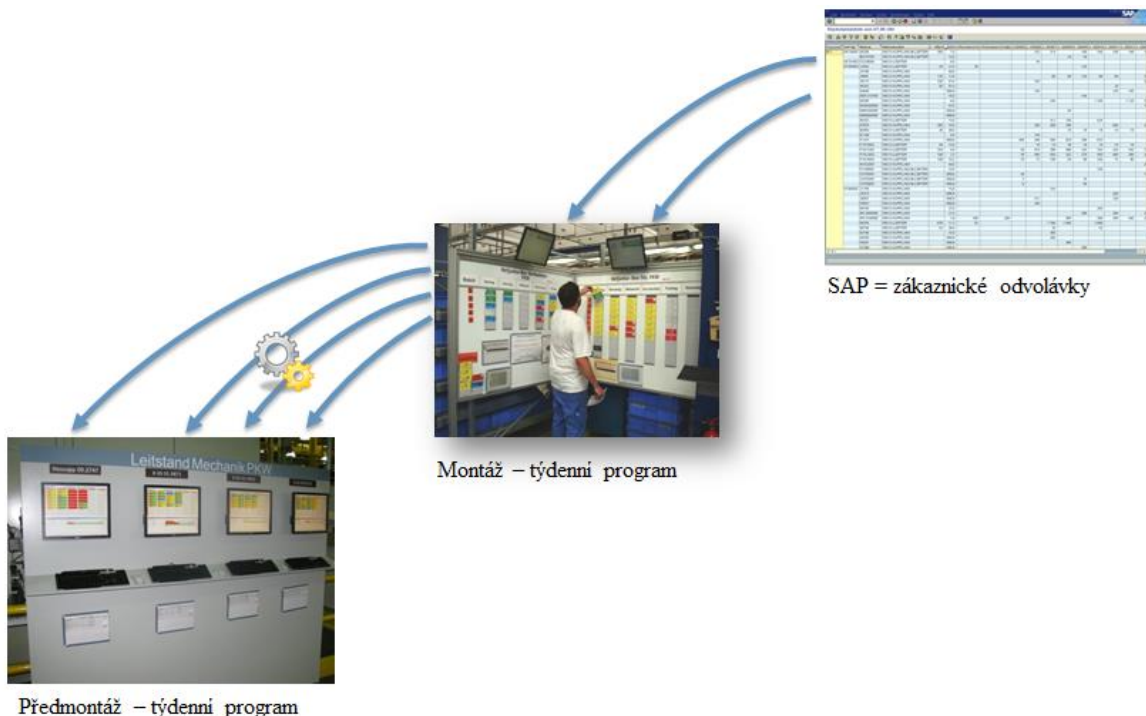
Obrázek 5: Heijunka box
Zdroj: API (2020a)

Cílem principu heijunka je stabilizovat proces, synchronizovat procesy, a to od příjmu materiálu po expedici, a docílit vysoké spolehlivosti při plánování bez jakéhokoli kolísání.

To vše stojí na vizi, že montáž montuje jen to, co zákazník požaduje, a předmontáž vyrábí jen to, co montáž potřebuje.

Obrázek 6 zobrazuje princip pull týdenního programu, který zpracuje logistika a vloží jej do systému SAP. Z něj si ho převezme mistr, který vytvoří strojní zakázku pro následující kalendářní týden, vytiskne jej a vloží ho do třídící schránky v kanceláři seřizovačů. Na pondělní směně ho seřizovač nastaví na týdenní plán na řídicím pracovišti (Mahle, 2020c).

Cílem předmontáže je vyrobení potřebných dílů pro montáž ve správný čas a ve správném množství – tím se redukuje zásoby. Docílí se toho tím způsobem, že se montáž a předmontáž synchronizuje dle týdenního plánu pro montáž, který se vyladí pro předmontáž. Týdenní plán je závazný podklad pro to „co a kdy se má vyrobit“. Každý den je rozdělený do dávek, které znamenají přesný časový úsek. Je možné, že se počet a velikost dávek pro každý stroj bude lišit, počet je závislý na podmínkách montáže a předmontáže (Mahle, 2020c).



Obrázek 6: Pull princip

Zdroj: vlastní zpracování dle interních dokumentů (Mahle, 2020c)

Pro vytvoření principu heijunka je nutné dodržet čtyři kroky:

1. stanovení taktu zákazníka (viz subkapitola 1.6.6);
2. vyrovnávání výrobního objemu;
3. vyrovnání výrobního mixu;
4. zavedení principu heijunka (Mahle, 2015).

Po stanovení taktu zákazníka je nutné vyrovnat výrobního objemu, což znamená rozvrhnout požadavky zákazníka přes celou plánovací periodu. Díky tomu se stanoví konzistentní, vyrovnané výrobní tempo, což vytvoří předvídatelný výrobní tok. Snahou je vyrábět dlouhodobě průměrné množství, udržovat velikost zásoby, která bude přiměřená k variabilitě požadavků a frekvenci dodávek (Mahle, 2015).

Dalším krokem je vyrovnání výrobního mixu. Výroba rozdílných produktů se rozvrhne rovnoměrně přes celou plánovací periodu. Čím více je vyrovnaný výrobní mix, tím větší je flexibilita reakce na rozdílné požadavky zákazníka s krátkou průběžnou dobou. V tomto kroku se dále stanovuje ukazatel EPEI (angl. *Every Part Every Interval*), což je doba, za kterou je znovu vyráběn určitý typ výrobku. K vyhodnocení EPEI bude nutné stanovit dostupné volné kapacity a maximální přípustné kapacity pro přestavby. Dále průměrný čas přestavby, ze kterého vyplývá výpočet možných přestaveb. Pokud se počítá EPEI u více výrobních procesů, vybere se jeho nejvyšší hodnota (Mahle, 2015).

Posledním krokem je rozhodnutí o použití principu heijunka na základě zvoleného druhu systému kanban. O tomto pojmu pojednává následující podkapitola.

1.6.7 Kanban

Mezi další prvky TPS se řadí **kanban systém**, který byl vymyšlen v 50. letech 20. století. Kanban se využívá pro plánování a řízení materiálového toku, který je založen na principu tahu. Dodavatel začíná vychystávat či vyrábět a odesílat odběrateli až tehdy, kdy dostane od odběratele signál, ve kterém je definována požadovaná dodávka (Jirsák et al, 2012). Liker (2007) definuje kanban jako ukazatel spotřeby, jehož účelem je předat předchozímu kroku signál v okamžiku, kdy je potřeba doplnit díly. Kanban je specifický tím, že signály se dávají pomocí papírových či plastových karet.

Kanban je japonský pojem a v překladu znamená štítek nebo karta, ale v širším významu může vyjadřovat i informaci. Za kanbanem jakožto informací může stát přepravní bedna, identifikační místo na podlaze, v regálu, boxu apod. V Evropě se ale označení kanban používá spíše pro japonský systém řízení výroby, který kanban karty využívá (API, 2020). Na kartách jsou vyznačeny údaje, v jakém množství a kdy má být daný produkt vyroben. V současnosti tyto údaje nahrazují čárové kódy (Vochozka a Mulač, 2012).

Výrobní proces funguje na principu tahu (angl. *pull*). Součástky se tedy vyrábí dle požadavku následujícího pracoviště, které vydá objednávku (kanban kartu) pracovišti předchozímu (API, 2020c). Vochozka a Mulač (2012) to dále specifikují tak, že celý systém funguje vlastně tak, že se žádné součástky nevyrábí do té doby, dokud není jejich výroba požadována pomocí kanbanových karet. Pracoviště je tedy nečinné do té doby, dokud ve schránce pro kanbanové karty není žádná karta.

Vochozka a Mulač (2013) uvádějí, že pracovníci kanbanovou kartu naleznou na dně přepravky, ve které je konstantní množství rozpracovaných výrobků. V tu chvíli, kdy si splní své úkoly v dané dávce, vezmou kanbanovou kartu, kterou předají svému předchůdci. Vše funguje na principu proti proudu. Pracovníci svou hotovou práci předají následujícímu pracovišti, čímž dají najevo, že je potřeba další dávka na zpracování. Díky tomuto postupu, který je velice efektivní, lze zajistit stálý výrobní takt a zároveň to vede k tomu, že se snižuje množství vadných součástek.

Je nepřípustné vyrábět díly bez kanban karty či převzít nekvalitní práci z předcházející operace. Nelze vyrábět jiné množství součástek, než je uvedeno na kanban kartě, a palety s díly mohou být skladovány a přepravovány pouze společně s příslušnými kanban kartami. Je nutné, aby množství kanban karet v oběhu bylo v souladu s potřebami finální montáže. Postupně se firmy snaží počet karet snižovat, čímž se snaží realizovat zlepšování procesů a odstraňovat plýtvání (API, 2020c).

Důvodem, proč firmy zavádějí systém kanban, je, že díky zavedení dochází ke snižování velikosti výrobních dávek, čímž mohou pružněji reagovat na potřeby zákazníka. Díky tomu se zmenšují požadavky na prostory na sklady a snižují se ztráty při nekvalitní výrobě, což vyvolá i snížení nákladů. Dalším důvodem je zpřehlednění toku ve výrobě, jelikož všechny potřebné informace se nacházejí na kanban tabuli (API, 2020c).

V rámci kanbanu se podnik snaží postupně eliminovat všechny sklady a mezisklady. Existují tyto základní druhy kanbanu:

- transportní (přepravní) kanban – používá se především při transportu materiálu od jednoho pracoviště ke druhému pracovišti.
- Výrobní kanban – dává pokyn k zahájení nějaké činnosti, na rozdíl od přepravního kanbanu se zde řeší kapacita dodavatelského výrobního pracoviště, kde se na kanbanovou tabuli připevňují kanbanové karty a za pomoci vizualizace a uspořádání karet se pak řeší, v jakém pořadí a jaké produkty se budou vyrábět.
- Expresní kanban – používá se při výskytu změn v materiálovém toku, kde se díly zpracovávají na základě času jejich příchodu, kdy mají přednost.
- Pomocný (jednorázový) kanban) – řeší nárazové, nepředpokládané změny v materiálovém toku (Bilík, 2008).

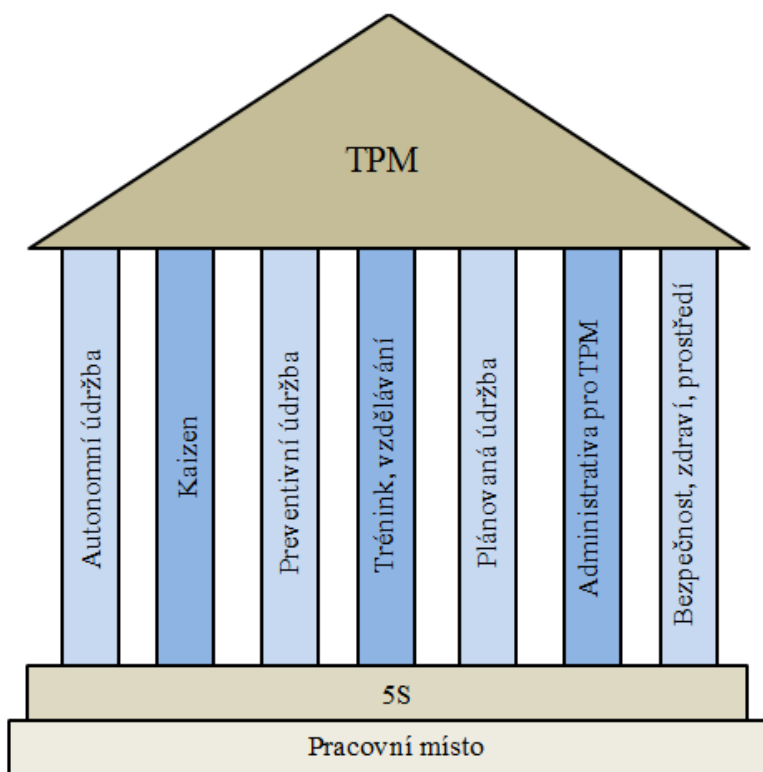
1.6.8 TPM

Pokud se nějaký problém vyskytuje opakovaně a značí to kritickou situaci, většinou se firmy musí rozhodnout a investovat do tzv. **úplné produktivní údržby – TPM** (angl. *Total Productive Maintenance*). V rámci TPM se všichni učí, jak správně čistit, kontrolovat a udržovat výrobní zařízení. Je nutné dosáhnout vysokého stupně stability, aby se systém opakovaně nezastavoval. Lidé jsou zde cvičeni, aby byli schopni vidět plýtvání a ztráty a řešit problémy (Liker, 2007). Ačkoliv se zde používá označení údržba, nemyslí se tím, že je tato metodika pouze věcí centrální údržby podniku. Naopak se zaměřuje na aktivní spolupráci všech zaměstnanců, aby eliminovala prostoje, havárie a výroby neshodných výrobků (Jurová, 2016). Za ztrátami v provozu stojí většinou poruchy strojů, zdlouhavé opravy, neplánované prostoje, seřizování a nevyužití rychlosti strojů či výroba zmetků, proto je hlavním cílem TPM, aby maximalizovala efektivnost těchto výrobních zařízení a snížila případné ztráty v provozu strojů (Mašín a Vytlačil, 2000).

Pro TPM je typické značení v domě pomocí pilířů podobně jako TPS systém (viz obr. 7). Agustíada (2015) rozlišuje tyto TPM pilíře:

- autonomní údržba,
- kaizen,

- preventivní údržba,
- trénink a vzdělávání,
- plánovaná údržba,
- administrativa pro TPM,
- bezpečnost, zdraví a prostředí,
- metoda 5S (viz subkapitola 1.6.1).



Obrázek 7: TPM

Zdroj: vlastní zpracování dle Agustiady (2015, str. 14)

Williams a Sayer (2012) rozdělují údržbu v rámci TPM na plánovanou, preventivní a samostatnou. Plánovaná údržba počítá s mírou opotřebení jednotlivých zařízení, dle které je stanoven plán s časovým a včasným vymezením, kdy bude údržba vykonána. Díky těmto informacím lze provádět i preventivní údržbu. Pokud nastane situace, kdy jeden ze strojů vykazuje problémové součástky, raději se zkontrolují i ostatní stroje, aby se neomezila výroba. Z čehož vyplývá, že preventivní údržba má na starosti zamezit haváriím, kvůli kterým by vznikly nadbytečné náklady na opravy apod. Pod samostatnou

autonomní údržbou stojí činnosti vykonávané pracovníky přímo na pracovišti, které provádějí během svých každodenních pracovních povinností.

1.7 Přínosy a ztráty při využití lean managementu a štíhlé výroby

Liker (2007) tvrdí, že pokud se firma rozhodne zavést lean management, může jí to pomoci v mnoha oblastech. Díky zavedení lean managementu může dojít například ke snížení výroby chybných a vadných dílů či ke snížení plýtvání. To pak vede ke snižování nákladů firmy či zvyšování využitelné plochy společnosti. Mimo již zmíněné to může ještě zvýšit schopnost vyhovět rozdílným požadavkům zákazníka, což povede k jeho většímu uspokojení. Kratochvíl (2017) uvedl, že pokud se firmy prostřednictvím lean managementu soustředí i na lidi, a ne pouze na jednotlivé metody, stává se „lean“ pro podnik přínosný. Za největší výhodu považuje to, že firmy si vychovávají lidi, které učí řídit změny a být iniciativní. Díky tomu poznávají svého zákazníka, znají míru přidané hodnoty, jsou aktivní, neustále se učí a stávají se úspěšní při řešení problémů.

Za nevýhodu lze považovat například špatně načasovanou dodávku materiálu, pokud se špatně stanoví metoda JIT, díky které jinak firmy dodávají na přesně stanovený čas. Ale ne za všechny případy, kdy je dochází ke zpoždění dodávky, jsou zodpovědné samotné firmy. Dodávka materiálu se může zpozdít například kvůli přírodním katastrofám či v důsledku dopravních nehod a jiných faktorů. Za nevýhodu lze tedy považovat i to, že konkrétní procesy musí být do detailu naplánované a promyšlené (Liker, 2007).

Může se stát, že firmy tento výrobní systém prosadí, aniž by se pořádně zamyslely nad celkovým pojetím koncepce štíhlé výroby. Bohužel se zaměří jen na vybrané úseky, což vede k menšímu úspěchu až neúspěchu. Firmy sice znají metody a nástroje štíhlé výroby, ale tu skutečnou podstatu lean myšlení pochopilo jen málo z nich. Firmy i jednotlivci by si měli uvědomit, že je to vlastně služba někomu jinému, kde „lean“ snižuje plýtvání a díky němu se neustále zlepšují procesy ve prospěch přidané hodnoty pro zákazníky (Kratochvíl, 2017).

1.8 ABC analýza

Vilfredo Pareto tvrdil, že pravidlo menšiny a většiny je postaveno na 20 % příčin, které mohou za 80 % důsledků. Pareto na tomto pravidle vysvětloval mnohé ekonomické, sociologické a politické teorie a právě z tohoto pravidla vychází ABC analýza. Metoda ABC se využívá v případě, kdy se pracuje s více prvky a je nutné zjistit, které skupiny prvků jsou pro proces podstatné. Pomocí ABC analýzy se pak tyto prvky rozdělují většinou do tří homogenních skupin např. dle jejich podílu na celkové spotřebě (Jirsák et al., 2012).

ABC analýza se může používat pro nastavení frekvence a způsobu dodávek zásob, dodacích lhůt pro zákazníky a dodavatele, či lze na jejím základě zjistit, které položky jsou vhodné pro JIT či kanban dodávky. Je důležité definovat, zda bude ABC analýza prováděna na základě spotřeby v kusech či bude vyjádřena v peněžních jednotkách (Jirsák et al., 2012).

V první řadě je nutné u všech identifikovaných položek materiálu stanovit výši spotřeby u každé položky, které se pak seřadí sestupně dle velikosti podílu na spotřebě. Většinou se všechny potřebné informace vygenerují z příslušného informačního systému za určité období, z kterého je vhodné vypočítat průměrnou spotřebu za zvolený interval.

V dalším kroku je zjišťován podíl průměrné spotřeby na celkové průměrné spotřebě v procentním vyjádření. Dále se již jednotlivé položky rozřazují do skupin a celá kategorizace záleží na nastavení dané společnosti, která si tyto pravidla nastavuje sama (Jirsák et al., 2012).

Oudová (2013) pak definuje jednotlivé kategorie následovně:

- Do **kategorie A** patří zásoby, které jsou pro podnik nejdůležitější, ale zároveň jsou i finančně nejvíce náročné. Tyto zásoby by měly být dodávány v pevně stanovených dodávkových cyklech a měl by se pravidelně aktualizovat stav zásob, důležité je také pravidelné propočítávání očekávané poptávky a inventura. Zásoby spadající do skupiny A jsou tvořeny zhruba 10 % položek podílejících se přibližně na 75 % spotřeby.
- Zásoby **typu B** pak již nejsou tak finančně nákladné jako zásoby typu A. Je stanovena větší velikost dávek, pojistná zásoba a skladový limit, který určuje okamžik

objednávky. Vzhledem k tomu, že jsou zásoby relativně snadno dostupné a dodací lhůty nejsou tak dlouhé, jsou objednávky tvořeny ve větších objednacích cyklech. Tento typ zásob tvoří přibližně 20 % položek, na které připadá 15 % spotřeby.

- Nejpestřejší jsou pak zásoby **typu C**, které se pořizují vždy na základě konkrétní potřeby, a tento typ zásob vytváří cca 70 % položek, které realizují 10 % spotřeby.

2 Představení společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o.

Případová studie této diplomové práce se zaměřuje na řízení výrobního procesu v závodě Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o. Závod se sídlem v Mnichově Hradišti je součástí koncernu MAHLE GmbH (dále jen MAHLE) a zabývá se výrobou a prodejem chladičů a klimatizací. Tento koncern a samotný závod je níže stručně představen v samostatných subkapitolách.

2.1 Představení skupiny MAHLE GmbH

V roce 1920 v německém městě Stuttgart bratři Mahle založili společnost MAHLE, kde se nejdříve vyráběly písty z lehké slitiny, které se používaly ve spalovacích motorech. O rok později se tato výroba rozšířila do celé Evropy a v roce 1929 byla zahájena sériová výroba vzduchových, olejových a palivových filtrů. Společnost uměla držet krok s dobou, skvěle se přizpůsobovala rozšiřování technologie a díky tomu si udržela své místo na trhu. V 90. letech začala společnost MAHLE rozšiřovat své pobočky do celého světa. Své zástupce má například v Brazílii, Jižní Americe, Severní Americe, Japonsku, České republice, na Slovensku, ve Francii aj. (Mahle, 2019a).

V důsledku akvizice většinového podílu společností Behr GmbH & Co. KG, kterou Mahle uskutečnila v letech 2010–2013, získala divizi, díky které se mohla její výroba zaměřit na klimatizační jednotky a chlazení motorů osobních a nákladních automobilů.

Nyní se firma Mahle Behr GmbH & Co. KG (dále jen Mahle Behr) rozděluje dle specializace výroby na čtyři obchodní jednotky:

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

Hlavní kompetencí MAHLE je již od jejich počátku vývoj pístových systémů (viz obchodní jednotka **BU1**). Jejich produkty se používají po celém světě u dvoukolových vozidel, osobních automobilů, užitkových vozidel a velkých motorů. Filtry, čerpací systémy a chladiče olejů se v MAHLE (viz jednotka **BU2**) vyrábí tak, aby se zvýšila

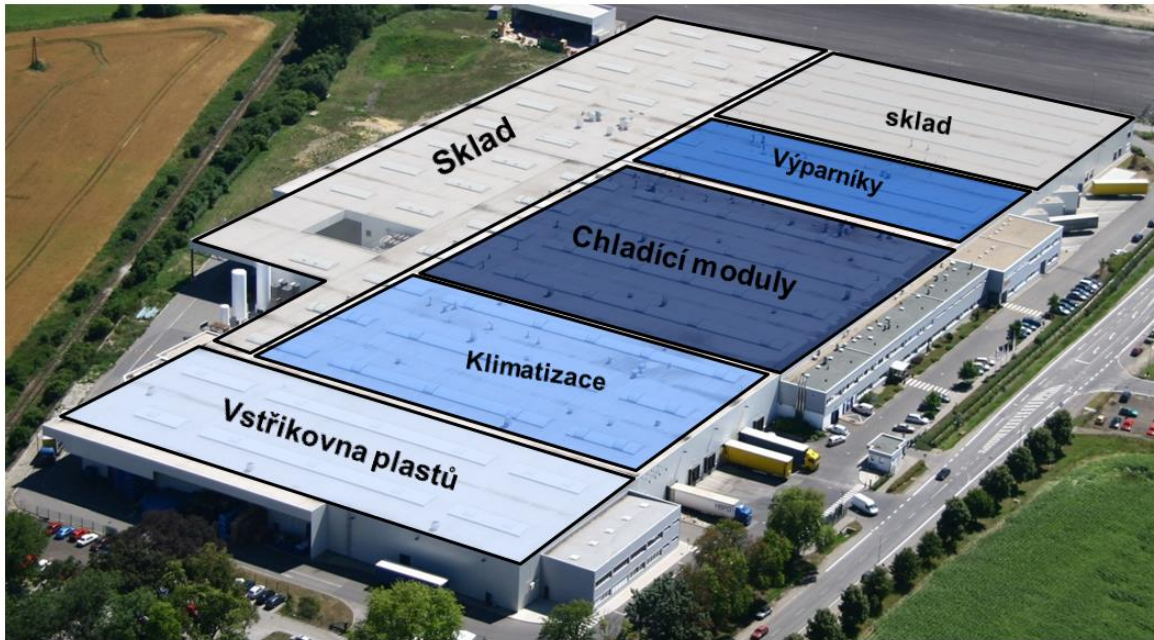
účinnost a životnost motorů a aby snižovaly emise. Díky tomu se snaží přispívat k čistému ovzduší a zabraňuje poškozování motoru v důsledku jeho znečištění. Vzhledem ke zvyšování elektrifikace hnacího ústrojí byla vyžadována inovace v rámci obchodní jednotky **BU3**, která se věnuje bateriím a celé elektrické hnací soustavě. Výsledek pak zajišťuje konstantní teplotu a rovnoměrné rozdělení teploty mezi články baterie. Poslední jednotka, **BU4**, dodává široké portfolio produktů a služeb v originální kvalitě do obchodních a automobilových dílen po celém světě. Kromě standardních náhradních dílů, jako jsou součásti motoru, filtry, turbodmychadla a součásti mechatroniky, MAHLE stále více nabízí produkty pro diagnostiku vozidel, analyzátory výfukových plynů a servisní zařízení pro údržbu systémů HVAC a automatických převodovek (Mahle, 2019b).

MAHLE se v současnosti snaží věnovat rozvoji v oblasti elektromobility. Společnost MAHLE vyvíjí vysoce efektivní pohonné systémy a výkonovou elektroniku pro elektrické hnací ústrojí. Systémová řešení pokrývají všechny druhy vozidel: od elektronických skútrů a strojů po užitková vozidla a osobní automobily. Díky odborným znalostem v elektrických a elektronických součástkách a systémech mohou nabídnout integrovaná systémová řešení v oblasti elektromobility (Mahle, 2019b).

V současné době je Mahle Behr Group celosvětovým předním výrobcem komponentů pro spalovací motory, klimatizace a chlazení motoru. Společnost ke dni 11. 10. 2019 zaměstnává přes 65 000 zaměstnanců ve více než 140 výrobních závodech (Mahle, 2020a).

2.2 Základní informace o závodě Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o.

Závod v Mnichově Hradišti (viz obr. 8), který spadá pod obchodní jednotku BU3, byl založen v roce 1998 jako HELLA-BEHR a v následujícím roce byla zahájena výroba klimatizačních jednotek pro osobní automobily. V roce 2002 byla zavedena výroba vodních chladičů a chladících modulů a v roce 2003 byl závod rozšířen o výrobu vzduchových chladičů, modulů pro nákladní automobily a topných těles a o výrobu výparníků. V roce 2007 byla vybudována vstřikovna plastů, která slouží pro interní výrobu plastových komponentů. Dále probíhalo různé rozšiřování výroby týkající se například výroby výparníků nebo vstřikovny a v roce 2013 byl závod převzat skupinou MAHLE (Mahle, 2020a).



Obrázek 8: Závod v Mnichově Hradišti
Zdroj: Mahle (2020a)

Závod Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s.r.o. ke dni 11. 10. 2019 zaměstnává cca 1 162 zaměstnanců, kteří pracují na třísměnný provoz. Společnost se řídí fraktálovou organizační strukturou, jejíž součástí jsou čtyři výrobní úseky:

- fraktál AM – klimatizace pro osobní automobily;
- fraktál ET – chladicí moduly pro SUV a kamiony;
- fraktál IM – vstřikování plastů;
- fraktál AC – výparníky a klimatizace (Mahle, 2020).

Společnost Mahle Behr Mnichovo Hradiště vyrábí klimatizace, výparníky, chladicí moduly a komponenty pro osobní automobily a nákladní automobily. Klimatizace a výparníky od nich odebírají například zákazníci jako Audi, BMW, Porsche a Volvo či Škoda Auto (Wanzl, 2018). Firmy Mercedes-Benz a MAN jsou hlavními zákazníky chladících modulů pro nákladní automobily (Wanzl, 2018).

Samotná vstřikovna plastů vyrobí cca 25 000 plastových dílů denně a spotřebuje u toho cca 25 tun plastu za den. Z plastu jsou vyrobeny pro další použití ve výrobě kryty výparníků, vodní a vzduchové nádrže, expanzní nádržky, díly klimatizací a kryty (Mahle, 2020).

Podnik řešený v případové studii je podnikem fraktálovým, respektive s fraktálovou organizační strukturou. Fraktál jako takový je organismus a výtvar přírody, který je vytvořen pomocí několika prvků, a které se opakují. Fraktály vytvářejí velmi různorodé komplexní struktury, které jsou přizpůsobeny úlohám, jež mají splnit (API, 2020b).

Aby firmy ideálně zapojily zaměstnance do chodu celé firmy, vznikla „fraktální síť“, která vychází ze samovolného uspořádání a řízení živých organismů. V živých systémech je plně využíváno nezávislých specializovaných orgánů, jež spolu vzájemně spolupracují. Jelikož se každý fraktál zaměřuje na svou specializaci, je tím umožněna vysoká odbornost a efektivita při vytváření přidané hodnoty pro partnery firmy ve vytvořené síti „biosystému“ (Häuser, 2009).

V podniku, kde je organizace dána fraktály, je důležitá orientace na společné cíle. Tyto cíle jsou rozpracované od vize a strategie až na tu nejnižší úroveň, kde nejnižší úroveň zastupují právě fraktály a jednotliví pracovníci. Je důležité, aby cíle byly propojeny takovým způsobem, že všichni ve firmě tahají za jeden provaz (API, 2020b). Ve fraktálovém podniku je odpovědná za úspěch v podnikání „vedoucí firma“, která organizuje spolupráci „interních firem“, které odpovídají za vytváření přidané hodnoty. Dále jsou odpovědné za krátkodobé i dlouhodobé uspokojení potřeb zákazníků. Díky tomu jsou schopni zvýšit produktivitu, snížit nákladovost, zvýšit kvalitu dodávaných služeb či zkrátit reakční čas (Häuser, 2009).

Za hlavní vlastnosti fraktálu se považují dynamika, podobnost, samooptimalizace a samoorganizace v malých a velmi rychlých řídicích okruzích. Fraktály nečekají na příkazy či směrnice, ale fungují dynamicky, je důležité, aby se vyvíjely, rostly a redukovaly tak, jak to vyžaduje dané prostředí, ve kterém fungují.

Dále si fraktály poskytují navzájem služby a společně sledují společné cíle organizace. Je zde budována kooperace na základě vztahu zákazníka a dodavatele. Ve fraktálech je jasně definovaná oblast působení a cíle, je jim ale ponechána volnost v tom, kterými prostředky a metodami těchto cílů dosáhnou (API, 2020b).

Häuser (2009) uvádí, že mezi hlavní přínosy fraktálového uspořádání patří jednoznačnost v uspořádání společnosti a průhlednost fraktální sítě, díky které je umožněna jednoznačná diagnostika úzkých míst a rychlá reakce v případě krizí. Naopak za bariéru úspěšné aplikace fraktálního řízení považuje nepochopení cílů a principů, na kterých firma funguje. Hlavním cílem je odstranění bariér u jednotlivých zaměstnanců, které brání možnosti jejich úspěchu a seberealizace.

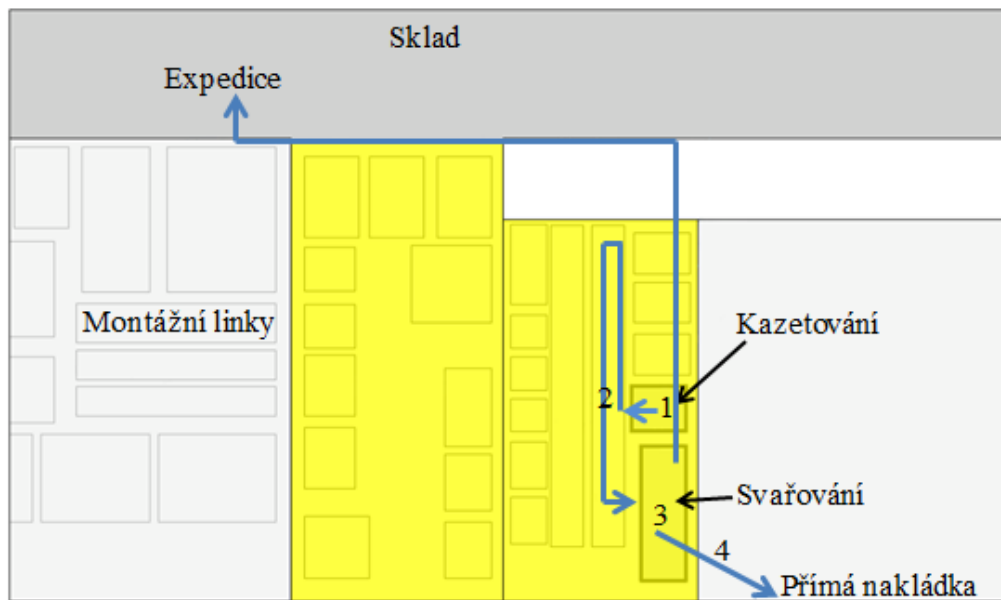
3 Analýza fraktálu ET

Tato část případové studie se bude zabývat analýzou a tvorbou mapy současného stavu fraktálu ET. Na tomto fraktále se vyrábí chladiče a chladicí moduly pro nákladní a užitkové automobily. Fraktál ET disponuje dvěma pecemi a pracuje tu cca 178 zaměstnanců. Pro pochopení mapy je nejdříve nutné vysvětlit a popsat výrobní proces výroby chladiče. Dále je v této kapitole zobrazena ABC analýza, která je důležitá pro výběr reprezentanta a pro celé mapování materiálového toku výroby vzduchového chladiče.

3.1 Popis procesů výroby

Předtím než je možné hotový chladič namontovat do nákladního vozidla, musí projít složitým výrobním procesem. Výrobní proces se sestává z těchto operací: kazetování, letování, svařování a kontrola těsnosti. Jednotlivé výrobní operace jsou v této podkapitole popsány v pořadí, v jakém jsou na lince prováděny.

Celý níže uvedený proces je zobrazen na schématickém nákresu toku výrobku (viz obrázek 9). Je zde zřejmé, že materiál vstupuje jako první na kazetování (1), z něž pokračuje do pece (2) a poté na svařování (3). Po konečné kontrole těsnosti (4) jde na přímou nakládku či do skladu, kde se připravuje k další expedici.



Obrázek 9: Layout s tokem materiálu
 Zdroj: vlastní zpracování dle interních materiálů (Mahle, 2020b)

První operací, která je součástí tohoto výrobního procesu, je **kazetování** (na VSM mapě obr. 11, str. 61 znázorněno jako Korea 1). Vzduchový chladič se skládá z bloku, který je tvořen dnem, trubkami, bočními lištami a lamelami. Kazetovací stroj se dělí na dvě části. V první části je lamelovačka, ve které se z hliníkové cívky nasekají a zohýbají lamely. V další části je již napojena kazetovačka, kde se skládá síť a jádro chladícího modulu tím, že se ve stroji vkládají střídavě lamely a ploché trubky. Ke konci je nutné na blok nalisovat boční díly a sběrné trubky, vzhledem k tomu, že doteď blok držel jen díky vlivu tření. Operátor musí zkontrolovat skazetovaný blok a případně jeho nedostatky opravit ručně. Pokud je vše v pořádku, nasadí na blok letovací klip, vyjme blok ze stroje a odloží na válečkový dopravník, který vede do pece.

Teď je na řadě další operátor, který na blok aplikuje Flux, což je přípravek, který se v peci pod vysokou teplotou nataví na jádro. Po fluxování blok putuje do **letovací pece** (angl. *furnace*), kde se díky různým teplotním profilům zlepší vlastnosti bloku – vysoké teploty způsobí, že se části bloku zaletují, netěsnosti se vyplní pájkou a díky tomu vznikne celistvý blok. Doba, kterou blok stráví v tomto výrobním procesu, je cca 50 minut a po jejím uplynutí se bloky naskládají na vozíky a přesunou se do meziskladů.

Z meziskladů se bloky přesunou na proces **svařování** (angl. *welding*). Fraktál ET disponuje čtyřmi svařovacími boxy. V těchto boxech se na boku dílů založí hliníková víka

s přípojovacími otvory pro vedení chladicího vzduchu. Svářeč následně celou sestavu svaří.

Po procesu svařování se z jádra stává chladič, který je zapotřebí v lokalizační vaně na **zkoušku těsnosti** (tzv. leak testem) překontrolovat. Operátor nasadí na trubky chladiče přípojky, natlakuje ho vzduchem a ponoří ho pod vodu, díky čemuž se sledují netěsnosti a chyby. Pokud vzduch nikde neuniká, blok je těsný a kontrola je úspěšná. V případě úniku je snadné ve vodě lokalizovat netěsnící místo, které je nutné opravit.

Hotové chladiče jsou zabalené do zákaznických palet a následně se odvezou do přistavěného návěsu.

3.2 Mapování fraktálu ET

Cílem mapování fraktálu ET je optimalizace materiálového toku výroby vzduchového chladiče pro zákazníka Daimler a Scania (CAC). Firma se rozhodla mapovat tento hodnotový tok kvůli těmto problémům:

- 1) Jednou týdně je nutné, aby dvě směny vyráběly výrobky pro zákazníka KAMAZ, to způsobí narušení již nastaveného systému JIS na svařovacích boxech, a tím pádem se vyřadí dvě směny z aktuálně mapovaného projektu.
- 2) Dalším problémem je nerovnoměrné obsazování čtyř svařovacích boxů, což způsobuje významné ztráty produktivity a zejména kapacity.

Úkolem autorky a týmu, který je složen z pracovníků různých oddělení (viz tab. 3), je analyzování a mapování dané linky na fraktále ET. Výchozí hodnotou je plánovaný objem výroby za období říjen–prosinec 2019 a leden–květen 2020. Aby mohl být plánovaný objem určen, je důležité na začátku mapování zvolit ze souboru vhodného reprezentanta, který je z pohledu firmy nejvýznamnější. Pro tento výběr je vhodným nástrojem ABC analýza, jejíž výsledky jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 3: Složení týmu projektu

Pozice v projektu	Pozice ve firmě	Podíl práce v %
Champion projektu	Manažer výrobního úseku	5
Vedoucí projektu	Vedoucí průmyslového inženýrství	10
Metodický vedoucí	Autor DP	60
Implementátor řešení	Průmyslový inženýr	15
Informační tok	Vedoucí plánování výroby	10
		100

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 3 je zřejmé, že se na celém projektu podílelo celkem pět lidí z různých oddělení, kde každý přispěl jiným dílem. Champion projektu, který je manažerem ET fraktálu, celý projekt inicioval a podílel se na jeho tvorbě přibližně 5 %. Vedoucí oddělení průmyslového inženýrství projekt vedl a dohlížel na dodržování termínů, čímž se na projektu podílel cca 10 %. Autorka této diplomové práce byla v pozici metodického vedoucího a měla na starosti přípravu dat pro mapování i ABC analýzu, vedla workshopy při vytváření mapy současného i budoucího stavu a na závěr měla na starosti návrhy pro zlepšení a výpočty benefitů. Na celkovém projektu se podílela cca 60 %. Odborníkem na technickou stránku realizace byl implementátor řešení – průmyslový inženýr a podíl jeho práce lze vyjádřit 15 %. Vedoucí plánování výroby dodal data o zákazníkovi, aktuálním plánování a byl zde důležitý jako konzultant a následně i schvalovatel navrženého způsobu plánování výroby, podíl jeho práce lze určit 10 %.

Tabulka 4: ABC analýza

Číslo dílu	Objem výroby za měsíc (ks)	Podíl na celkové výrobě (%)	Kumulace podílu (%)	Kategorie ABC
GW472006	5 972	49	49	A
FT197001	1 307	11	59	A
FT196001	1 092	10	69	A
HR299005	1 197	9	78	A
GW473006	884	7	85	B
FT195001	420	5	90	B
GW475006	562	4	93	B
HR300005	238	2	95	B
EW338001	300	1	96	C
H8269003	117	1	98	C
U2832001	130	1	99	C
GW474006	52	0	99	C
S8602003	36	0	100	C
HR301005	52	0	100	C
N7936003	15	0	100	C
Celkem	12 372			

Zdroj: vlastní zpracování

Ceny za jednotku a celkovou hodnotu výroby v Kč, které bylo zapotřebí použít pro provedení ABC analýzy, nelze zobrazit z důvodu ochrany údajů společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště, avšak k dispozici byly údaje o plánovaném objemu výroby za období říjen-prosinec 2019 a leden–květen 2020, ze kterých se pomocí aritmetického průměru přepočítala data, která pak již byla použitelná v rámci ABC analýzy. K dílům, které patří do kategorie A, je nutné vyhledat v programu SAP další informace ohledně dodavatelů, balení a toho, na jakém pracovišti vstupuje materiál do výroby.

3.3 Tvorba mapy současného stavu a výpočet VA-indexu

Tato podkapitola se bude věnovat tvorbě mapy, která bude analyzovat současný stav. Zde si autorka vytvoří pohled na celkové řízení výroby, jakým způsobem se pohybuje materiál, a zjistí, odkud a jakým stylem se předávají informace. Mapování začíná od zákazníka a postupuje proti toku materiálu k dodavateli. Níže je uveden podrobnější postup při mapování toku materiálu v několika krocích.

1. krok – sběr dat

Prvním krokem je tzv. door to door – rychlá procházka od dveří ke dveřím mapovaného toku. Při mapování je důležité poznat proces od vstupu až k výstupu kvůli bližšímu seznámení s procesem a pracovištěm. Od plánovače se musí zjistit průměrný měsíční požadavek od zákazníka, který je nutné přepočítat na denní požadavek. Dále následuje pozorování pracovníků, měření a zaznamenávání pracovních úkonů.

Díky tomuto pozorování byl zjištěn počet pracovníků, přesný čas procesu výroby, počet kusů materiálu ve výrobě a ve skladu a činnosti, které nepřidávají hodnotu. Sběr těchto dat byl proveden za pomoci papíru, tužky a stopek.

2. krok – materiálový tok

Při zjišťování všech potřebných informací se může začít tvořit mapa. Tvorba mapy začíná mapováním materiálového toku, tedy zakreslením zákazníka, kde je vhodné doplnit jeho základní informace (denní požadavek zákazníka, počet kusů, takt zákazníka, apod.). Pokračuje se zakreslením dodavatele surovin a základních operací, které se podílejí na výrobě – sklady, mezisklady, kazetování, pec, svařování, zkouška těsnosti a expedice. U všech procesů je zapotřebí doplnit počet operátorů, čas cyklu a přestaveb a procesní čas.

3. krok – informační tok

Dále se mapa zaměřuje na informační tok, ve kterém je zobrazen informační systém SAP, disponent, plánovač fraktálu ET, mistr a team leader. Celé zakreslování do mapy probíhá zprava do leva. Smyslem je zjištění způsobu objednávání materiálu, plánování a řízení výroby.

Díky vytvoření VSM se získal přehled o materiálovém a informačním toku hodnot a způsob řízení zásob.

4. krok – ukazatel efektivity (VA-index)

Po zakreslení všech získaných dat následuje fáze analýzy, která je vyhodnocena pomocí VA-indexu. Pod schéma VSM se zakreslí VA-linka, do které se vnesou data z mapování. Po zakreslení materiálového a informačního toku se sečtou všechny zaznamenané údaje o každém procesu ve dvou úrovních. První úroveň vyjadřuje sumu časů, které přidávají hodnotu výrobku, druhá úroveň pak znázorňuje sumu časů, kdy se materiál

či rozpracovaná výroba držely v zásobě. Horní linka zobrazuje počet dnů čekání daného materiálu na skladě, spodní zase procesní časy daných pracovišť. Po dosazení dat se vypočítá VA-index, který vyjadřuje, jaký podíl z celkové průběžné doby výroby tvoří práce, která přidává hodnotu, a na kolikaprocentní podíl připadá na plýtvání.

Současná hodnota VA-indexu

Součet cyklových časů jednotlivých operací udává čas, ve kterém se přidává hodnota. Čas, za který projde výrobek celým výrobním procesem, včetně času na přípravu a času expedice, určuje průběžnou dobu výroby. Průběžná doba ukazuje celý tok materiálu včetně doby skladování.

Z obrázku 10 je zřejmé, že čitatel VA-indexu udává **celkový procesní čas 5 193 sekund**, což je 0,065 dne (na obrázku 9 značeno jako PT, angl. *Process Time*). Jmenovatel je 1,814 dne a značí to **průběžnou dobu** – dobu od zadání objednávky až po jeho dokončení (na obrázku 9 označeno PLT, angl. *Process Lead Time*). Výsledek **efektivity procesu** (angl. *Process Cycle Efficiency, PCE*) je synonymem pro VA-index, vychází v procentech a činí 3,5 %. Je to podíl z celkové průběžné doby, kdy je výrobku přidávána hodnota. Pro výpočet VA-indexu je nutné údaje z VA linky prohodit. Výpočet vychází ze vztahu (3).



Obrázek 10: Linka VA-indexu (VSM)

Zdroj: vlastní zpracování

$$VA - index = \frac{\text{čas, kdy je produktu přidávána hodnota}}{\text{celkový čas cyklu}} \times 100 \quad (3)$$

$$VA - index = \frac{5193 \text{ s } (0,065 \text{ dne})}{1,814 \text{ dne}} \times 100 = 3,5 \%$$

Indexem přidané hodnoty bylo vypočteno, že z celkové průběžné doby je 3,5 % přidáváno na hodnotě produktu, zatímco produkt vzniká.

Obrázek 11 ukazuje výslednou VSM současného stavu, přičemž hodnota VA-indexu je uvedena v pravém dolním rohu. Díky nástroji VSM je objasněn vzájemný vztah

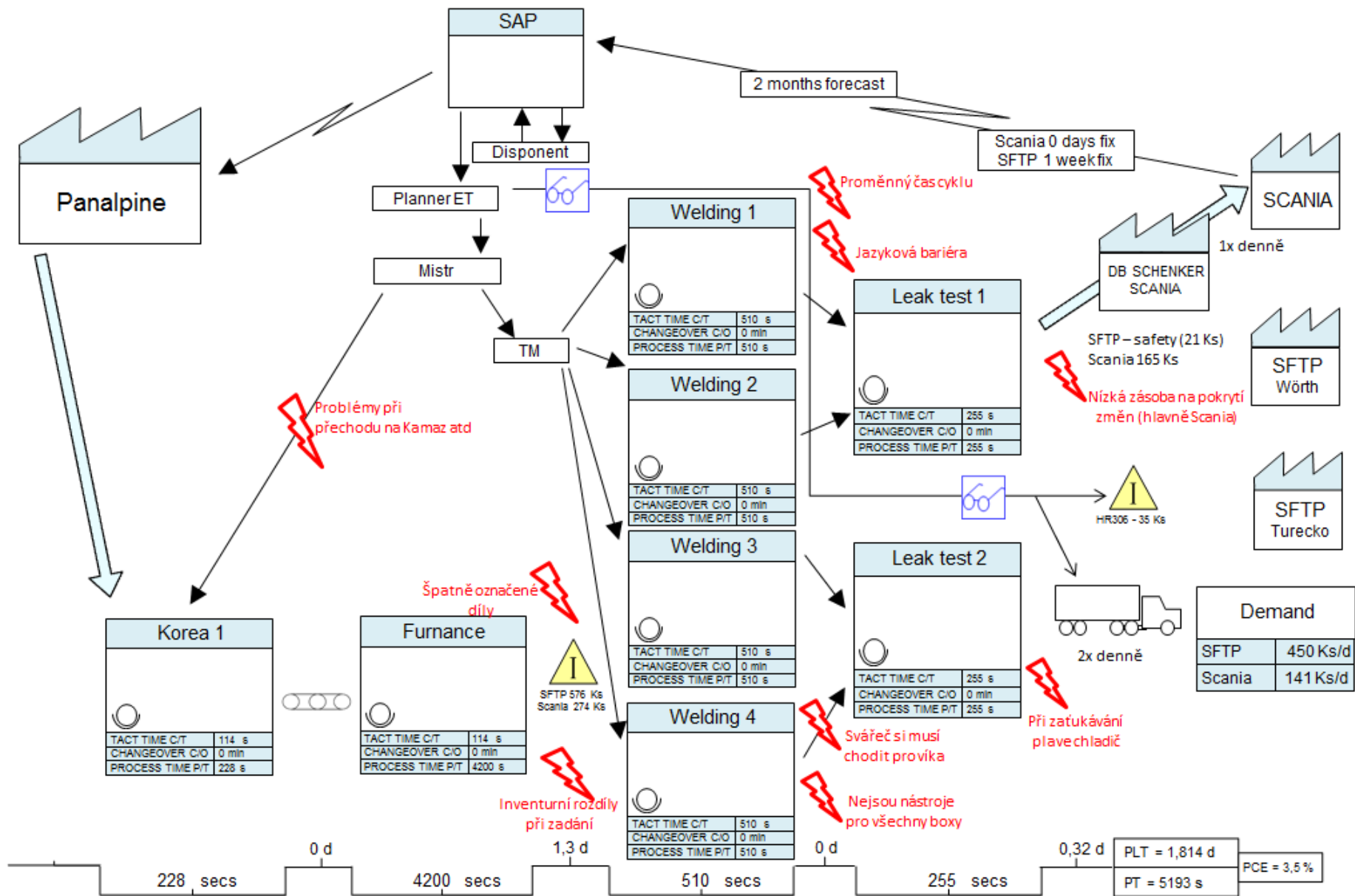
materiálových a informačních toků vzduchového chladiče pro zákazníky Daimler a Scania. K vytvoření VSM mapy autorka využila informace získané během mapování a následných schůzek se členy týmu. Je zřejmé, že veškerá komunikace mezi společnostmi, dodavateli i odběrateli probíhá elektronickou formou. Mapa ukazuje, že díly, které dodává spediční společnost Panalpine, musí nejprve projít procesem svařování na kazetovačce Korea 1. Po tomto procese se díly přesouvají přes pásový dopravník a putují do pece. Mezi pecí a svařováním vznikl sklad obou sledovaných vzduchových chladičů (SFTP 576 ks, Scania 274 ks). Dalšími stanovišti, která mapa znázorňuje, jsou čtyři svařovací boxy, ze kterých díly pokračují do dvou van na zkoušku těsnosti.

Diplomantka dále do VSM mapy doplnila tyto informace o jednotlivých pracovištích:

- počet pracovníků;
- cyklový čas pracoviště (C/T);
- čas přestaveb (C/O);
- procesní čas (P/T).

Hlavními výstupy mapy jsou informace o velikosti a stavu rozpracovanosti, informace o procesních časech a kapacitách, či z ní je zřejmé množství meziskladů a jejich řízení aj.

Dále do mapy autorka práce zakreslila nedostatky, které zjistila při mapování. Upozorňuje například na problémy kvůli jazykové bariéře zaměstnanců, na špatně označené díly či na nízkou zásobu, která by byla nedostačující na pokrytí případných změn. Podrobněji jsou tyto nedostatky popsány a shrnuty v kapitole 3.5.



Obrázek 11: Mapa současného stavu

Zdroj: vlastní zpracování

3.4 Řízení výroby

Řízení materiálového a informačního toku je naplánováno ve čtyřech úrovních. Využívá se informační systém SAP, disponent, plánovač a team leader. Disponent odebírá každý den ze systému SAP informace, které je zapotřebí zkontrolovat, a vrací je zpět. Ze systému SAP si je pak vytáhne plánovač, který zjistí, co a v jakém množství se má za daný den vyrobit. Nejprve však musí zkontrolovat stav finálních produktů a případně plán poupravit. Následně plán předá mistrovi. Plánovač provádí spoustu manuální práce, kterou bude dle autorky zapotřebí eliminovat. V systému SAP je možné vidět objednávky ve dvouměsíčním výhledu, kde zákazník Daimler má zafixovanou a naplánovanou výrobu na 1 týden a plný kamion odjíždí dvakrát denně. Zákazník Scania zafixovanou požadovanou výrobu nemá, ale může si své požadavky měnit téměř do odjezdu kamionu s určenou objednávkou. Vzhledem k tomu je požadováno vytvoření jednodenního skladu pro kompenzaci těchto výkyvů a nakládku odjíždí jednou za den.

Proces výroby probíhá ve třech směnách a každá směna má svého mistra výroby. Mistr výroby informace převezme od plánovače fraktálu ET a následně je předá team leaderovi. Díky tomu, že všichni technickohospodářští pracovníci sdílí společnou kancelář, je plánovač výroby s mistrem v neustálém kontaktu a jejich komunikace tak může probíhat i osobně. Mistr pak každý den osobně komunikuje s team leadrem a s pracovníky ET fraktálu, jimž sděluje denní plán výroby.

3.5 Shrnutí zjištěných nedostatků

Během mapování současného stavu byly zjištěny a zakresleny do mapy (viz obrázek 11) níže uvedené nedostatky:

- **velký počet přestaveb** – kvůli velkému počtu typů vzduchových chladičů, které je potřebné vyrábět, se ztratí mnoho času velkými přestavbami, které jsou zároveň i velmi časově náročné.
- **Chybí nástroje u svařovacích boxů** – kvůli tomu není možné sjednotit proces svařování s procesem kazetováním na Koree 1.

- **Opakované dočasné omezení kapacity kazetovačky** – jednou za týden je nutné, aby dvě směny vyráběly projekt KAMAZ, což způsobí, že vypadnou dvě směny na projekt řešený v této diplomové práci.
- **Čtyři úrovně plánování** – plánování finálního výrobku na čtyřech úrovních (SAP, disponent, mistr a team leader), zbytečně složitý systém, ve kterém je mnoho prostoru pro chyby.
- **Dva druhy skladování mezi pecí a svařováním** – výroba je uskladněna i v externím skladu – kvůli tomu je zde dlouhá reakční doba. Z tohoto důvodu pak trvá déle, že se materiál dostane na své pracoviště.
- **Proměnné časy cyklu u svařování** – ET fraktál disponuje čtyřmi svařovacími boxy. Vzhledem k nedostatečnému počtu svářečů je téměř pravidlem, že ne každou směnu se podaří rozjet všechny boxy, což způsobuje proměnlivý výstupní C/T. Operace na sebe nenavazují, nejsou vytaktované, a to způsobuje ztrátu kapacity a pokles produktivity.
- **Nízké zásoby** – při změně objednávek by zásoba nestačila na pokrytí změn, což se týká především zákazníka Scania.

Mimo jiné bylo dále při mapování zjištěno, že jsou špatně označené díly, kvůli čemuž vznikají inventurní rozdíly. Neméně důležitým problémem je jazyková bariéra, kdy dělník není schopen pochopit zadání práce od team leadera.

3.6 TPM

Diplomantka shledala, že do metody TPM, která je na v rámci celého podniku částečně zavedena, jsou zapojeni všichni pracovníci podniku. Momentálně je na kvalifikované pracovníky strojních zařízení převedeno několik činností, jako je čištění zařízení, doplnění potřebných provozních kapalin a kontrolování zařízení. Ve společnosti je metoda TPM zavedena pomocí tzv. TPM karet a TPM nástěnek. Zaměstnanci mají ve svých povinnostech péči o výrobní stroje a zařízení a monitorování stavu výrobního zařízení.

Každý stroj má svou strojní tabuli, kde jsou informace o daném stroji, evidenci a návodech k čištění. Dále je na každé tabuli předpřipraven slot na TPM karty. Při vyskytnutí nějakého problému, který by mohl mít vliv na bezpečnost práce, stav zařízení, kvalitu nebo

produktivitu, musí pracovník vyplnit TPM kartu. Na kartu je nutné vyplnit datum, číslo stroje, jméno pracovníka a stručný popis vyskytnutého problému. Z vyplněné TPM karty pracovník odtrhne spodní část a tu pak umístí do slotu strojní tabule daného stroje. Horní část TPM karty pak zanechá u stroje na místě poruchy. Firma má pro všechny typy závad určenou jednotnou barvu TPM karty – červenou.

Do systému v současnosti vstupují celkem tři lidi – operátor výroby, osoba, která sbírá TPM karty a člověk z údržby, který karty posbírání z vizualizačních koutů (pojem vysvětlen níže) po celém podniku a odnáší je na centrální údržbu.

Team leader, mistr nebo parťák mistra mají na starosti pravidelné obcházení výroby, přičemž sbírají TPM karty ze slotů, které jsou umístěny na strojních tabulích, které pak umístí do vizualizačního koutku. Každý fraktál má svůj vizualizační koutek, kde se rozebírají akční plány, možné audity a ukazatele produktivity výroby aj. Následně si TPM karty ve vizualizačním koutku vyzvednou údržbáři, kteří je odnesou na centrální údržbu a až pak na základě toho lze provádět dané opravy. V momentě, kdy se porucha vyřeší, údržba konkrétní opatření ručně zapíše do provozního deníku daného zařízení.

Diplomantka v systému papírových TPM karet shledává velké nedostatky převážně kvůli tomu, že je možné, že si údržba nahlášených problémů, kvůli nepřehlednému a zastaralému systému, ani nevšimne. Dále je možné, že pokud operátor výroby nedodrží daný postup a nevypíše TPM kartu a s údržbářem se pouze domluví a ten na to následně zapomene, opět to může prodloužit dobu oprav. S TPM kartami souvisí další nedostatek, kterým jsou provozní deníky jednotlivých zařízení, do kterých se píše ručně. Deníky jsou potřeba někde skladovat a zápisy jsou bohužel v mnoha případech špatně čitelné.

Mimo jiné autorka diplomové práce spatřuje problém i v tom, že TPM karty jsou umístěny na jednom místě v jednotné barvě, bez rozlišení, zda se jedná o běžnou poruchu či elektrickou poruchu aj.

4 Mapa budoucího stavu

Poté, co autorka diplomové práce za pomoci MS Power Point vytvořila mapu současného stavu, je na řadě vytvoření mapy hodnotového toku pro budoucí stav (dále jen VSD). V rámci VSD jsou zobrazeny autorčiny návrhy na opatření k odstranění identifikovaných nedostatků současného stavu (viz obr. 13). Mapa budoucího stavu byla vytvořena stejným způsobem, jak je uvedeno v podkapitole 3.3, a jsou v ní zobrazeny tyto plánované změny a návrhy na zlepšení:

- stanovení taktu zákazníka;
- zrušení pozice disponenta;
- zavedení FIFO mezi pecí a svařováním;
- rozdělení procesu svařování na dvě buňky;
- nastavení principu heijunka dle sekvence kanban.

Pro mapu budoucího stavu je nutné stanovit **takt zákazníka**, kdy se synchronizuje krok výroby s krokem prodeje. Pokud by se vyrábělo rychleji, než je takt zákazníka, vzniká nadvýroba. Pokud by se vyrábělo pomaleji, výroba by nestíhala vyrábět a nebylo by možné dodávat. Proto je nutné určit tempo, které musí proces dodržovat dle aktuálních potřeb zákazníka – takt zákazníka. K výpočtu je použit vztah (2).

$$\text{Takt zákazníka} = \frac{7,5 \times 3600 \times 3}{591} = 137 \text{ s}$$

V čitateli zlomku je uveden čistý disponibilní čas pracovníků za směnu (tj. 7,5 hod.). Vzhledem k tomu, že je potřeba vyjádřit tuto hodnotu v sekundách, byla hodnota vynásobena 3 600 s (počet sekund za hodinu). Pro získání denního pracovního času je nutné hodnoty vynásobit počtem směn za den (tj. tři směny). Ve jmenovateli je dosazen odběratelův denní požadavek výrobků (tj. 591 kusů). Výsledek pak udává, že aby se splnil požadavek zákazníka, je nutné vyrobit jeden kus chladiče za 137 s.

4.1 Redukce skladovacích ploch

Dalším cílem této části je zanalyzovat a následně zjednodušit proces plánování a eliminovat plýtvání a nedostatky, které vznikají během výroby. K vyřešení problému s hromaděním zásob mezi pecí a svařováním se nabízelo zavést plynulý tok. Proto autorka pro zlepšení navrhla zavedení FIFO mezi těmito dvěma procesy. Díky tomuto kroku dojde k odstranění přebytečných skladů.

Pro správné stanovení metody FIFO je nejprve nutné určit bezpečnostní zásobu pro oba zákazníky na 300 ks, z čehož pak lze vypočítat procesní čas potřebný na tyto kusy u procesů pece a zkoušky těsnosti. Procesní čas vychází ze vzorce níže (4)

$$PT = TT \times ks \quad (4)$$

$$PT_{pec} = 114 \times 300 = 34200 \text{ s}$$

$$PT_{svařování} = 255 \times 300 = 76500 \text{ s}$$

Poté, co se odečtou oba výše uvedené procesní časy, výsledek 42 300 s je nutné vydělit časem taktu zkoušky těsnosti, tedy 255 s. Zobrazeno ve vzorci (5).

$$FIFO \text{ zásoba} = \frac{PT}{TT} \quad (5)$$

$$FIFO \text{ zásoba} = \frac{42300}{255} = 166 \text{ ks} \doteq 170 \text{ ks}$$

Z výše uvedených vztahů lze tedy určit maximální množství zásob mezi těmito procesy **170 ks**.

4.2 Plynulý tok u procesu svařování

Pro zajištění hladkého a plynulého průběhu je v nové VSM navrženo **rozdělení procesu svařování do dvou buněk**, kde v každé buňce budou dva svařovací boxy. V jedné buňce bude zařazen samostatný projekt SFTP 70, ve druhé buňce pak budou ostatní

nízkonákladové projekty SFTP a projekt Scania. Nejprve je ale nutné stanovit kapacitu na přestavby u procesu kazetování.

Pro stanovení kapacit na přestavby na procesu kazetování (viz tab. 5) bylo nejprve nutné vyhledat, kolik daný díl zabere času v sekundách a kolik kusů se vyrobí za den. To celé se dále muselo přepočítat na minuty/den. Po dopsání času přestaveb je možné dopočítat počet potřebných přestaveb a zjistit, zda zbyde nějaký volný čas, či bude kapacita plně využita.

Tabulka 5: Přestavby kazetování na Korea 1

Part Nr	Název	ABC (80/15/5)	P/T (s/ks)	Objednávka (ks/den)	Čas (min/den)	C/O	Čas vč. C/O (min/den)
GW472006	SFTP EU6 70	A	116	299	577	20	597
FT197001	Scania NCG200	A	106	65	115	60	175
FT196001	Scania NCG300	A	112,5	55	102	35	137
HR299005	SFTP EU3 70	A	117	60	117	45	162
GW473006	SFTP EU6 64	B	116	44	85	20	105
FT195001	Scania NCG400	B	127	21	44	20	64
GW475006	SFTP EU6 58	B	115	28	54	20	74
HR300005	SFTP EU3 64	B	116	12	23	20	43
EW338001	Kamaz	C	122,22	15	31	45	76
H8269003	Evo Bus - Final	C	135	6	13	35	48
U2832001	Daimler Zetros	C	100,8	7	11	40	51
GW474006	SFTP EU6 60	C	116	3	5	20	25
S8602003	Scania E5 Wide	C	180	2	5	30	35
HR301005	SFTP EU3 58	C	115	3	5	20	25
N7936003	Scania E5 PDL	C	105,6	1	1	35	36
FE106002	Hyundai	C	115,2	0	0	30	30
				619	1 190	495	1 685

Zdroj: vlastní zpracování

Po dopsání času přestaveb je možné dopočítat počet potřebných přestaveb a zjistit, zda zbyde nějaký volný čas, či bude kapacita plně využita. Nejprve se muselo stanovit, kolik zbyde volných minut za den (viz vztah 6).

$$\text{Volný čas za den (min)} = \text{disponibilní pracovní čas za den (min)} * \text{dostupnost stroje} - \text{potřebný čas za den (min)} \quad (6)$$

$$\text{Volný čas za den} = 1350 * 0,98 - 1190 = 133,04 \text{ min}$$

Po dopočítání volných minut (133,04) lze dopočítat počet potřebných přestaveb. Výpočet přestaveb vychází ze vzorce níže (7).

$$\text{Počet přestaveb} = \text{volné čas (min)} / \text{průměrný čas přestavby (min)} \quad (7)$$

$$\text{Počet přestaveb} = 133,04 / 30 = 4,43$$

Z aplikace výše uvedeného vztahu vyplývá, že maximální možná kapacita na procesu kazetování jsou čtyři přestavby. Takto vypočítané přestavby budou následně použity v rámci stanovení **EPEI** (vztah 3.6).

Tabulka 6 ukazuje časy procesu svařování. V této tabulce je znázorněno rozdělení na buňku 1 a buňku 2. Je vidět, že v buňce 1 se budou svařovat pouze díly SFTP 70 a nízkonákladové projekty a díly Scania se budou svařovat v buňce 2.

Tabulka 6: Přestavby svařování

Part Nr	Název	ABC (80/15/5)	P/T (s/ks)	Velikost objednávky (ks/den)	Čas (min/den)	Buňka	C/O	Čas vč. C/O (min/den)
GW472006	SFTP EU6 70	A	255	299	1 269	1	5	1 274
FT197001	Scania NCG200	A	255	65	278	2	15	293
FT196001	Scania NCG300	A	255	55	232	2	5	237
HR299005	SFTP EU3 70	A	255	60	254	2	15	269
GW473006	SFTP EU6 64	B	255	44	188	2	5	193
FT195001	Scania NCG400	B	255	21	89	2	5	94
GW475006	SFTP EU6 58	B	255	28	119	2	5	124
HR300005	SFTP EU3 64	B	255	12	51	2	5	56
EW338001	Kamaz	C		15	0			0
H8269003	Evo Bus - Final	C		6	0			0
U2832001	Daimler Zetros	C		7	0			0
GW474006	SFTP EU6 60	C	255	3	11	2	5	16
S8602003	Scania E5 Wide	C		2	0			0
HR301005	SFTP EU3 58	C	255	3	11	2	5	16
N7936003	Scania E5 PDL	C		1	0			0
FE106002	Hyundai	C		0	0			0
Celkem					2 502			

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 7: Přestavby jednotlivých buněk

	ks/den	min/den	Min/den včetně C/O	Čas na přestavbu (min)	Počet přestaveb
Buňka 1	299	1 269,05	1 274,05	80,95	10,12
Buňka 2	290	1 233,35	1 298,35	116,65	14,58

Zdroj: vlastní zpracování

Z výše uvedené tabulky 7 vyplývá, že v buňce 1 na přestavbu zbývá necelých 81 minut a bude potřeba 10 přestaveb. V buňce 2 pak bude potřeba 14 přestaveb, na které zbylo 116 minut.

4.3 Heijunka

Díky výše uvedeným krokům bude možné na tomto výrobním procesu zavést princip heijunka. Dalším krokem pro nastavení principu heijunka je stanovení dostupnosti pomocí ukazatele **EPEI** (angl. *Every Part Every Interval*). Tento ukazatel vyjadřuje, za jak dlouhou dobu se na daném zařízení vystřídá celé výrobní portfolio. EPEI vychází ze vzorce níže (8).

$$EPEI = \frac{\text{počet typů výrobků}}{\text{počet přestaveb}} \quad (8)$$

Vzhledem k tomu, že v této diplomové práci autorka sleduje dvě stanoviště (kazetování a svařování), je nutné EPEI spočítat u obou z nich a poté určit, dle kterého se bude nastavovat princip heijunka.

$$EPEI_{\text{kazetování}} = \frac{16}{4,43} = 3,8 \text{ dne}$$

$$EPEI_{\text{svařování}} = \frac{10}{24,7} = 0,4 \text{ dne}$$

Z výše uvedených vypočtených EPEI je zřejmé, že celé výrobní portfolio na procesu kazetování by se otočilo za necelé čtyři dny. Na procesu svařování by to netrvalo ani půl den. Z tohoto důvodu se v další části, kdy bude potřeba nastavit frekvenci výroby, autorka zaměří na proces kazetování s vyšší hodnotou EPEI.

Po nastavení frekvence výroby je dále nutné nastavit výrobní dávku (angl. *Batch production*) pro každý produkt, tj. jak často se bude vyrábět každý produkt v rámci sekvence. Výpočet pro výrobní dávku vychází ze vztahu níže (9).

$$\text{Výrobní dávka (ks)} = \text{denní množství (ks)} \times \text{EPEI} \quad (9)$$

Vše výše vypočtené je shrnuto v tabulce 8, kde autorka této práce stanovila frekvenci výroby a výrobní dávky dle vypočteného ukazatele EPEI. To vypovídá o tom, že první tři výrobky z kategorie A z ABC analýzy se budou vyrábět každý den. Další dva výrobky se budou vyrábět každý druhý den. Dalších šest výrobků, které patří všechny do B skupiny a poslední dva do C skupiny, se budou vyrábět každý pátý den. Zbytek z C skupiny se bude vyrábět jednou za deset dní.

Tabulka 8: Stanovení frekvence a dávek výroby

Name	ABC (80/15/5)	EPEI (4 dny)	Frekvence výroby (den)	Výroba (ks)
SFTP EU6 70	A	1194	1	298,6
Scania NCG200	A	261	1	65,35
Scania NCG300	A	218	1	54,6
SFTP EU3 70	A	239	2	119,7
SFTP EU6 64	B	177	2	88,4
Scania NCG400	B	84	5	105
SFTP EU6 58	B	112	5	140,5
SFTP EU3 64	B	48	5	59,5
Kamaz	C	60	5	75
Evo Bus - Final	C	23	5	29,25
Daimler Zetros	C	26	5	32,5
SFTP EU6 60	C	10	10	26
Scania E5 Wide	C	7	10	18
SFTP EU3 58	C	10	10	26
Scania E5 PDL	C	3	10	7,5
Hyundai	C	0	10	0

Zdroj: vlastní zpracování

4.4 Zavedení kanban systému

Zavedení kanban systému povede ke zredukování přebytečných skladů a meziskladů. Díky tomu dojde ke snížení velikosti výrobních dávek a menší výrobní dávky znamenají méně

rozpracovaných dílů ve výrobě, čím se proces výroby se stává plynulým. V tomto stavu již není potřeba plánování od mistra, plánovač jednou týdně naplánuje výrobu dle principu heijunka tak, aby se stejné množství a mix výrobků vyrábělo každý týden. To povede k odstranění zbytečných obcházek a kontrol skladu pro následné plánování výroby.

Ve firmě rozlišují tyto základní druhy kanbanu:

- signální kanban, kde je fixní pořadí sekvence a fixní velikost dávek.
- Dávkový kanban, kde je volitelná sekvence a fixní velikost dávek.
- Traffic light kanban s fixní sekvencí a volitelným množstvím.

Za nejvýhodnější řešení se považuje heijunka se signálním kanbanem. Nedoporučuje se „traffic light kanban“, kde se vyrovná pouze výrobní objem, ale ne výrobní mix. Při tomto způsobu je nutné umístit supermarkety směrem proti toku výroby (Mahle, 2015). Autorka by po domluvě s výrobou zavedla signální kanban.

4.5 Výpočet VA-indexu po zavedení navržených změn

Obrázek 12 ukazuje, že číselník VA- indexu udává celkový procesní čas 5 193 sekund (0,065 dne) a jmenovatel činí 1,54 dne. Výsledek, který je v procentech, činí 4,2 %, což je podíl z celkové průběžné doby, kdy je výrobku přidávána hodnota. Výpočet vychází ze vztahu (3).



Obrázek 12: Linka VA-indexu (VSD)

Zdroj: vlastní zpracování

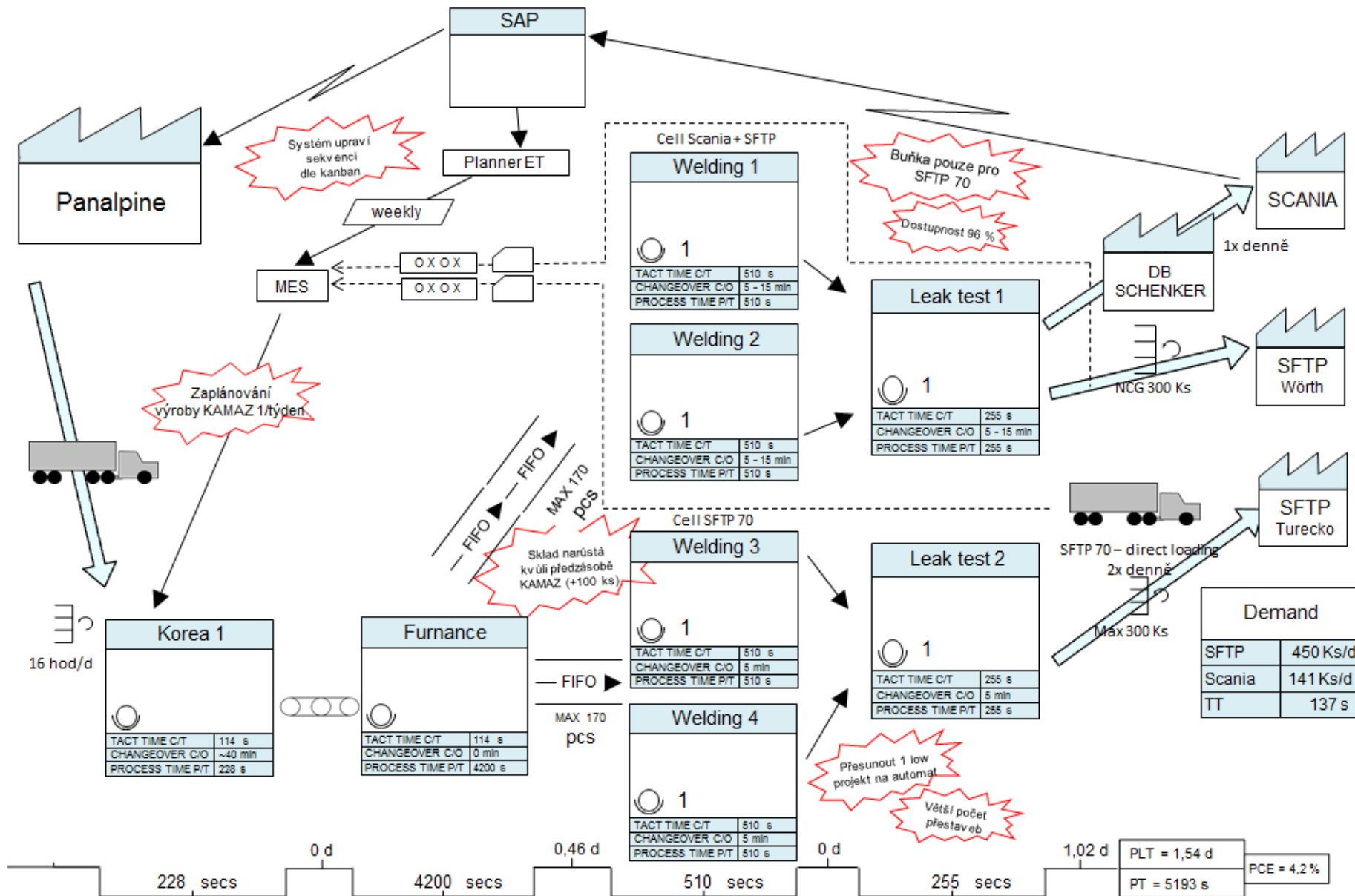
$$VA\ index = \frac{5193\ s\ (0,065\ dne)}{1,54\ dne} \times 100 = 4,2\ \%$$

Z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že VA-index činí 4,2 %. Lze tedy říci, že pokud by firma aplikovala navrhovaná zlepšující opatření autorkou, zkrátila by se průběžná doba

výroby jednoho produktu o 0,274 dne a zároveň by se zvýšil index přidané hodnoty o 0,7 %.

Obrázek 13 ukazuje výslednou VSD budoucího stavu, přičemž hodnota VA-indexu je uvedena v pravém dolním rohu. Z mapy je zřejmé, že si plány výroby z informačního systému SAP přebírá přímo plánovač ET fraktálu. Ten musí nejdříve provést kontrolu objednávek a stavu zásob. Následně je nutné plány případně poupravit a na začátku týdne je zadat do výrobního informačního systému MES, ze kterého si data přebírají pracovníci na procesu kazetování. Z kazetovačky díly následně putují přes pásový dopravník do pece. Na mapě je vidět rozdělení svařovacích boxů do dvou buněk – v prvních dvou boxech se svařují projekty Scania a nízkonákladové projekty SFTP, v dalších dvou pak vysokonákladový projekt SFTP 70. Mezi pecí a svařovacími boxy je vytvořen mezisklad, ve kterém je možné mít max. 170 ks (viz vztah 3.3). Z tohoto skladu si oba boxy odebírají díly dle nastaveného systému FIFO. Ke každé svařovací buňce pak patří jedno stanoviště, ve kterém probíhá zkouška těsnosti.

V mapě budoucího stavu jsou mimo jiné znázorněna problémová místa. Vzhledem k tomu, že se musí počítat s tím, že jednou za týden budou muset dvě směny vyrábět projekt KAMAZ, je zřejmé, že to značně omezí kapacitu kazetovačky na projekt řešený v této diplomové práci. Projekt KAMAZ mimo jiné způsobí i to, že rostou zásoby ve skladu, jelikož je nutná jeho předzásoba 100 ks. Autorka dále v mapě upozorňuje na to, že kvůli výrobě projektu SFTP 70 v jedné buňce budou muset být ve druhé buňce prováděny častěji přestavby. Do budoucna by to ale mohl vyřešit automat, který by mohl být instalován místo jednoho svařovacího boxu, a na něj by byl přesunut jeden nízkonákladový projekt.



Obrázek 13: VSD budoucího stavu
Zdroj: vlastní zpracování

4.6 TPM

V této části diplomové práce diplomantka navrhne dvě řešení pro nedostatek, který byl identifikován v souvislosti s metodou TPM. První řešení se bude týkat plného nahrazení TPM karet (viz subkapitola 3.6), kde autorka diplomové práce navrhne, aby byl rozšířen již zavedený informační systém MES. Druhým řešením by bylo vylepšení systému již zavedených TPM karet.

Jak již autorka uvedla, za současného stavu systému TPM do něj vstupují celkem tři osoby, což může vést ke snadnému pochybení a prodloužení doby oprav strojů. Vzhledem k tomu, se v podniku postupně zavádí systém MES (angl. *Manufacturing Execution Systems*) neboli výrobní informační systémy, které tvoří vazbu mezi podnikovými informačními systémy a systémy pro automatizaci výroby, autorka navrhl, aby firma v rámci systému MES firma zavedla i metodu TPM.

Všechny stroje jsou již připojeny na systém MES, tudíž každý stroj má u sebe zabudovaný dotykový panel se čtečkou karet. Operátor se na začátku směny přihlásí ke stroji, kde se mu zároveň ukáže týdenní plán výroby, který se automaticky stáhnul ze systému. Každý stroj je nyní schopen generovat reporty o své výkonnosti, o chybách, o tom, kolik se vyrobilo kusů a kolik se mělo vyrobit kusů atd. Nemělo by tedy být složité doobjednat elektronický modul na údržbový systém.

Při výskytu chyby by si operátor výroby rozkliknul v systému MES příslušný nástroj, kde by popsal závadu, která by díky systému šla rovnou na centrální údržbu, aniž by pracovník musel někam chodit a narušit tím chod výroby. Díky této elektronické evidenci by byl důkaz, že byla závada nahlášena ihned, a nemohla by se tato informace někde ztratit jako v případě TPM karet. Pro operátory výroby by popisování výroby bylo i mnohem snadnější a rychlejší, jelikož by program značnou část údajů automaticky předvyplnil.

Díky tomuto systému by se zefektivnila údržba na strojních zařízeních a zjednodušila by se práce jak pracovníkům výroby, tak i pracovníkům z oddělení údržby. Program by údržbu nejen naplánoval, ale také řídil v celém závodě. Prostřednictvím systému MES by se

vytvořila databáze, ve které by byly informace o kterémkoliv zařízení v podniku. Šlo by z ní zjistit, kdy byla naposledy provedena údržba na daném zařízení, vytížení kapacity zařízení či celkové počty nahlášených poruch. Mimo jiné by systém hlásil plánované údržby a potřebu výměny opotřebovaných dílů. Další výhodou tohoto elektronického systému by bylo zrušení současných provozních deníků, které jsou v papírové podobě. Nahlášení by bylo čitelné a uspořilo by se i místo, kde je nutné skladování papírových deníků.

V případě, že by firmě tento systém nevyhovoval, rozhodla se jím autorka navrhnout vylepšení stávajícího systému karet TPM.

V prvé řadě by bylo důležité rozdělení závad v rámci TPM karet dle barev například následovně:

- zelená karta – běžné závady;
- bílá karta – elektrické závady;
- červená karta – bezpečnostní závady.

Dále by autorka pro přehlednost rozvrhla strojní tabuli například do tří sloupců takto:

- identifikované závady;
- plánované/vykonávané závady;
- odstraněné závady.

Pokud by se firma rozhodla alespoň pro systematické rozřazení TPM karet dle barevného provedení a na nástěnce by je třídila dle toho, v jakém stavu je daná závada, rozhodně by to mohlo zkrátit dobu mezi trváním oprav a zabránilo by to i jiným problémům.

5 Zhodnocení navržených opatření

Tato kapitola se bude věnovat ekonomickému zhodnocení opatření navržených diplomantkou v předchozí kapitole. Mimo níže uvedené úspory, je hlavním benefitem zjednodušení informačního toku a stabilizace celého výrobního procesu. Mapa budoucího stavu bude sloužit pro koordinaci všech dílčích aktivit.

5.1 Ušetření skladovacích ploch

Na mapě současného stavu (viz obr. 11) lze vidět, že ještě před optimalizací se zaletovaný blok skladoval na dvou místech – mezi procesem pece a svařováním a pak až za samotnou zkouškou těsnosti. Sklad před svařováním obsahoval 850 kusů vzduchového chladiče, sklad u zkoušky těsnosti pak disponoval počtem 30 kusů, což jsou zásoby na 1,5 dne dopředu. Díky úpravám výrobního procesu dojde k eliminaci externího skladu u procesu zkoušky těsnosti a zredukování skladu mezi pecí a svařováním. Po této redukci skladů zůstanou zásoby mezi pecí a svařováním nastavené na max. 170 kusů, což jsou zásoby na 0,29 dne.

Zaletované bloky u procesu svařování jsou skladovány ve vozících po 15 kusech. Vzhledem k nastavené max. zásobě 170 kusů bude potřeba 12 vozíků, místo původního počtu 59 vozíků potřebných před optimalizací. Plocha vozíků je 1,8 m², roční náklady firmy za m² jsou 1 200 Kč za rok, což je cena stanovena firmou za skladovací plochu, která by mohla být jinak využita například pro nová výrobní zařízení.

Tabulka 9: Finanční úspora skladovacích ploch

Umístění skladu	Zásoby před optimalizací (ks)	Zásoba po optimalizaci (ks)	Počet kusů ve vozíku	Počet ušetřených vozíků	Ušetřená skladovací plocha (m ²)	Úspora financí za rok (Kč)
Svařování	850	170	15	45	81	97 200
Zkouška těsnosti	35	0	15	3	5,4	6 480
Celkem	885	170	30	48	86,4	103 680

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 9 je znázorněn stav vozíků po analýze a odstranění úzkých míst výrobního procesu vzduchového chladiče na fraktále ET. Je vidět, že dojde k úspoře skladovací

plochy na vozících o rozloze 86,4 m². Celková finanční úspora ze skladovací plochy pak bude činit 103 680 Kč/rok.

5.2 Úspora kapitálu

Je logické, že pokud se dosáhne nižší hodnoty vázaného kapitálu při zachování ostatních podmínek, v důsledku to znamená vyšší efektivitu procesu a tedy i vyšší zisk, který se považuje za přidanou hodnotu podnikání. Ve vztahu 10 je uveden výpočet pro redukcí vázaného kapitálu, kde se porovnávaly průběžné doby **současného stavu** (PLT_{VSM}) a **budoucího stavu** (PLT_{VSD}).

$$\text{Redukce vázaného kapitálu} = \left(1 - \frac{PLT_{VSD}}{PLT_{VSM}}\right) \times 100 \quad (10)$$

$$\text{Redukce vázaného kapitálu} = \left(1 - \frac{1,54}{1,81}\right) \times 100 = 15 \%$$

Výsledek redukce vázaného kapitálu je v procentech a udává snížení o 15 %.

5.3 Výhody zavedení navržených opatření

Mimo výše vypočtené patří do dalších přínosů to, že se bude vyrábět dle zjednodušeného řízení, které se rozdělilo u procesu svařování do dvou buněk. Díky tomu vznikne řízený sklad finálních produktů, budou jasně definovaná pravidla, což nepovede ke ztrátě kapacity výroby. Celý systém se může takto zlepšit bez jakéhokoli investování.

Další očekávané výhody po zavedení navržených změn jsou:

- zavedení systému tahu, plynulost výroby;
- zmenšení meziskladů, zavedení systému řízení FIFO;
- méně práce s plánováním výroby pro mistra a plánovače – díky tomu mají více času na organizaci a práci s lidmi;
- plánovač získává více času a prostoru pro řešení kritických situací a následné plánování a optimalizaci;

- zkrácení průběžné doby – možnost, že za výrobky bude zapláceno dříve, než bude nutné zaplatit za nakupované díly;
- zlepšení VA-indexu vede ke snížení vázaného kapitálu v zásobách a rozpracované výrobě;
- celková změna výrobního procesu vede ke zvýšení VA-indexu z 3,5 % na 4,2 %.

5.4 Zhodnocení metody TPM

Díky rozšíření metody TPM v rámci systému MES se zefektivní údržba na strojních zařízeních. Díky tomu, že systém bude samostatně plánovat a řídit údržbu, zjednoduší se mimo jiné práce pracovníků z oddělení údržby. Ti pak budou mít více času na preventivní údržbu, díky čemuž se zamezí poruchovost strojních zařízení. Další výhodou bude možnost zjistit veškeré údaje o strojních zařízeních, které jsou zapojeny v rámci podnikové sítě.

Nejdůležitějším přínosem po zavedení tohoto systému bude okamžité hlášení o daných závadách pracovníkům údržby bezprostředně po jejich vzniku. Ti pak budou v daném momentě ihned vědět, kde se nachází porouchané zařízení a co bude nutné udělat pro jeho opravu. Náklady by v tomto případě nebyly tak vysoké, vzhledem k tomu, že systém MES je již v podniku zaveden. Jednalo by se jen o jeho doplnění pro všech 87 strojů v podniku v částce **60 000 Kč**. Vzhledem k tomu, jak rozsáhlá funkčnost systému by to byla, lze říci, že by se investice do tohoto rozšíření vyplatila.

Pokud by se firma nakonec rozhodla neinvestovat, mohla by alespoň sáhnout po druhém opatření, které navrhla autorka. To by určitě nebylo tak nákladné, bylo by nutné jen k stávajícím červeným TPM kartám objednat další dvě barvy v ceně **30 000 Kč**. Autorka brala v potaz informace, že by se objednalo od každé barvy 5 000 ks, kde je cena za jeden kus 3 Kč. Dělení strojní tabule by pak vyšlo bez nákladů, jelikož by se místo jednoho místa na TPM karty vytvořily jen další dvě.

Závěr

Tato diplomová práce byla zaměřena na řízení výrobního procesu ve vybraném podniku za pomoci využití principů a nástrojů štíhlé výroby. Vybraným podnikem byla společnost Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s.r.o., která spadá pod nadnárodní společnost Mahle Behr GmbH & Co. KG. Cílem diplomové práce bylo na základě analýzy současného stavu a prostřednictvím principů štíhlé výroby identifikovat úzká místa a navrhnout taková opatření, která povedou k zefektivnění daného výrobního procesu. Pro navržení těchto opatření bylo využito nástrojů štíhlé výroby.

Na úvod diplomové práce byla provedena rešerše odborné literatury, která se věnovala oblastem podnikových procesů a lean managementu. Autorka zde vysvětlila pojmy týkající se základních principů štíhlé výroby, druhů plýtvání a dále představila vybrané nástroje štíhlé výroby.

Ve druhé části byla představena společnost Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s.r.o., která byla vybrána autorkou k vytvoření případové studie. Mahle Behr Mnichovo Hradiště, s.r.o. se zabývá výrobou klimatizací, výparníků, chladicích modulů a komponentů pro osobní a nákladní automobily. Případová studie byla zaměřena na řízení výrobního procesu s využitím nástrojů štíhlé výroby na fraktále ET, kde se vyrábí chladiče a chladicí moduly pro nákladní i užitkové vozy. Nejdříve zde byla představena společnost a následně byla provedena analýza na daném výrobním procesu.

Dále byl popsán a analyzován současný stav výrobního procesu vzduchového chladiče pro zákazníka Daimler a Scaniana na ET fraktále. V této části byla vytvořena mapa současného stavu, ve které byl zobrazen celý výrobní proces, který pomohl k odhalení problémových míst. Dále bylo nezbytné zjištěné problémy popsat, určit možné příčiny těchto nedostatků a navrhnout opatření k jejich odstranění.

Mezi hlavní zjištěné nedostatky patří velké počty přestaveb, jelikož je nutné vyrábět velký počet typů vzduchových chladičů. Tyto přestavby jsou i velmi časově náročné, proto bylo nutné sladit procesy kazetování a svařování za pomocí principu heijunka. Díky zapojení tohoto principu bylo možné vyřešit i další problém týkající se řízení plánování, které bylo

původně ve čtyřech úrovních, po zavedení změn bude plánování probíhat ve dvou úrovních.

Autorka v další části navrhla několik opatření za pomoci nástrojů štihlé výroby, která zakreslila do mapy budoucího stavu. V mapě budoucího stavu byly znázorněny všechny plánované změny a návrhy na zlepšení. Aby se zajistil hladký a plynulý průběh, autorka navrhla rozdělení procesu svařování do dvou buněk, kde bude každá buňka disponovat dvěma svařovacími boxy a každá z buněk bude mít přiřazené konkrétní projekty. Pro nastavení principu heijunky autorka nastavila výrobní frekvenci a výrobní dávky. Dále zavedla systém kanban, díky kterému se povede zredukovat přebytečné sklady a mezisklady. To povede ke snížení velikosti výrobních dávek, což znamená méně rozpracovaných dílů ve výrobě a proces se díky tomu stává plynulým.

Dále diplomantka navrhla zlepšení a zrychlení údržby strojů za pomoci již částečně zavedeného systému TPM, který byl ale nedostačující. Prvním návrhem pro zefektivnění systému bylo zavedení metody TPM pomocí výrobního informačního systému MES. Ve druhém řešení autorka diplomové práce navrhla zlepšení stávajícího systému karet TPM, kde by zrychlení údržby pomohlo nové dělení karet.

V závěrečné části diplomové práce autorka provedla ekonomické zhodnocení navržených opatření, ze kterých vyplývá, že pokud by se firma rozhodla navržená opatření zavést, bylo by to pro podnik přínosné a promítlo by se to například ve zjednodušení informačního toku, ve stabilizaci celého výrobního procesu či v ušetření skladovacích ploch. Dále by to vedlo k úspoře vázaného kapitálu, ke zkrácení průběžné doby, ke zlepšení VA-indexu a k zefektivnění údržby na strojních zařízeních.

Seznam citací

AGUSTIADY, Tina Kanti, and Elizabeth A. CUDNEY. 2015. *Total Productive Maintenance : Strategies and Implementation Guide*, CRC Press LLC, ProQuest Ebook Central, <https://search.proquest.com/legacydocview/EBC/3563645?accountid=17116>.

ALTAXO. 2019. Podnikové procesy. In: *Management: Řízení podniku* [online]. [Cit. 2020-03-19]. Dostupné z: <https://www.altaxo.cz/provoz-firmy/management/rizeni-podniku/podnikove-procesy>

ANON. 2009. Slovník průmyslového inženýrství. In: *BusinessInfo.cz* [online]. Czech Trade [cit. 2019-12-06]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/cs/clanky/slovník-prumysloveho-inzenyrstvi-2797.html>

API. 2020a. Jednotlivé metody a nástroje. In: *Academy of productivity and innovations* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2020-03-01]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch>

API. 2020b. Jednotlivé metody a nástroje: Fraktálový podnik. In: *Academy of productivity and innovations* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch#Fraktalovy_podnik

API. 2020c. Jednotlivé metody a nástroje: Kanban. In: *Academy of productivity and innovations* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p#Kanban>

ARMSTRONG, Michael. 2007. *Řízení lidských zdrojů: nejnovější trendy a postupy*. 10. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1407-3.

BAUER, Miroslav. 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.

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

BEJČKOVÁ, Jana. 2017. Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM. In: *Academy of productivity and innovations* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tokpomoci-metody-vsm>

BILÍK, Tomáš. 2008. *Řízení materiálového toku pomocí elektronické podoby metody kanban*. 149 s. Disertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta Managementu a ekonomiky. Vedoucí práce: doc. Ing. Roman Bobák, Ph.D.

DLABAČ, Jaroslav. 2015. Štíhlá výroba – používané metody a nástroje. In: *Academy of productivity and innovations* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2017-12-26]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25786n-stihla-vyroba-pouzivanemetody-a-nastroje>

FRANKOVÁ, Simona. 2018. 7 forem plýtvání ve výrobě a jak je odstranit. In: *Trilogiq* [online]. Praha: Trilogiq CZ [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <https://trilogiq.cz/7-foremplytvani-ve-vyrobe-a-jak-je-odstranit/>

HÄUSER, Stanislav. 2009. Fraktální firma - odpověď na globální krizi. In: *Moderní řízení* [online]. **44**(8), 23-26 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://modernirizeni.ihned.cz/c1-38150840-fraktalni-firma-odpoved-na-globalni-krizi>

CHARRON, Rich. 2015. *The Lean Management Systems Handbook*. Boca Raton, FL: CRC Press. ISBN 9781466564350.

JIRSÁK, Petr, Michal MERVART a Marek VINŠ. 2012. *Logistika pro ekonomy - vstupní logistika*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika. ISBN 978-80-7357-958-6.

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

KARBAN, Petr, 2017. Zaostřeno: Podnikové procesy. *Komora.cz*. **18**, 34-35.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav. 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. C.H. Beck. ISBN 978-80-7400-119-2.

KING, Peter L. a Jennifer S. KING. 2015. *Value Stream Mapping for the process industries: creating a roadmap for lean transformation*. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group. ISBN 9781482247688

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-868-5138-9.

KOCOUREK, Zdeněk a Lenka ODEHNALOVÁ. 2007. Procesní řízení v organizaci. In: *Moderní řízení* [online]. **42**(12), 38-41 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://modernirizeni.ihned.cz/c1-22611310-procesni-rizeni-v-organizaci>

KRATOCHVÍL, Jiří. 2017. *Cesta k LEANu – klíč je v lidech* [online]. [Cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://www.escare.cz/blog/cesta-k-leanu-klic-lidech/>

KUČERÁK, Dušan. 2007. VSM. In: *IPA Slovník* [online]. [Cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vsm>

LEŠINGROVÁ, Romana. 2007. *Baťova soustava řízení*. 2. vyd. Uherské Hradiště: Lešingrová Romana. ISBN 978-80-903808-4-4.

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

MAŠÍN, Ivan. 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-9035333-1-2.

MAŠÍN, Ivan. 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. 2000. *TPM Management a praktické zavádění*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-5-9.

MAHLE Behr GmBh & Co. KG. 2020a. *Interní dokument: Plant_Presentation_MH*, 2020

MAHLE Behr GmBh & Co. KG. 2020b. *Interní dokument: Layout s tokem materiálu*, 2020.

MAHLE Behr GmBh & Co. KG. 2020c. *Interní dokument: Heijunka_Allgemein*, 2020.

MAHLE Behr GmBh & Co. KG. 2015. *Interní dokument: Heijunka*, 2015.

Mahle. 2019a. About Mahle: Group organization. *Mahle* [online]. Stuttgart: Mahle [cit. 2019-11-09]. Dostupné z: <https://www.mahle.com/en/about-mahle/group-organization/>

Mahle. 2019b. About Mahle: Mahle chronicle. *Mahle* [online]. Stuttgart: Mahle [cit. 2019-11-09]. Dostupné z: https://www.mahle.com/en/about-mahle/mahle_chronicle/

Mahle. 2019c. Product and service: Emobility. *Mahle* [online]. Stuttgart: Mahle [cit. 2019-11-09]. Dostupné z: <https://www.mahle.com/en/products-and-services/emobility/>

MAREK, Miroslav. 2012. Slovník: Heijunka. In: *Svět produktivity* [online]. [Cit. 2020-03-01]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Heijunka.htm>

OUDOVÁ, Alena, 2013. *Logistika: základy logistiky. Kralice na Hané*: Computer Media. ISBN 978-80-7402-149-7.

inSophy. 2019. Plantune: TPS Toyota Production System. In: *Plantune* [online]. Praha: inSophy [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.plantune.cz/slovník/tps-toyota-production-system/>

ROTHER, Mike. 2017. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0435-2.

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

SZABÓOVÁ, Simona. 2018. Díky systému Just in Sequence dokáže společnost SAS zajistit dodávku kokpitu do 110 minut od zadání objednávky. In *Academy of productivity and innovations* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [Cit. 2019-11-10]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25900n-diky-systemu-just-in-sequence-dokaze-spolecnost-sas-zajistit-dodavku-kokpitu-do-110-minut-od-zadani-objednavky>

ŠMÍDA, Filip. 2007. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1679-4.

TUČEK, David, Martin HRABAL a Lukáš TRČKA. 2014. *Procesní řízení v praxi podniků a vysokých škol*. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7478-674-7.

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

VÁCHAL, Josef et al. 2013. *Podnikové řízení*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-247-8682-7.

VOCHOZKA, Marek a Petr MULAČ. 2012. *Podniková ekonomika*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4372-1.

VOLKO, Vladimír. 2020. *Slovník výkonnosti* [online]. [Cit. 2020-03-04]. Dostupné z: http://www.volko.cz/slovník_vykonnosti.php

Wanzl. 2018. O firmě: Úspěšný vývoj. In: *Wanzl* [online]. Wanzl Metallwarenfabrik [cit. 2019-11-09]. Dostupné z: https://www.wanzl.com/cs_CZ/o-firme/uspesny-vyvoj/mahle-d/

WESKE, Mathias. 2019. *Business process management: concepts, languages, architectures*. Berlin: Springer. ISBN 978-3-662-59431-5.

WILLIAMS, Bruce a Natalie J. SAYER. 2012. *Lean for dummies*. 2nd ed. Chichester: John. ISBN 1118117565.

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