



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta strojní



# Optimalizace hodnotového toku vybraného projektu

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B2301 – Strojní inženýrství  
*Studijní obor:* 2301R000 – Strojní inženýrství  
*Autor práce:* **Ondřej Bígl**  
*Vedoucí práce:* Ing. Miroslav Vavroušek



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej Bígl**  
Osobní číslo: **S13000025**  
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Strojní inženýrství**  
Název tématu: **Optimalizace hodnotového toku vybraného projektu**  
Zadávací katedra: **Katedra výrobních systémů a automatizace**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem BP je popsat stávající proces výroby produktu (modul chladiče nákladního vozu) a identifikovat problémová místa, kde dochází k plýtvání v rámci materiálového a informačního toku, a navrhnout optimální výrobní proces+u s využitím systému tahu (PULL).

1. Teorie - vybrané lean metody
2. VSM současného stavu
3. Shrnutí zjištěných nedostatků
4. Návrh budoucího stavu (VSD)
5. Výběr jednoho konkrétního místa, kde je potřeba optimalizovat část procesu a provést detailní analýzu (špagetový diagram, papírový kaizen,...)
6. Návrh optimalizace konkrétního pracoviště
7. Zhodnocení navrhované varianty a výpočet finančního benefitu.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

[1] LIKER, J. Tak to dělá Toyota. Praha: Management press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7

[2] SIXTA, J. a V. MACÁT. Logistika. Brno: CP Books a.s., 2005. 315 s. ISBN 80-251-0573-3.

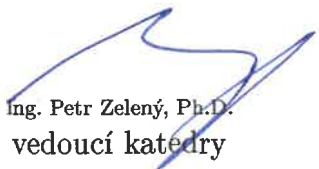
[3] IPA slovník. IPA slovakia [online]. Žilina, Slovenská Republika: IPA Slovakia, s.r.o. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/>

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miroslav Vavroušek**  
Katedra výrobních systémů a automatizace

Datum zadání bakalářské práce: **1. listopadu 2016**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **1. února 2018**

  
prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld  
děkan



  
Ing. Petr Zelený, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2016

## Prohlášení

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

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

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

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

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

Datum: 13. 6. 2017

Podpis: 

**TÉMA : OPTIMALIZACE HODNOTOVÉHO TOKU VYBRANÉHO PROJEKTU**

**ABSTRAKT:** Bakalářská práce se zabývá výrobním procesem modulu chladiče MAN TGA, ve výrobní společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o. Cílem práce je zmapování a analýza současného stavu výroby, identifikace příležitostí ke zlepšení v rámci výrobního procesu a eliminace plýtvání. Následuje návrh optimalizace pro budoucí stav procesu a řízení výroby. Součástí práce je detailní analýza vybraného úzkého pracoviště, které je následně optimalizováno. Součástí práce je i teoretická část vysvětlující metody štíhlé výroby, které byly následně využity v praktické části. V závěru je provedena analýza finančních úspor a nákladů na realizaci.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** (optimalizace, VSM, ABC analýza, papírový kaizen, modul chladiče)

**THEME : VALUE FLOW OPTIMIZATION OF SELECTED PROJECT**

**ABSTRACT:** This bachelor thesis examines the production process of MAN TGA cooler modules in the production company Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o. The purpose of this paper is to map and analyze the current state of production, identify opportunities for improvement within the production process and eliminate wastage. This thesis also presents a proposal of optimization for the future process state and production control. Part of this paper is detailed analysis of selected workplace, which is subsequently optimized. This thesis also includes a theoretical section explaining the methods of lean production. These methods are used in practical section of this paper. At the end of this paper an analysis of financial savings and implementation costs is made.

**KEYWORDS:** (optimization, VSM, ABC analysis, Paper kaizen, cooler module)

**Zpracovatel :** TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

Počet stran : 61  
Počet příloh : 2  
Počet obrázků : 38  
Počet tabulek : 8  
nebo jiných příloh: 0

## **Poděkování**

V první řadě bych chtěl poděkovat své rodině, která mě v průběhu celého mého studia plně podporovala. Poděkování patří kolegům, ze společnosti Mahle Behr Czech s.r.o, kteří mě seznámili s výrobním procesem a poskytovali mi důležité informace. Velké díky patří především kolegovi Bc. Bohumilu Lorencovi za čas, který mi věnoval a umožnil mi napsat bakalářskou práci. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Miroslavu Vavrouškovi za odborné vedení a poskytnutí cenných rad pro vypracování této práce.

## Obsah

Seznam použitých zkratk, symbolů a pojmů.....	8
1 Úvod.....	9
2 Štíhlá výroba – lean production.....	10
2.1 Hodnotový tok.....	12
2.2 Mapování toku hodnot – VSM.....	13
2.3 Plýtvání.....	17
2.4 Just-in-Time (JIT).....	18
2.5 ABC Analýza.....	18
2.6 Špagetový diagram.....	20
2.7 Papírový Kaizen.....	20
2.8 Kanban.....	21
2.9 FIFO.....	22
2.10 Heijunka.....	23
3 Mapování hodnotového toku modulu chladiče.....	24
3.1 Představení společnosti MAHLE BEHR.....	24
3.2 Chladič.....	26
3.3 Rozpadové schéma modulu MAN TGA.....	28
3.4 Popis procesů výroby.....	29
3.4.1 Kazetování.....	29
3.4.2 Pájení.....	30
3.4.3 Zavírání.....	30
3.4.4 Zkouška těsnosti.....	31
3.4.5 Modulová montáž.....	31
3.5 Výběr reprezentanta pomocí ABC analýzy.....	31
3.6 Tvorba mapy současného stavu.....	35

3.7	Mapa současného stavu .....	39
3.8	Princip řízení výroby .....	40
3.9	Shrnutí zjištěných nedostatků, identifikace problémů.....	41
4	Návrh budoucího stavu .....	42
4.1	Popis optimalizace.....	43
4.1.1	Redukce zásob trubek před kazetováním.....	43
4.1.2	Plynulý tok k zavírání .....	43
4.1.3	Redukce skladovacích ploch.....	43
4.1.4	Zavedení supermarketu před modulovou montáží.....	44
4.1.5	Zavedení kanban systému .....	44
4.1.6	Optimalizace pracoviště montáže modulu .....	44
4.1.7	Výpočet VA – indexu po optimalizaci .....	44
4.2	Přínosy optimalizace .....	45
5	Pracoviště montáže modulu – optimalizace.....	48
5.1	Papírový kaizen současného stavu .....	50
5.2	Špagetový diagram současného stavu .....	51
5.3	Návrh optimalizace.....	52
5.4	Špagetový diagram nového pracoviště .....	54
5.5	Zhodnocení a přínosy optimalizace modulové montáže .....	55
5.6	Finanční benefit .....	56
6	Závěr .....	57
	Seznam použité literatury.....	58



## Seznam použitých zkratek, symbolů a pojmů

Označení	Název veličiny/popis
<b>TPS</b>	Toyota production system (výrobní systém)
<b>Lean</b>	Koncepce štíhlé výroby
<b>ABC</b>	Hodnotící analýza
<b>Layout</b>	Půdorys pracoviště
<b>JIT</b>	Just-in-time (právě včas)
<b>VSM</b>	Mapování toku hodnot
<b>VSD</b>	Budoucí hodnotový tok materiálu
<b>Kaizen</b>	Metoda trvalého zlepšení
<b>Kanban</b>	Metoda trvalého zlepšení
<b>FIFO</b>	First In – First Out (první dovnitř první ven)
<b>VA-index</b>	Ukazatel vospělosti společnosti.
<b>OEE</b>	Spolehlivost stroje

# 1 Úvod

V automobilovém průmyslu 21. století jsou kladeny stále vyšší požadavky na flexibilitu výroby a snižování výrobních nákladů. Na dnešním trhu, zejména v automobilovém průmyslu, je pro firmy velice náročné vyrábět se ziskem a být přitom stále konkurenceschopný. Konkurenční boj nutí firmy neustále zlevňovat své výrobky a vymýšlet nové způsoby, jak zaujmout zákazníky. Hlavně proto se klade velký důraz na trvalé zlepšování, zvyšování efektivity procesů a inovace. Velkou snahou je do zlepšování zapojit všechny pracovní úrovně, od pracovníků ve výrobě až po manažery. Mapování hodnotových toků je častou metodou pro vizualizaci současného stavu výroby a identifikaci nedostatků.

Bakalářská práce je zaměřena na oblast výrobního procesu modulu chladiče ve výrobní společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o. Cílem práce je návrh optimalizovaného výrobního procesu modulu chladiče. Základním prvkem optimalizace procesu je zmapování současného stavu, identifikace příležitostí ke zlepšení v rámci výrobního procesu a eliminace plýtvání. Výsledkem je návrh optimalizace pro budoucí stav, včetně detailní analýzy pro jedno pracoviště.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části se práce zaměřuje na vysvětlení principů a metod štíhlé výroby, které jsou využívány v praktické části. Praktická část obsahuje představení společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o., vysvětlení a popis výrobního procesu modulu chladiče, detailní seznámení s výrobními operacemi. Ve druhé části je zpracována mapa současného stavu a popis současného plánování a řízení výroby, výpočet VA – indexu, taktu zákazníka a hlavně identifikace zjištěných nedostatků. Třetí část je zaměřená na návrh budoucího stavu a možný způsob dosažení navržených optimalizací, včetně vyhodnocení přínosů. Čtvrtá část se zabývá detailní analýzou vybraného pracoviště montáže modulu chladiče. V závěru je provedena analýza finančních úspor a nákladů na realizaci.

## 2 Štíhlá výroba – lean production

Štíhlá výroba (lean production, lean manufacturing), neboli systém výroby, pochází z metody výrobního systému TPS (Toyota Production System), který vzniká ve firmě Toyota na přelomu 60. let 20. století. Zakladatelem „štíhlé výroby“ Taiichi Ohno, který pouhým chozením po fabrice a pozorováním nedostatků ve výrobě, pokládá základy k řízení materiálových toků. [1]

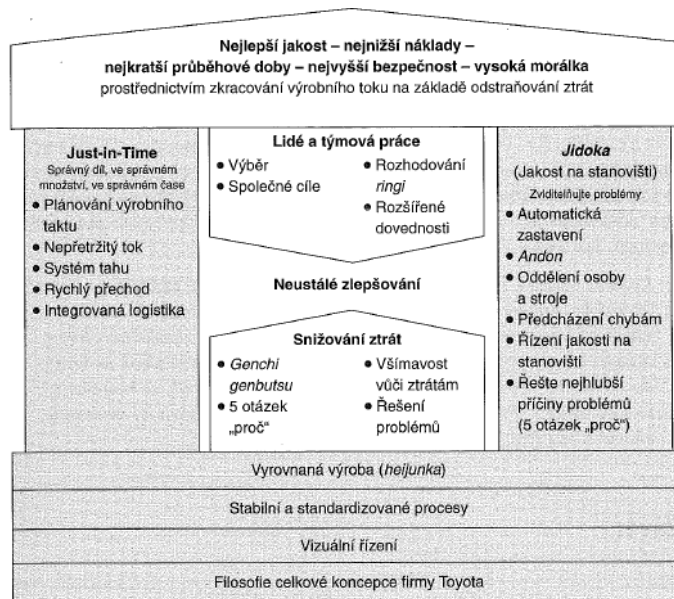
Taiichi Ohno, prohlásil:

*Jediné, co děláme, je to, že sledujeme čas od okamžiku, kdy nám zákazník zadá objednávku, k bodu, v němž inkasujeme hotovost. A tento čas zkracujeme, když odstraňujeme ztráty, které nepřidávají hodnotu. (Ohno, 1988) [1]*

TPS systém se začal prosazovat hlavně po druhé světové válce, kdy se podnikatelské podmínky v Japonsku značně odlišovaly od amerických. Americké automobilky FORD vyráběli systémem hromadné výroby, zatímco Toyota, aby si udržela své zákazníky, kteří toužili po různých automobilech, musela vyrábět na stejné lince několik druhů automobilů. To znamenalo, že její předností byla pružnost, díky které snadno reagovali na požadavky svých zákazníků, lépe využívali stroje a zlepšovala se produktivita. [1]

Hlavní filozofická myšlenka štíhlé výroby je založená na zkrácení času mezi zákazníkem a výrobcem, soustředěním se na materiálový tok firmou, tak aby se zvyšovala produktivita práce, efektivita výroby a zamezovalo se plýtvání materiálu. Zaměřuje se hlavně na zvyšování a plnění hodnot, které definuje sám zákazník. Takto definované zásady by měli aplikovat všichni zaměstnanci podniku, od pracovníků ve výrobě přes administrativu, logistiku, konstrukci až po manažery. [1]

Mnoho společností se snaží zavést systém štíhlé výroby. Bohužel to není tak jednoduché. Každá společnost si určuje své vlastní nástroje, techniky a metody, se kterými následně pracuje. Vytváří tzv. „dům“ (Obr. 1), ve kterém s těmito nástroji pracují a vytváří produkt štíhlé výroby. [1] [2]



**Obrázek 1:** Systém výroby firmy Toyota [1]

V dnešní době je systém štíhlé výroby velice uznávaným u mnoha automobilových závodů, a nejen automobilových, ale také např. ve zdravotnictví a stavebnictví. Firmy se snaží čas na výrobu produktů neustále snižovat a tento systém je nástrojem toho jak toho docílit. Metoda štíhlé výroby umožňuje uspokojit většinu zákazníků z pohledu včasného dodání a kvality výrobku a celkově dosáhnout výsledků, které jsou pro firmu pozitivní.

Stupeň štíhlé výroby můžeme definovat ve dvou úrovních:

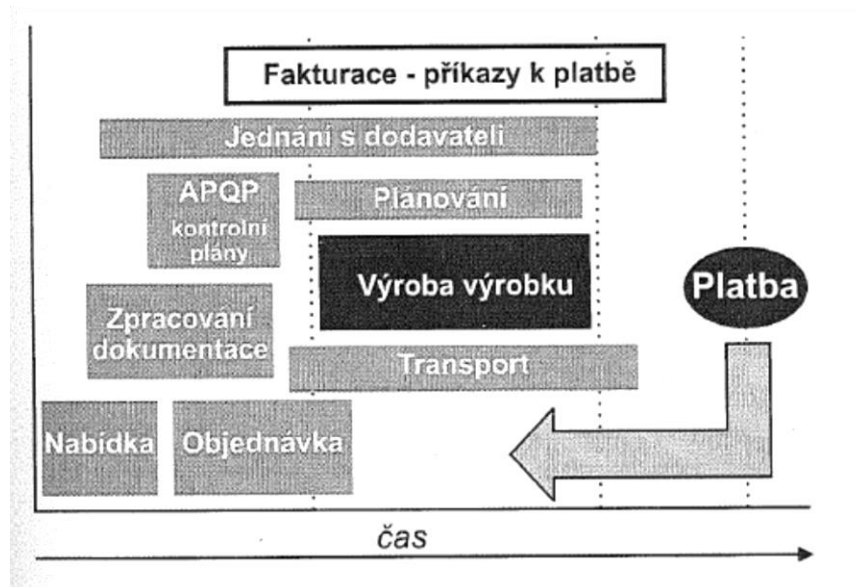
- **učení se, co štíhlá výroba je** – jsou firmy, které začínají budovat systém štíhlé výroby od počátku. Základní identifikace druhů plýtvání a „uklizením“ ve výrobě.
- **štíhlá výroba v určitém stupni** - jsou firmy, především v automobilovém odvětví, ve kterých se již systém štíhlé výroby nachází. [2]

Pokud systém štíhlé výroby správně využíváme, vede k neustálému zlepšování procesu výroby a můžeme dosáhnout následujících přínosů:

- Snižování počtu zmetků na výstupu
- Optimalizace investic do strojů, zařízení a nástrojů
- Zmenšení mzdových a personálních nákladů
- Redukce skladových zásob [2]

## 2.1 Hodnotový tok

Hodnotovým tokem rozumíme souhrn všech operací v procesech, kterými vytváříme konkrétní zboží, jenž má hodnotu pro zákazníka (Obr. 2).



*Obrázek 2: Obecný hodnotový tok ve výrobě [3]*

Do hodnotového toku ve výrobním podniku tedy zahrnujeme aktivity, které přidávají hodnotu a aktivity, které nepřidávají hodnotu. Mezi aktivity, které nepřidávají hodnotu, patří např.:

- Zpracování nabídek
- Zpracování návrhu
- Zpracování konstrukční a technologické dokumentace
- Komunikace v dodavatelském řetězci
- Transport materiálu
- Výrobní plánování
- Činnosti, v kterých se transformují informace
- Fakturace a provedení finančních operací. [3]

## 2.2 Mapování toku hodnot – VSM

Metoda mapování toku hodnot – VSM (Value Stream Mapping), je jedna z metod štíhlé výroby sloužící k odhalení nedostatků a zdrojů plýtvání v jednotlivých procesech. Je to nástroj, který slouží k popisu všech procesů, kterými materiál projde, pro určení činností, které jsou prospěšné nebo neprospěšné. Jedná se o procesy ve vývoji, výrobě, logistice a administrativě. Výstupem bývá zmapovaná cesta produktu od dodání materiálu do firmy, přes samotný proces výroby až po finální distribuci a prodeje hotového produktu. V mapě bývají znázorněny druhy plýtvání. Po vytvoření mapy současného stavu se realizuje model budoucího návrhu, jak poteče hodnotový tok v budoucnosti. [4] [5]

### Mapování toku hodnot je vhodné použít:

- u produktů, jejichž výroba se plánuje
- u produktů, u kterých se plánují změny
- při návrhu nových výrobních procesů
- při novém způsobu rozvrhování výroby [4]

### Princip VSM

Tok materiálu se zaznamenává do mapy. Při mapování procesů používáme papír, tužku, fotoaparát a stopky. Cílem dosažení štíhlosti není „mapování“, ale důležitější je zavedení toku přidávající hodnotu. Do mapy je zachycován tok materiálu (zleva doprava) a informací (zprava doleva). Dále se zapisují procesy, co vše se s materiálem děje, jejich parametry a časy. Na mapě by měly být vidět informace o velikosti a stavu rozpracovanosti ve směnách, informace o procesních časech, kapacitách strojů, množství skladů a meziskladů, manipulační délka a počet cest. [4]

### Činnosti z pohledu tvorby dělíme:

- **přidávající hodnotu** – jsou to činnosti, které jsou nutné k výrobě a dodání produktu zákazníkovi. Tyto činnosti musí být provedené správně (např. obrábění).
- **nepřidávající hodnotu** – jsou to činnosti, které nevytváří hodnoty v procesu (např. manipulace, kontrola kvality). [5]

## Postup při mapování toku hodnot

- 1) **Výběr vhodného reprezentanta** – Nejdříve musíme vybrat reprezentanta z výrokové rodiny, kterého budeme následně mapovat a optimalizovat. K výběru použijte například ABC analýzu. Na obrázku 3 je vidět výběr reprezentanta z výrokových rodin a rozřídění do jednotlivých operací.

		Montážne operácie							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Výrobky	A	x	x	x		x	x		
	B	x	x	x	x	x	x		
	C	x	x	x		x	x	x	
	D		x	x	x			x	x
	E		x	x	x			x	x
	F	x		x		x	x	x	
	G	x		x		x	x	x	

**Obrázek 3:** Výběr reprezentanta z výrokových rodin [4]

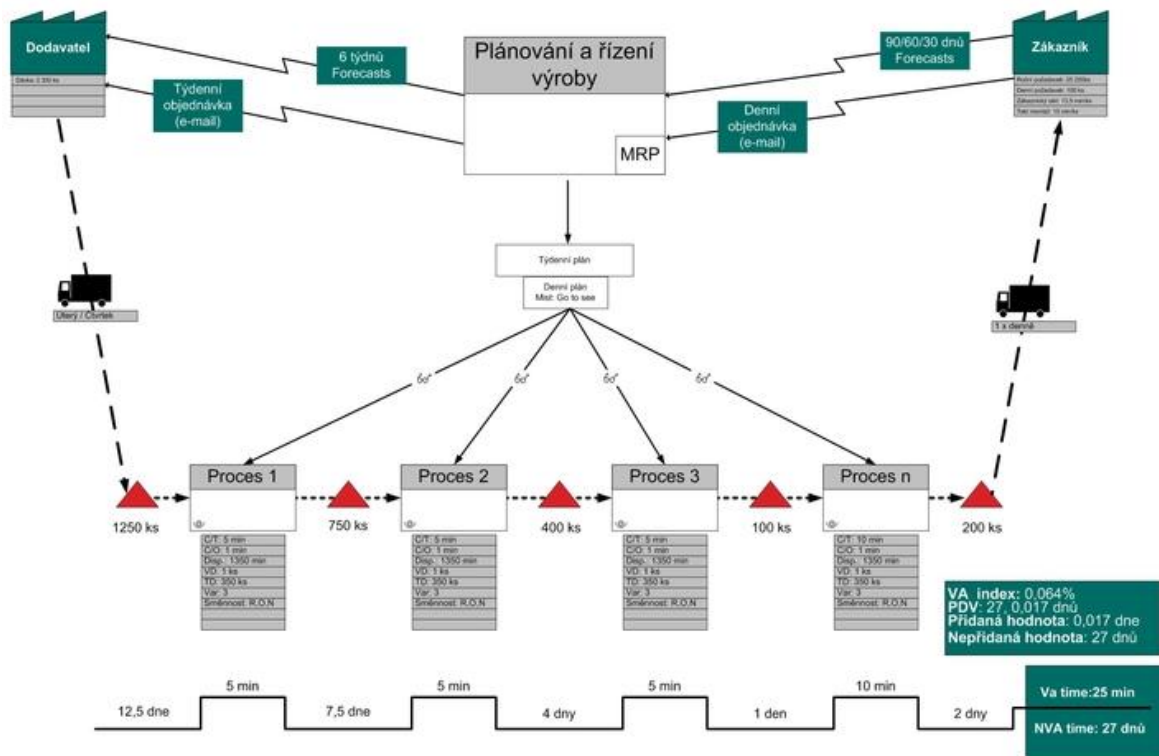
- 2) **Znázornění současného stavu** – na počátku každého zlepšení je potřeba udělat jasnou specifikaci hodnoty produktu, jak jí chápe zákazník, proto mapování současného stavu musí začít požadavkem zákazníka (požadavky, takt, denní potřeba). Začneme rychlou procházkou od dveří ke dveřím toku hodnot („Door to door“), abychom zjistili, jak se věci ve skutečnosti mají. Začneme expedicí a pokračujeme proti proudu. Dále sbíráme informace, které budeme potřebovat ke zlepšení. Pro časové údaje při mapování toku hodnot používáme sekundy. Sbíráme tyto informace:

- C/T – cyklový čas
- C/O – čas přetypování
- Počet operátorů
- Počet variant produktů
- Procesní čas
- Počet směn
- Zásoby před pracovištěm, zásoba na pracovišti a zásoba za pracovištěm [4]

Vypočteme VA-index. VA-index nám ukazuje, jestli je proces výroby dobře uspořádan. V každé optimalizaci je snaha zvyšovat VA index.

$$\text{VA index} = \frac{\text{čas který přidává hodnotu}}{\text{celkový čas cyklu}} \times 100 \%$$

Po nasbírání všech potřebných dat, následuje zanášení dat do mapy. Zakreslíme zákazníka, externího dodavatele, základní výrobní procesy, přes které materiál putuje, sklady, systém řízení výroby. Naznačíme pohyb materiálu, zásoby, kritická místa a plýtvání. Do spodní části mapy nakreslíme VA-linku. Z těchto informací budeme provádět následující optimalizace. Při zakreslování do mapy se používají standardizované symboly. Na obrázku 4 je vidět znázornění základní struktury VSM mapy.



Obrázek 4: Znázornění základní struktury VSM mapy [5]

- Znázornění budoucího stavu** – navrhne možná zlepšení v oblasti operací, materiálových a informačních toků. Hledáme metody štíhlé výroby (tok jednoho kusu, kanban, heijunka, FIFO, supermarket), kterými zabráníme plýtvání. Smyslem je jednoznačně zlepšit základní parametry hodnotových toků

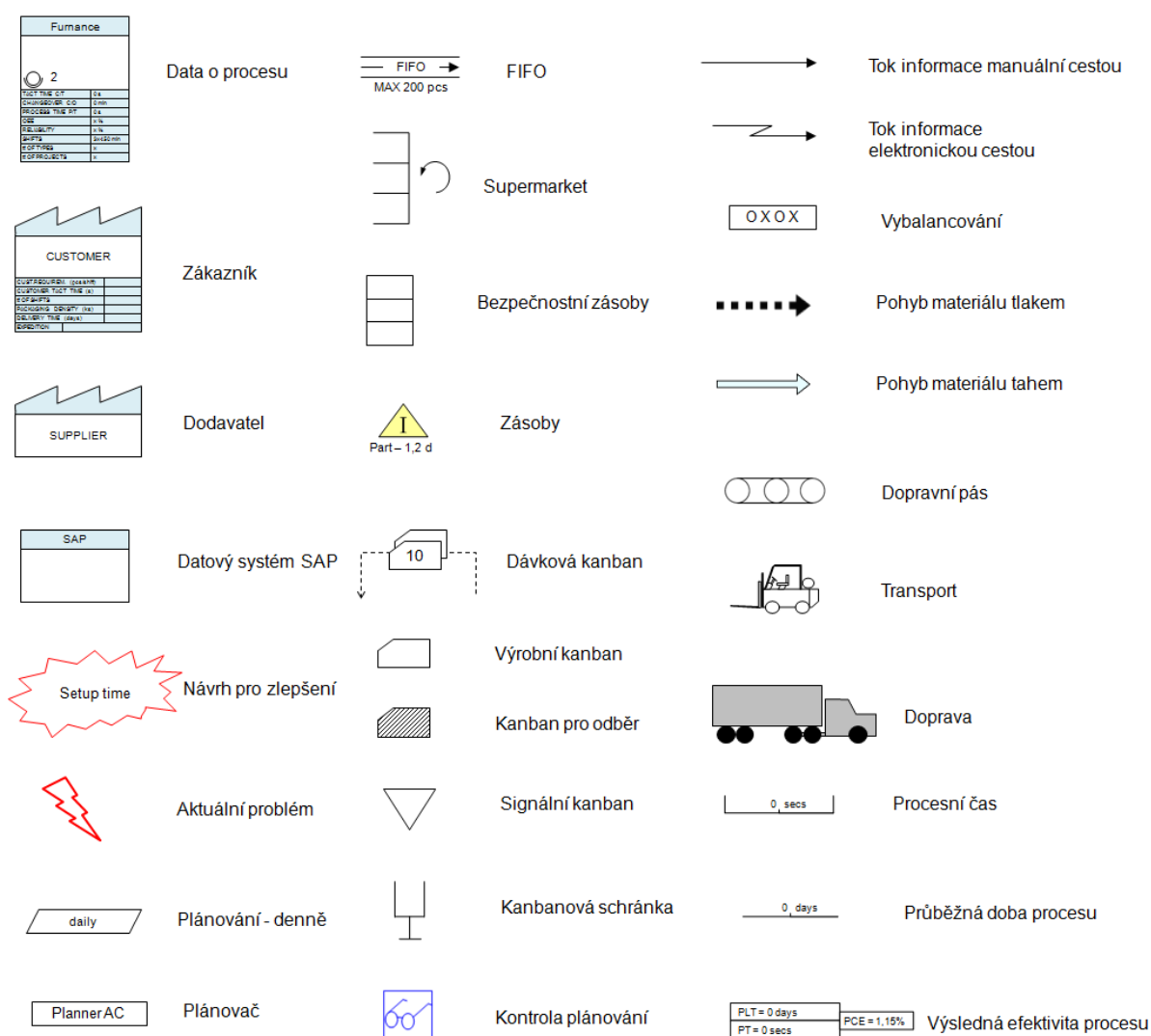


(plynulost, celková průběžná doba, stav zásob, rozpracovanost, velikost výrobních dávek, VA-index). [3]

4) **Realizace změn** – nyní je potřeba vytvořit plán, co vše a kdy se má udělat. Tento plán by měl obsahovat:

- Seznam úkolů, co chceme udělat
- Měřitelné cíle
- Kontrolní dny, konečný termín [3]

### Používané symboly:



**Obrázek 5: Používané VSM symboly**

## 2.3 Plýtvání

Za plýtvání považujeme všechny činnosti, které se ve firmě vykonávají, stojí peníze a nepřidávají výrobku hodnotu, za kterou zákazník platí. Plýtvání je zdrojem ztrát. Velkou snahou podniku je identifikovat a eliminovat plýtvání, které vede ke zlepšení finančního profitu, prostředí a bezpečnosti práce. [3]

Druhy plýtvání:

- 1) **Zbytečné pohyby** - zbytečné pohyby vykonávají lidé i stroje. Špatné ergonomické řešení ovlivňuje produktivitu, kvalitu i bezpečnost práce. Patří sem například pohyby, kde se člověk musí natahovat, aby provedl pracovní úkon, nebo přesun dělníka od výrobní linky ke skladu.
- 2) **Čekání** – tento druh plýtvání nastává tehdy, když pracovník pouze čeká na dodání materiálu, nebo dokončení výrobní operace. Prostoje čekáním nastávají také při opravování nebo seřizování stroje, což je nejčastější zdroj plýtvání čekáním.
- 3) **Zbytečná manipulace** - materiál a výrobky je nutné dopravovat mezi pracovišti a sklady v co nejkratším čase a minimalizovat zbytečnou manipulaci a přepravu materiálů a výrobků z důvodu nesprávného rozvržení pracoviště.
- 4) **Opravy** - Zvýšené náklady na nápravu nesprávných dílů. Patří sem materiál, čas a energie vložené do oprav.
- 5) **Složité a nadstandardní postupy** - provádíme něco navíc, co zákazník nepožaduje.
- 6) **Zásoby** - udržování nepotřebného materiálu, skladových zásob a rozpracovaných dílů. Skutečné aktuální potřeby se liší od plánovaných předpokladů. Náklady spojené s udržováním zásob (plocha, práce)
- 7) **Nadvýroba** - provádění aktivit, které se tržně nehodnotí. Např.: náklady na zbytečnou energii, náklady na nadbytečné pracovníky, náklady na zbytečné budovy a plochy. Náklady na stroje.
- 8) **Nevyužití znalostí** - tento druh plýtvání existuje tam, kde není dostatečně využito možností a schopností pracovníků a strojů. Podílet se na tomto plýtvání může také nedostatečná anebo neexistující spolupráce mezi jednotlivými odděleními podniku. [3]

## 2.4 Just-in-Time (JIT)

Metoda Just-in-Time je chápána jako filosofie, která má za cíl identifikovat a odstranit ztráty a to ve všech místech a fázích výrobního procesu. V českém překladu znamená „právě v čas“. Jedná se o způsob uspokojování poptávky po určitém materiálu, nebo produktu v přesně stanovený termín. Systém má zamezit zbytečnému a zdlouhavému skladování zásob a rozpracované výrobě. Základní ideou je výroba pouze toho, co zákazník vyžaduje. Tímto způsobem se redukuje nadměrné plýtvání, čekání, doprava a nekvalita. Základem je, aby byl správný díl, ve správném množství, ve správném čase a nejvyšší kvalitě dodán zákazníkovi. [6]

### Cíle Just-in-Time:

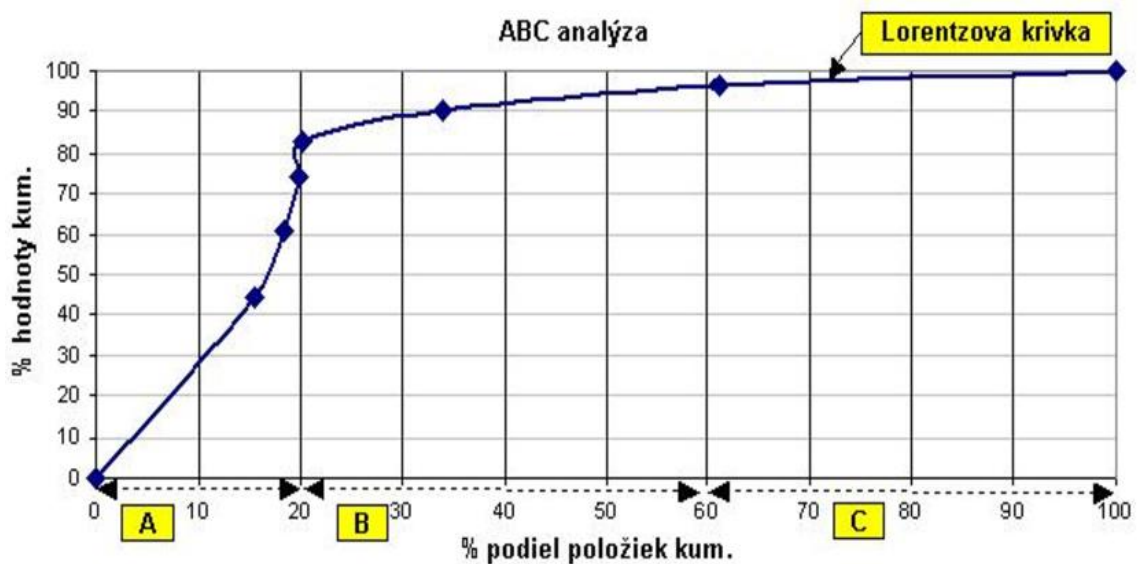
- Zkrácení výrobní doby
- Snížení nákladů na skladování produktu
- Snížení zásob materiálu
- Zlepšení řízení mezi pracovišti [6]

## 2.5 ABC Analýza

ABC analýza funguje na principu, že pouze malá část faktorů, ovlivňuje celkový problém. ABC analýza vyplývá z Paretova pravidla. Paretovo pravidlo říká, že 80 % všech důsledků způsobuje pouze kolem 20 % příčin. Některé položky ovlivňují problém více, některé méně. Metoda spočívá v rozdělení výrobků do třech skupin podle jejich důležitosti. Je tedy účelné produkty rozdělit podle jejich vlivu na sledovaný problém a rozdělit je do kategorie ABC.

Nejprve určíme parametr, který nejlépe vystihuje podstatu sledovaného problému. Dále vypočítáme procentuální podíl každého prvku na celkové hodnotě parametru a na celkovém počtu prvků. Prvky se seřadí vzestupně podle procent. Poté sestavíme graf v souřadnicích „procentuální podíl na celkovém počtu prvků - procentuální podíl na celkové hodnotě“. A následně rozdělíme prvky do skupin A, B, C podle pravidla. Výsledky ABC analýzy jsou realizovány pomocí Lorenzové křivky. Na obrázku 6 je vidět grafické znázornění ABC analýzy. [7] [8]

- **skupina A** – tvoří asi 70–80 % podílu na celkové hodnotě parametru a asi 10–15 % na celkovém počtu prvků. Ve skupině A se budou nacházet významné výrobky. Výrobky, které tvoří většinu obrátu firmy a je jim věnována největší pozornost.
  - **Skupina B** – tvoří přibližně 15–20 % podílu na celkové hodnotě parametru a asi 15–20 % podílu na celkovém počtu prvků. Jsou to „méně“ významné výrobky, které ve výrobním podniku tvoří asi 20 % obrátu.
  - **Skupina C** – Jsou „nevýznamné“ výrobky, které tvoří asi 10 % obrátu podniku.
- [8]

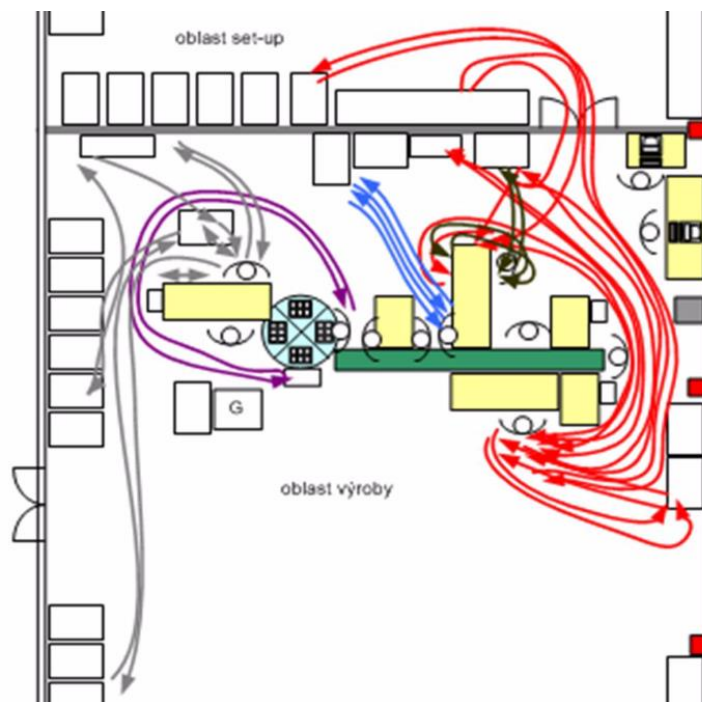


*Obrázek 6: Grafické znázornění ABC analýzy [8]*

## 2.6 Špagetový diagram

Špagetový diagram (Spaghetti diagram) je diagram, který pomáhá odhalit plýtvání pomocí mapování a měření vzdáleností, kterou pracovník nebo materiál v procesu výroby ujde. Zaznamenává se počet kroků a vzdálenosti, které pracovník na daném pracovišti urazí při manipulaci s materiálem. Proces zakreslování pohybu se zaznamenává do půdorysného schématu layoutu pracoviště pomocí čar. Pohled na hotový diagram nám pomáhá hledat možnosti ke zlepšování procesu (Obr. 7).

Hlavní důraz se klade na nejvíce vytížená místa, ve kterých je velká frekvence manipulace s materiálem. Pomocí Špagetového diagramu odhalíme nadměrný pohyb, který narušuje plynulost výroby. [10]



*Obrázek 7: Špagetový diagram [9]*

## 2.7 Papírový Kaizen

Papírový Kaizen je metoda bodového Kaizenu, jedná se o optimalizaci činnosti v dílčím procesu. Do formuláře (Obr. 8) se zaznamenávají časy všech činností, které pracovník udělá. Dále se dílčí činnosti rozdělí do bloků. Následným krokem je určení druhu činnosti. Papírový Kaizen probíhá formou brainstormingu. V případě identifikace

plýtvání (NVA) se zapíše i myšlenka, jakým způsobem je možné toto plýtvání eliminovat. Rozeznáváme tři základní druhy činností:

- 1) **Činnosti přidávající hodnotu** – činnosti, za které zákazník platí.
- 2) **Činnosti nepřidávající hodnotu** – jsou činnosti, které jsou při procesu nutné.
- 3) **Plýtvání** [11]

**Analýza procesu - papír Kaizen**

Poř.	Blok činnosti	Čas bloku [s]	Činnost, krok, klíčové body, podrobné informace	Čas [s]	Přidávající hodnotu	Nepřidávající hodnotu	Plýtvání	Nápady, činnosti
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

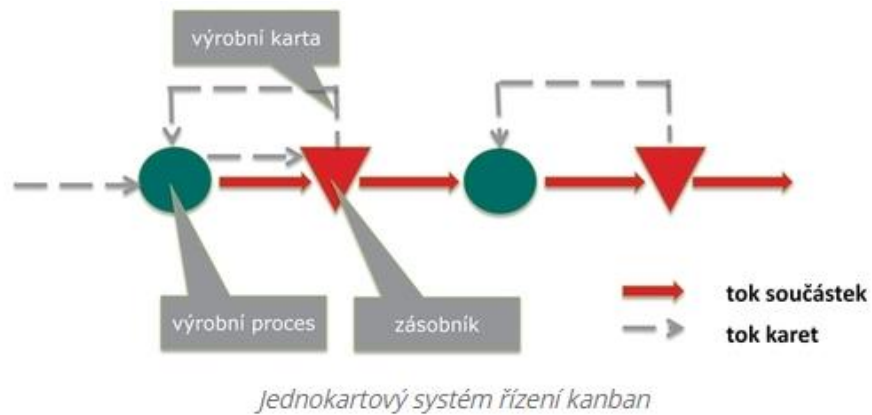
*Obrázek 8: Formulář pro papírový kaizen [11]*

## 2.8 Kanban

Metoda kanban patří do tahového systému řízení výroby. Technologie byla poprvé vyvinuta japonskou firmou Toyota Motors v 50. a 60. letech minulého století. Nejefektivněji se tato metoda využívá ve velkosériové výrobě, kde je jednosměrný tok materiálu. Výrobní operace lze sladit a vytvořit plynulý tok. Podstatou řízení výroby je „tahání“ součástek výrobním procesem tak, jak požaduje montáž. Bez zbytečné rozpracovanosti a zbytečných mezikladů. Výraznou snahou je postupně eliminovat všechny sklady. Technologie Kanban zaručuje plynulost provozu i vysokou produktivitu a efektivnost výroby. Její přehlednost je tak dobrá, že nepotřebujeme výpočetní techniku. Slouží pro organizaci stavu zásob a rozpracované výroby. Slovo kanban znamená v překladu z japonštiny kartu, štítek, nebo přímo informaci. Na obrázku 9 je vidět jednokartový systém řízení kanban. Existují dva druhy karet a to: pohybové a výrobní. Princip kanban systému probíhá v následujících krocích:

- 1) Odběratel odešle dodavateli prázdný přepravní prostředek s jedním štítkem, který plní funkci objednávky. Odběratel si řídí dodávky, nesmí začít zpracovávat další zakázku, dokud nezpracuje předchozí

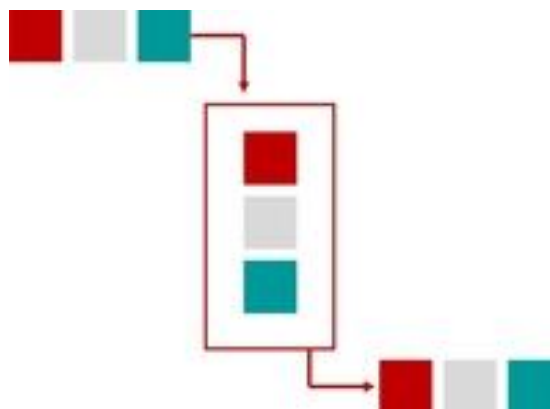
- 2) Dodání prázdného přepravního prostředku s výrobní kartou k dodavateli. Zde vzniká podnět k zahájení výroby příslušné dávky. Dokud dodavatel neobdrží výrobní kartu, nesmí vyrábět.
- 3) Poté, co je dávka vyrobena, je přepravní prostředek naplněn, označen štítek a odeslán odběrateli.
- 4) Odběratel je povinen dávku převzít a zkontrolovat. [12]



**Obrázek 9:** Jednokartový systém řízení kanban [12]

## 2.9 FIFO

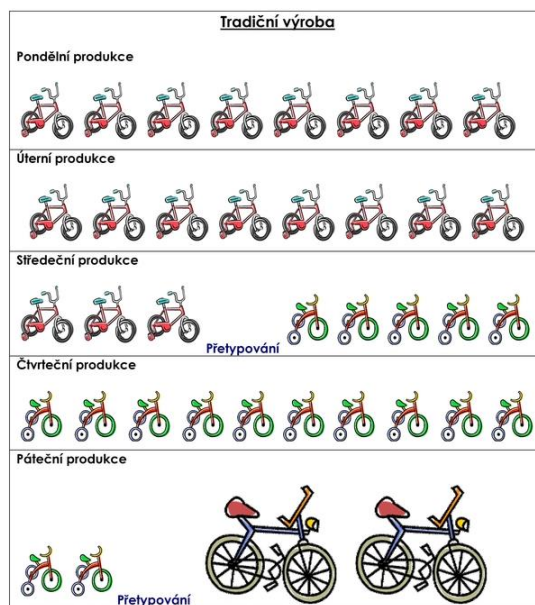
FIFO (First In – First Out), v českém překladě „první dovnitř – první ven“. Metoda FIFO nám říká, že první vstupující díl do systému je zároveň první díl, který ze systému vystupuje (Obr. 10). Velice důležité je, aby princip FIFO byl zachován při celém koloběhu výrobku od dodavatele až k zákazníkovi. [13]



**Obrázek 10:** Princip FIFO [13]

## 2.10 Heijunka

Heijunka je proces, který slouží pro vyrovnání výroby prostřednictvím objemu a skladby sortimentu. Podle heijunky nevyrábíme produkty podle aktuálního toku zákaznických objednávek, ale bereme v úvahu celkový objem objednávek za určité období. Tyto objednávky jsou rozplánovány tak, aby stejné množství a mix výrobků byly vyrobeny každý den. Cílem je vybudovat každodenní plánovanou hladinu, která bere v úvahu aktuální zákaznické požadavky. Pokud vyrábíme 5 x A a 5 x B, vytvoří se plánovací hladina ABABABABAB. Říkáme tomu mix výrobní produkce. Na obrázku 11 můžeme vidět příklad nevyrovnané výroby. [14]



**Obrázek 11:** Příklad nevyrovnané výroby [14]

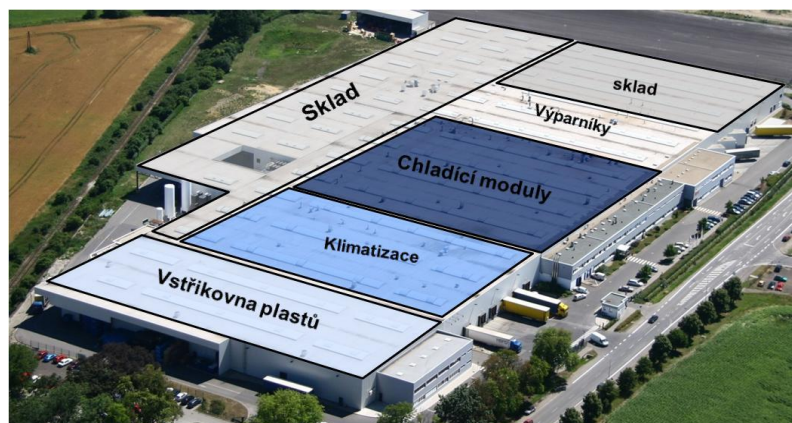


### 3 Mapování hodnotového toku modulu chladiče

Před samotným mapováním hodnotového toku vybraného projektu je představení výrobní společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o. Vysvětlení, co je modul chladiče a popis operací, které jsou spojeny s jeho výrobou. Výběr reprezentanta a vytvoření mapy současného stavu, popisu současného plánování, dále výpočet VA – indexu, taktu zákazníka, řízení výroby, identifikace problémových míst, návrh řešení pro budoucí stav řízení výroby.

#### 3.1 Představení společnosti MAHLE BEHR

Společnost Mahle Behr je celosvětovým předním výrobcem komponentů pro spalovací motory, klimatizace a chlazení motoru. V současnosti má skupina Mahle Behr Group pobočky rozšířené po celém světě. Své zástupce má v Německu, Francii, Číně, Rusku, USA, Brazílii, Jižní Africe, Španělsku, Slovensku a v Indii. Zaměstnává přes 65 000 zaměstnanců ve více než 140 výrobních závodech. Společnost MAHLE Behr Mnichovo Hradiště s.r.o. vznikla v roce 1998 se sídlem v Mnichově Hradišti, jako HELLA-BEHR. K datu 1. 10. 2013 byl název firmy změněn na Mahle Behr Mnichovo Hradiště. Společnost Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o. je významný dodavatel do automobilového průmyslu. Firma se díky vysoké kvalitě výrobků řadí mezi důležité podniky v rámci skupiny Mahle. Zákazníci pro osobní automobily (Obr. 13) jsou: Audi, BMW, Citroen, Ford, Mercedes-Benz, Peugeot, Porsche, Renault, Škoda, Volvo. Zákazníci pro nákladní automobily (Obr. 14): DAF, Iveco, John Deere, Man, Scania.



*Obrázek 12: Rozložení firmy Mahle Behr Mnichovo Hradiště [9]*

Firma zaměstnává přes 1400 zaměstnanců v třísměnném provozu na ploše 76 000 m<sup>2</sup>. Výrobní úseky jsou čtyři (Obr. 12), patří sem klimatizace pro osobní automobily (AM), výparníky pro klimatizace (AC), chladicí moduly pro SUV, kamiony (ET) a vstřikování plastů (IM). Ve vstřikování plastů se vyrábí kryty výparníků, vodní a vzduchové nádržky, expanzní nádržky a díly klimatizací. AM fraktál tvoří devět linek na výrobu klimatizace. Fraktál AC vyrábí výparníky a topná tělesa. Fraktál ET vyrábí chladiče, chladicí moduly pro nákladní automobily.



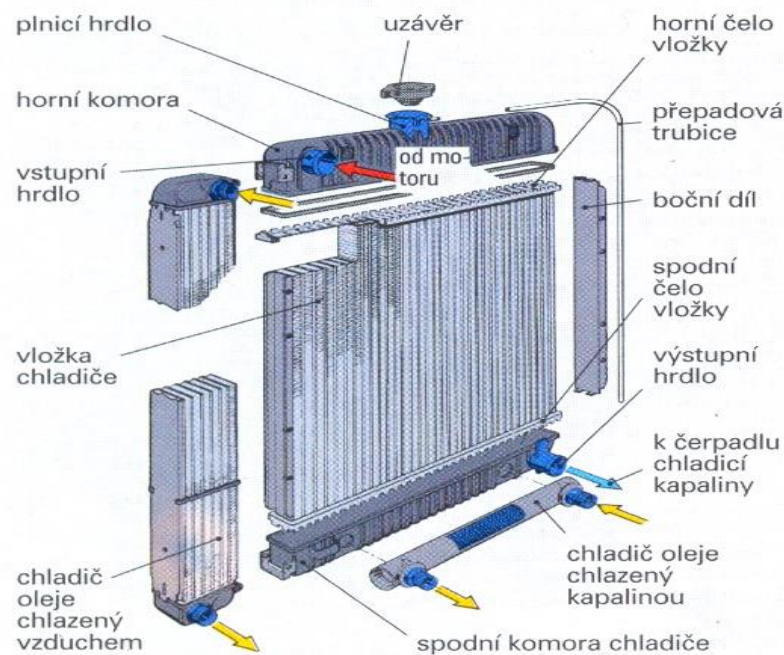
**Obrázek 13:** Ukázka klimatizace pro Škoda Fabia, VW Polo, Audi A1 [9]



**Obrázek 14:** Ukázka chladícího modulu pro MAN [9]

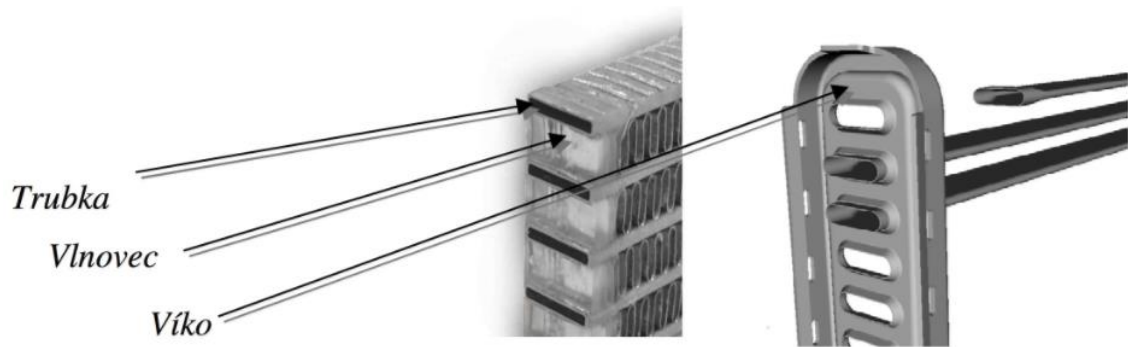
## 3.2 Chladič

Chlazení motorů spočívá v odvádění přebytečného tepla z těch částí motoru, které jsou nadměrně ohřívány. Chlazení udržuje teplotu motoru na takové výši, která je pro provoz nejvhodnější (písty, válce, bloky motoru). Nejvhodnější teplota motoru odpovídá obvykle 80 až 95 °C teploty chladicí kapaliny. Teplo odváděné chlazením je ztrátové, ale musí být odvedeno, aby vlivem vysoké teploty a tepelné roztažnosti materiálu nedošlo např. k zadření pístu ve válci, nebo ztrátě mazacích schopností motorového oleje. [15]



**Obrázek 15:** Příklad konstrukce chladiče [15]

Chladič (Obr. 15) se skládá z horní a dolní komory, mezi kterými je umístěna vložka chladiče. Ta plní hlavní funkci výměníku tepla – kapalina - vzduch. Chladicí vložky současných chladičů tvoří trubky, na nichž jsou navlečena vlnovitá chladicí žebra. Trubky (Obr. 16) mohou mít průřez kruhový, oválný nebo plochý. Chladicí modul se skládá ze vzduchového a vodního chladiče. [15]



**Obrázek 16:** Řez hliníkovou vložkou chladiče [15]

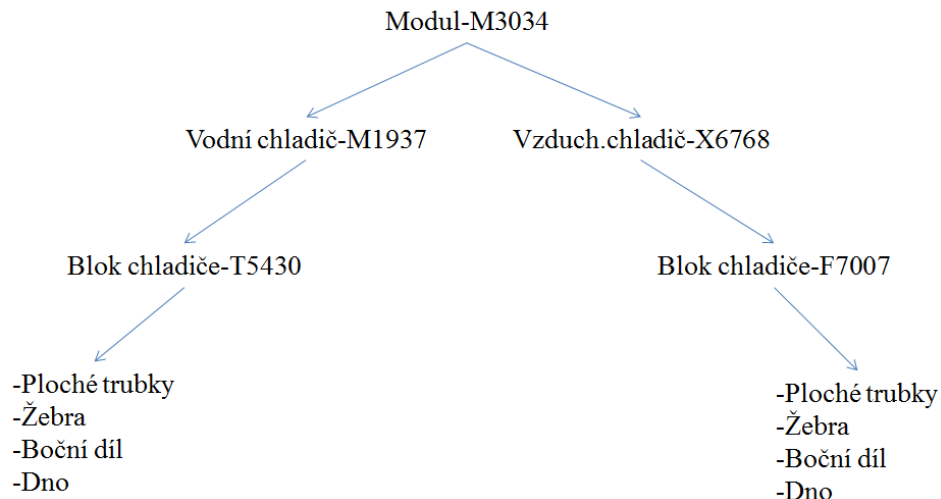
### **Druhy chlazení:**

**Vzduchové** – Části motoru jsou opatřeny chladicími žebry. Přebytné teplo je z povrchu chladících žebor odváděno přímo okolo proudícím vzduchem. Pomocí chladících žebor se mnohonásobně zvětší teplosměnná styčná plocha povrchu horkých částí motoru pro předání tepla do chladícího vzduchu. Žebra bývají vyrobena z hliníkových slitin.

**Kapalinové** – U kapalinového chlazení je přebytné teplo z motoru odváděno kapalinou, proudící dutinami vytvořenými v hlavě a bloků válců. Chladicí kapalina se od horkých stěn motoru ohřívá. Přes soustavu potrubí a spojovacích hadic se dostává do chladiče, kde je ochlazována vzduchem proudícím přes chladič. Proudění chladicí kapaliny podporuje oběhové čerpadlo a proudění chladícího vzduchu přes chladič ventilátoru chlazení. Chladicí kapalinou je etylenglykol. [15]

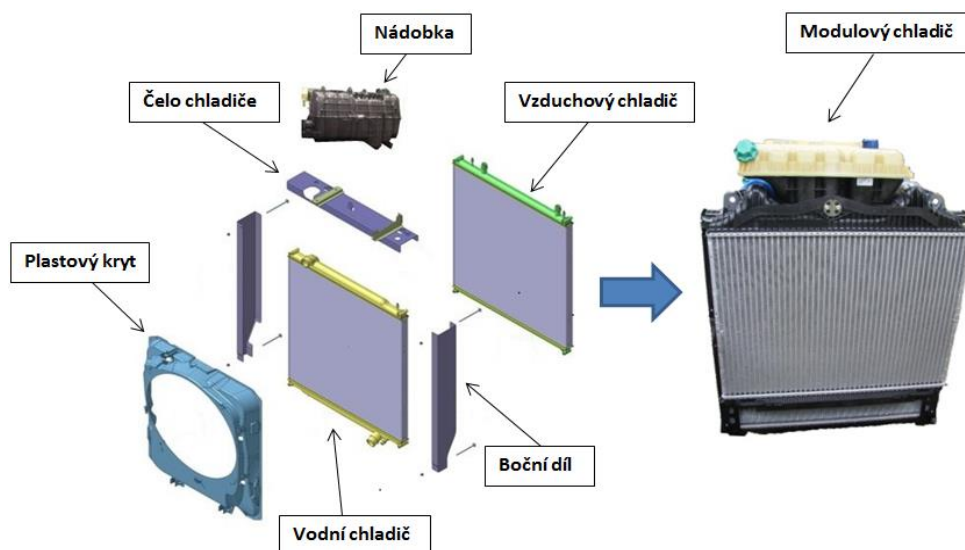
### 3.3 Rozpadové schéma modulu MAN TGA

Rozpadové schéma modulu chladiče MAN TGA nám ukazuje, z čeho se vlastně skládá (Obr. 17). Modul se skládá z vodního (M1937) a vzduchového (X6768) chladiče, které se skládají na modulové montáži. Chladič se skládá z bloku, plastového krytu a nádoby. Samotný blok se skládá z plochých trubek, žebra, dna a bočních dílů.



**Obrázek 17:** Rozpadové schéma modulu MAN TGA

Na obrázku 18 je vidět 3D rozpad modulu chladiče MAN TGA na jednotlivé díly. Blok chladiče se dále ještě dělí na ploché trubky, žebra, čelo a boční díl.

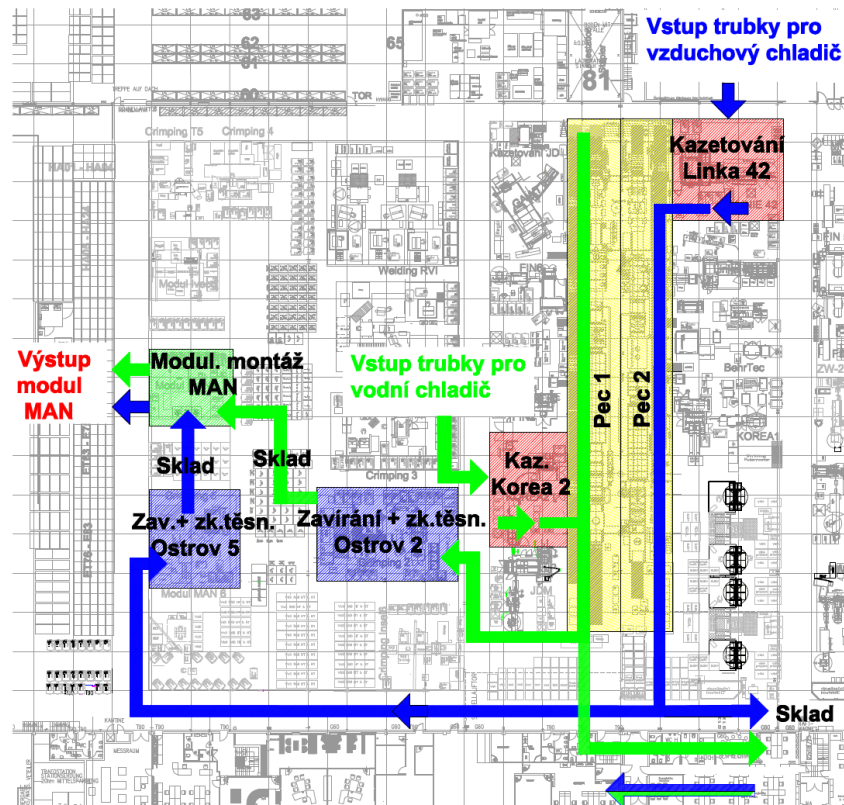


**Obrázek 18:** 3D rozpad modulu chladiče MAN TGA



### 3.4 Popis procesů výroby

Než se začne hotový modul montovat do nákladních vozidel, musí projít složitým výrobním procesem. Celková výroba modulu chladiče se skládá z několika operací a to kazetování, pájení, zavírání, zkouška těsnosti a modulová montáž (Obr. 19).



Obrázek 19: Výrobní cesta chladičeho modulu

#### 3.4.1 Kazetování

Oba bloky se vyrábějí na přibližně podobných procesech, hlavní rozdíl je v použitých plochých trubkách. U vzduchového chladiče jsou trubky výrazně širší, což při mapování pomáhá k jednoznačné identifikaci. Blok se skládá z dna, plochých trubek, bočních lišt a lamel. Vstupní surovinou pro lamelu je hliníkový pás, který se odvíjí ze svitku a ve válcovačce se vytváří žebra. Blok je z dílů poskládaný a drží pouze vlivem tření, proto se nasazují klipy, které fixují tvar bloku po dobu letování. Operátor vizuálně zkontroluje zakazetovaný blok a případné nedostatky opraví ručním nářadím. Na konci blok vyjme ze stroje a odloží na válečkový dopravník pece (Obr. 20).



*Obrázek 20: Zakazetovaný blok [9]*

### **3.4.2 Pájení**

Před vstupem do letovací pece je blok chladiče odmaštěn a vysušen, poté po válečkovém dopravníku putuje do letovací pece. V letovací peci jsou různé teplotní profily, díky kterým se zlepšují vlastnosti bloku. Díky vysokým teplotám se části bloku zaletují, zmizí netěsnost a vznikne celistvý blok. Doba cyklu pájení, kterým blok prochází je přibližně 50 minut. Poté co blok projede tímto procesem, je zbaven klipů a bočních lišt. Bloky se přeskládají na podvozky a odváží do meziskladů.

### **3.4.3 Zavírání**

Z meziskladů se bloky odvázejí na manipulačním vozíku k zavíracím ostrovům. Blok se vloží do závěsného otočného zařízení. Jsou přidána gumová těsnění a plastový kryt, které zajišťují těsnost bloku. Toto se provede na obou stranách bloku. Pokud se přidávají hliníkové kryty, putuje blok dále na svaření a kryt je k bloku přivařen. Po zavření se chladič posílá po válečkovém dopravníku ke zkoušce těsnosti. Na obrázku 21 je vidět vodní chladič po zavření.



*Obrázek 21: Vodní chladič po zavření [9]*

### 3.4.4 Zkouška těsnosti

Po zavření chladiče následuje zkouška těsnosti. Vodní chladič putuje na vodní zkoušku těsnosti. Chladič se vloží na manipulační zařízení a je ponořen do vodní nádrže, zajistí se proti vynoření a napojí se zkušební hlavice. Dojde k natlakování dílu a pokud se nedetekuje únik, kontrola je úspěšná. Pokud chladič neudrží natlakovaný vzduch, je kontrola neúspěšná a díky vodě odhalíme snadněji netěsnící místo. Zkouška vzduchového chladiče probíhá za sucha. Chladič se zajistí na manipulačním zařízení, nasadí se ucpávky a proběhne zkouška. Po úspěšné zkoušce těsnosti pokračuje chladič dále do meziskladu pro modulovou montáž. Netěsný chladič jde na opravu.

### 3.4.5 Modulová montáž

Finálním procesem výroby modulu chladiče MAN TGA je modulová montáž. Proces spočívá ve spojení vodního a vzduchového chladiče. Ofukovacím nožem se vyfouká voda z chladiče. Nasadí se plastový kryt ventilátoru. Přimontuje se vzduchový chladič. Naskenuje se modul do JISu a ponechá se v sušící stolici. Po vysušení se modul vloží pomocí jeřábu do expediční palety a produkt je připraven pro odvoz kamionem (Obr. 22).



*Obrázek 22: Modul MAN TGA [9]*

## 3.5 Výběr reprezentanta pomocí ABC analýzy

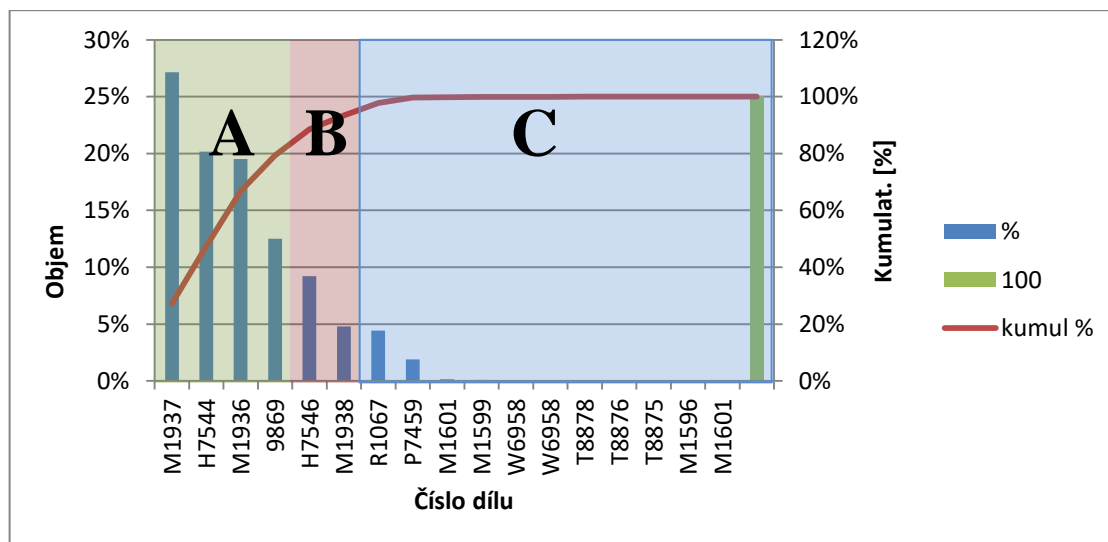
Ještě před tím, než bylo možné začít mapovat tok materiálu, bylo potřeba vybrat vhodného reprezentanta. Z více typů chladičů, vodního a vzduchového, bylo potřeba vybrat konkrétní dvojici, která se montuje dohromady. Pro výběr byla použita ABC analýza. Důležitým faktorem byl plánovaný objem výroby na rok 2017. Po seskupení dat byla vytvořena tabulka pro vodní a vzduchový chladič a rozříděna do ABC skupin.



**Tabulka 1: Data vodního chladiče**

Projekt	Typ	číslo dílu	Objem 2017	%	kumul %	ABC 80/15/5	Objem 2018	Objem 2019	Objem 2020
<b>MAN TGA</b>	<b>vodní</b>	<b>M1937</b>	<b>8570</b>	<b>27 %</b>	<b>27 %</b>	<b>A</b>	<b>7770</b>	<b>4910</b>	<b>2255</b>
MAN TG1	vodní	H7544	6 363	20 %	47 %	A	6 489	6 496	6 545
MAN TGA	vodní	M1936	6 160	20 %	67 %	A	5 945	3 945	990
MAN TG1	vodní	9869	3 948	13 %	79 %	A	4 102	4 102	4 130
MAN TG1	vodní	H7546	2 905	9 %	89 %	B	3 080	3 073	3 101
MAN TGA	vodní	M1938	1 515	5 %	93 %	B	1 080	7 095	11 365
MAN TGL	vodní	R1067	1 400	4 %	98 %	C	760	680	200
MAN TGL	vodní	P7459	595	2 %	100 %	C	581	294	294
MAN TGA	vodní	M1601	45	0 %	100 %	C	40	40	35
MAN TGA	vodní	M1599	30	0 %	100 %	C	20	20	20
MAN TGA	vodní	W6958	8	0 %	100 %	C	4	4	4
MAN SLT	vodní	W6958	8	0 %	100 %	C	4	4	4
MAN TGX	vodní	T8878	5	0 %	100 %	C	5	5	5
MAN TGX	vodní	T8876	5	0 %	100 %	C	10	15	5
MAN TGX	vodní	T8875	5	0 %	100 %	C	5	5	5
MAN TGA	vodní	M1596	0	0 %	100 %	C	0	0	0
MAN V8	vodní	M1601	0	0 %	100 %	C	0	0	0
			31562	100 %			29895	30688	28958

V tabulce 1 jsou vidět plánované výrobní objemy pro vodní chladič. Největší plánovaný objem pro rok 2017 vychází pro chladič MAN TGA (**M1937**). Dále z tabulky vyplývá, že odvolávky zákazníka jsou přibližně stejné až do roku 2020. Na základě ABC analýzy byly klasifikovány 4 díly jako A, 2 díly jako B a 11 dílů jako C.



**Graf 1: Graf ABC analýzy pro vodní typ chladiče**

Z grafu 1 ABC analýzy pro vodní chladič je zřejmé, že 80 % procent celkového objemu tvoří čtyři díly. Zelenou barvou jsou označené chladiče typu A. Červenou barvou typu B a modrou typu C.

**Tabulka 2: Matice rozdělení pro vodní chladič**

Projekt	Typ	Číslo dílu	Kazet.	Pájení	Zavírání ostrov 2	Zavírání ostrov 3	Zavírání ostrov 4	Vodní zk. těsnosti	Suchá zk. těsnosti	Mod. montáž	Rodina
<b>MAN TGA</b>	<b>vodní</b>	<b>M1937</b>	x	x	x			x		X	R1
MAN TGA	vodní	M1936	x	x	x			x		X	R1
MAN TGA	vodní	M1938	x	x	x			x		X	R1
MAN TG1	vodní	H7544	x	x		x			x	X	R2
MAN TG1	vodní	98690	x	x			x		x	X	R2
MAN TG1	vodní	H7546	x	x			x		x	X	R2

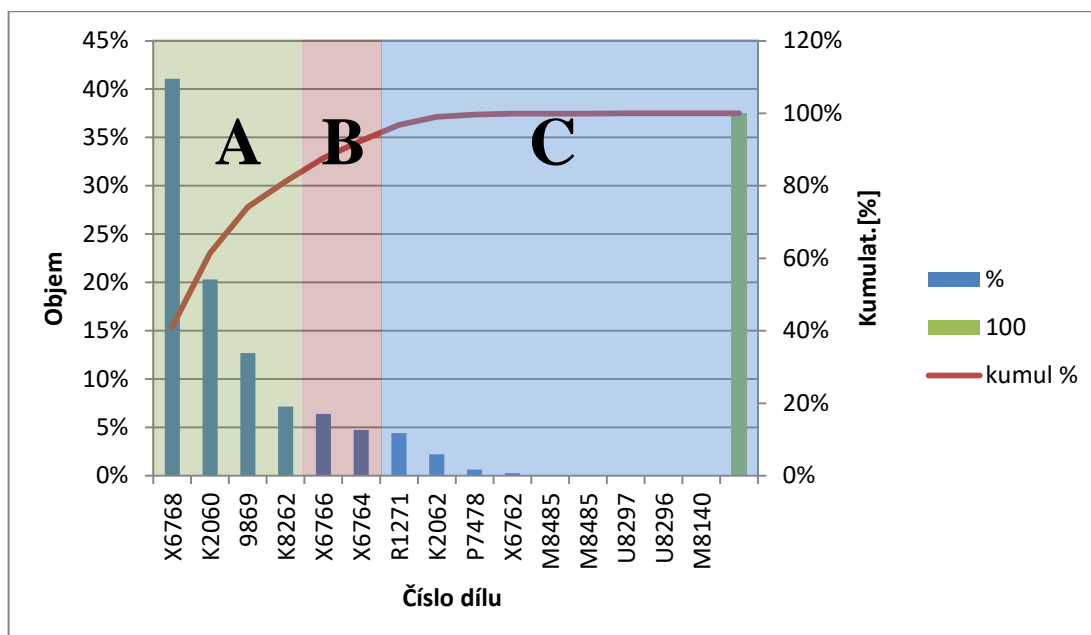
Z tabulky 2 vidíme rozdělení do dvou rodin s odlišným výrobním procesem. Všechny díly prochází kazetováním a pájením. Jejich výrobní cesta se liší způsobem zavírání a zkouškou těsnosti. Díly zavírané na ostrově 2 a procházející vodní zkouškou těsnosti patří do první výrobní rodiny. Díly zavírané na ostrově 3 a 4, procházející suchou zkouškou těsnosti patří do druhé výrobní rodiny.

**Tabulka 3: Data vzduchového chladiče**

Projekt	Typ	číslo dílu	Objem 2017	%	kumul %	ABC 80/15/5	Objem 2018	Objem 2019	Objem 2020
<b>MAN TGA</b>	<b>vzduch</b>	<b>X6768</b>	<b>12 764</b>	<b>41 %</b>	<b>41 %</b>	<b>A</b>	<b>12 252</b>	<b>7 296</b>	<b>2 608</b>
MAN TG1	vzduch	K2060	6312	20 %	61 %	A	6 444	6 444	6 492
MAN TG1	vzduch	9869	3948	13 %	74 %	A	4102	4102	4130
MAN TG1	vzduch	K8262	2220	7 %	81 %	A	2 392	2 396	2 412
MAN TGA	vzduch	X6766	1 992	6 %	88 %	B	1 484	1 576	660
MAN TGA	vzduch	X6764	1 472	5 %	92 %	B	1 048	7 060	11 336
MAN TGL	vzduch	R1271	1 372	4 %	97 %	C	780	680	196
MAN TG1	vzduch	K2062	688	2 %	99 %	C	684	684	688
MAN TGL	vzduch	P7478	196	1 %	100 %	C	196	96	100
MAN TGA	vzduch	X6762	80	0 %	100 %	C	72	64	64
MAN V8	vzduch	M8485	12	0 %	100 %	C	8	8	12
MAN SLT	vzduch	M8485	12	0 %	100 %	C	8	8	12
MAN TGX	vzduch	U8297	8	0 %	100 %	C	16	24	8
MAN TGX	vzduch	U8296	8	0 %	100 %	C	8	0	8
MAN TG1	vzduch	M8140	0	0 %	100 %	C	0	0	0
			31 084	100 %			29 494	30 438	28 726

V tabulce 3 jsou vidět plánované výrobní objemy pro vodní chladič. Největší plánovaný objem pro rok 2017 vychází pro chladič MAN TGA (**X6768**). Dále z tabulky

vyplývá, že odvolávky zákazníka jsou přibližně stejné až do roku 2020. Na základě ABC analýzy byly klasifikovány 4 díly jako A, 2 díly jako B a 11 dílů jako C.



**Graf 2:** Graf ABC analýzy pro vzduchový typ chladiče

Z grafu 2 ABC analýzy pro vzduchový chladič je zřejmé, že 80 % celkového objemu tvoří čtyři díly. Zelenou barvou jsou označené chladiče typu A. Červenou barvou typu B a modrou typu C.

**Tabulka 4:** Matice rozdělení pro vzduchový chladič

Projekt	Typ	Číslo dílu	Kazet.	Pájení	Zavírání ostrov 4	Zavírání ostrov 5	Vodní zk. těsnosti	Suchá zk. těsnosti	Modulová montáž	Rodina
<b>MAN TGA</b>	<b>vzduch</b>	<b>X6768</b>	x	x		x		x	x	<b>R3</b>
MAN TG1	vzduch	K8262	x	x	x			x	x	R3
MAN TGA	vzduch	X6766	x	x		x		x	x	R3
MAN TGA	vzduch	X6764	x	x		x		x	x	R3
MAN TG1	vzduch	K2060	x	x		x	x		x	R4
MAN TG1	vzduch	98697	x	x		x	x		x	R4

Z tabulky 4 vidíme rozdělení do dvou rodin s odlišným výrobním procesem. Všechny díly prochází kazetováním a pájením. Jejich výrobní cesta se liší způsobem zavírání a zkouškou těsnosti. Díly zavírané na ostrově 4 a 5, procházející suchou zkouškou těsnosti patří do třetí výrobní rodiny. Díly zavírané na ostrově 5, procházející suchou zkouškou těsnosti patří do čtvrté výrobní rodiny.

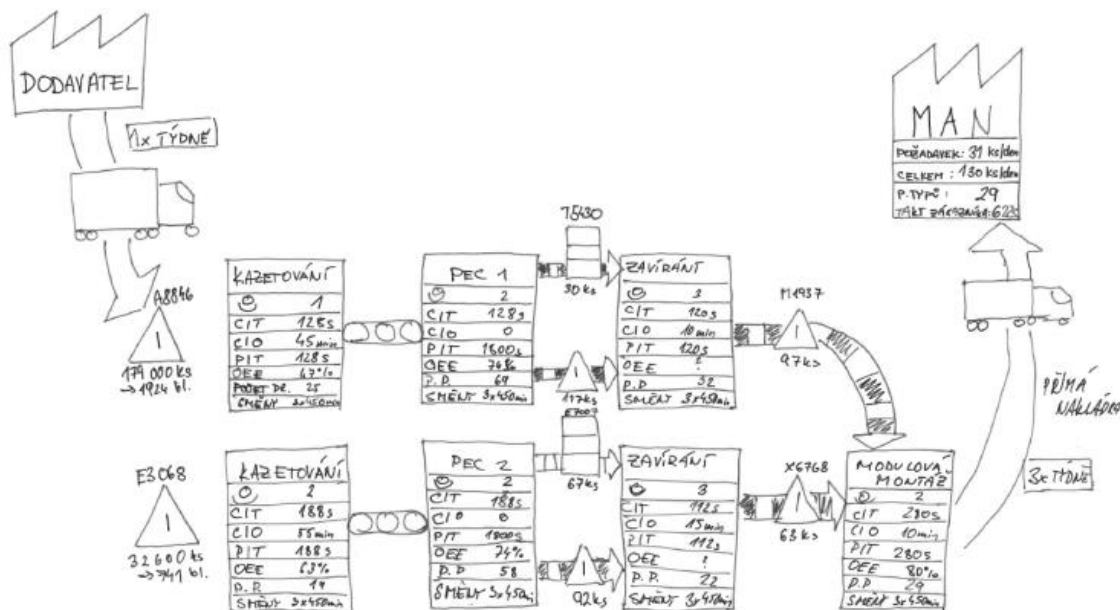
### 3.6 Tvorba mapy současného stavu

Cílem tvorby mapy byla analýza současného stavu. Vytvořit si pohled na celkové řízení výroby, jakým způsobem se materiál pohybuje, jak se získávají a předávají informace. Výrobní proces modulu začal mapováním od zákazníka a postupoval proti toku materiálu k dodavateli. Podrobnější postup při mapování toku materiálu je popsán níže.

#### Postup

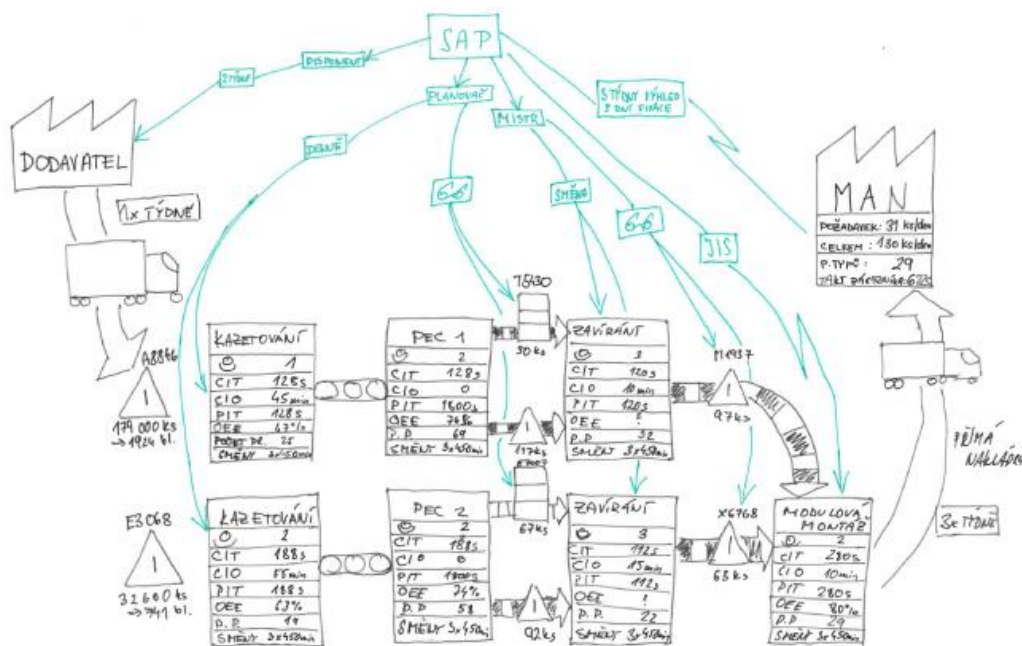
Prvním krokem při mapování byla Gemba walk (poznání procesu od vstupu až k výstupu), pro bližší seznámení s procesem a pracovišti. Po seznámení byl od plánovače výroby zjištěn měsíční průměrný požadavek zákazníka na modul MAN TGA od zákazníka a přepočten na denní požadavek. Následovalo pozorování pracovníků, měření a zaznamenávání pracovních úkonů. K zaznamenávání informací byly využívány tyto pomůcky: papír, tužka, stopky, formuláře. Byly zmapovány veškeré zásoby modulu chladiče MAN TGA M3034. Stopkami naměřeny časy cyklů výroby a zaznamenány operace, které výrobě nepřidávaly hodnotu.

Po získání potřebných informací se mohla začít tvořit mapa. Tvorba začala zakreslením zákazníka a několika základních informací o něm – denní požadavek, počet typů, takt zákazníka. Dále zakreslení dodavatele surovin. Následovalo zakreslení základních operací, které se na výrobě podílejí a to sklady, mezisklady, kazetování, pájení, zavírání, modulová montáž a expedice. Ke všem procesům byly doplněny potřebné údaje – počet operátorů, čas cyklu, čas přestavby, procesní čas, spolehlivost, počet projektů a směnnost viz Obr. 23. Tyto informace byly naměřeny, nebo zjištěny z datových systémů firmy.



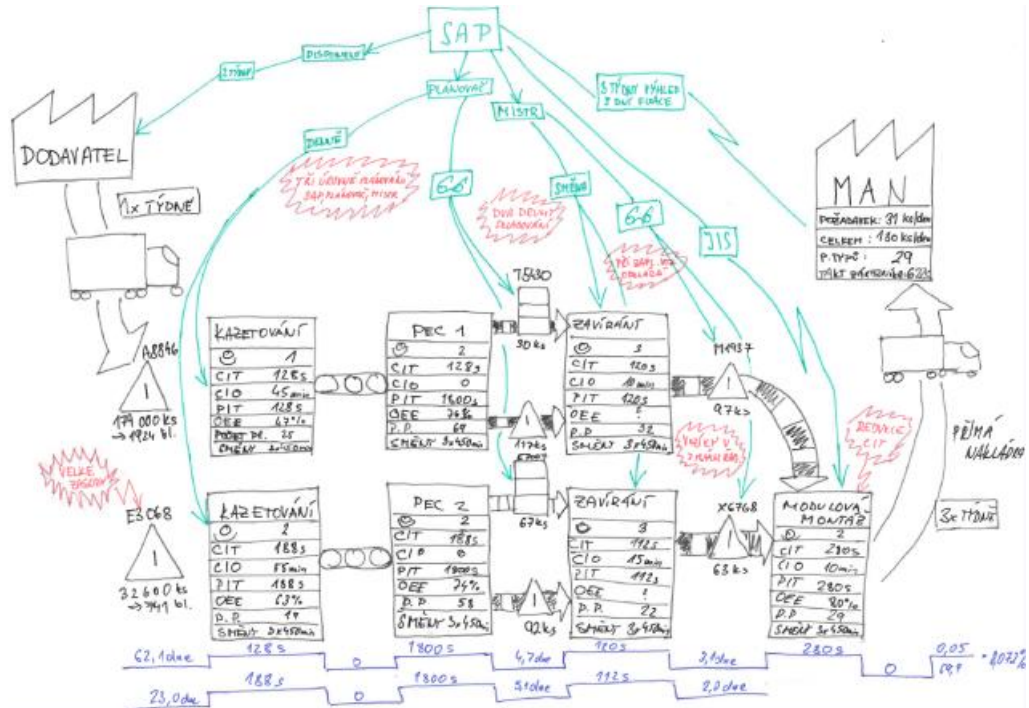
Obrázek 23: Mapa dodavatele, zákazníka a základních operací

Pokračovalo se v zakreslení způsobů řízení výroby (SAP), nákupčí, disponent, plánovač, mistr (Obr. 24). Princip toku materiálů a informací v celé mapě. Informační tok zakreslíme zprava doleva. Cílem bylo zjistit způsob objednání materiálu, plánování a řízení výroby.



Obrázek 24: Mapa způsobů řízení výroby

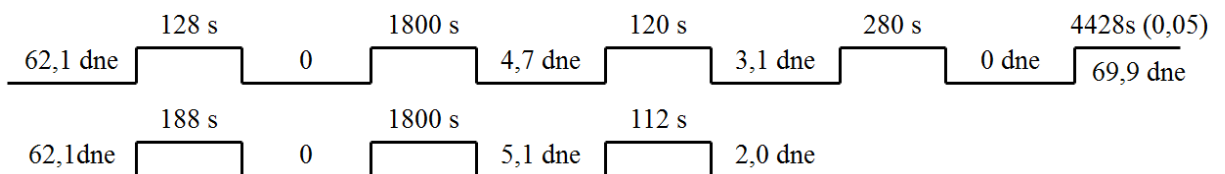
Do mapy se zaznamenaly věci, které byly při mapování zhlédnuty. To byly věci, které nepřidávaly hodnotu, dále problémová místa a plýtvání s materiálem. Do spodní části nakreslena VA – linka, průběžná doba výroby a celkový čas, který přidává hodnotu. Vypočítán VA – index, který určil, kolik procent z celkové průběžné doby výroby tvoří práce přidávající hodnotu a kolik procent plýtvání (Obr. 25).



Obrázek 25: Mapa zjištěných nedostatků, VA - linka

### Výpočet VA – indexu

Čas, který přidává hodnotu, je součet cyklových časů jednotlivých operací. Průběžná doba výroby, je čas, za který projde výrobek celým výrobním procesem včetně času na přípravu výroby a času expedice. Je to ukazatel, který charakterizuje celý tok materiálu a především všechny doby skladování. Horní linka znázorňuje výrobní časy pro vodní chladič a spodní pro vzduchový chladič.



$$\text{VA index} = \frac{4428 \text{ s}(0,05 \text{ dne})}{69,9 \text{ dne}} \times 100 = \mathbf{0,072 \%}$$

## Výpočet taktu zákazníka

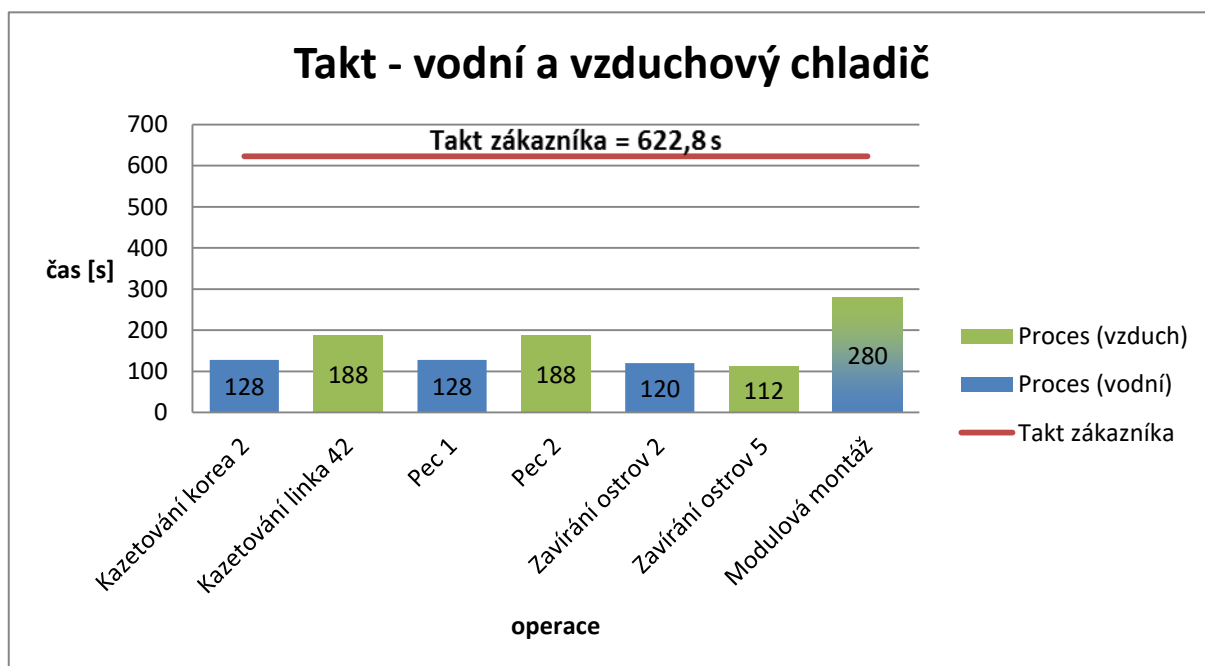
Tempo, které musí proces produkovat, podle aktuálních potřeb zákazníka. Pokud se bude vyrábět rychleji, než je takt zákazníka, bude vznikat nadvýroba. Jestliže budou výrobky vyráběny pomaleji, než je takt zákazníka, dochází k nedodávkám a tím i k přesčasové práci.

$$\text{Takt zákazníka} = \frac{\text{čistý pracovní fond za období}}{\text{počet požadovaných výrobků za období}} = \frac{250 \cdot (3 \cdot 450 \cdot 60)}{32\,516} = 622,78 \text{ s}$$

250 počet pracovních dní

(3x450x60) směnnost

32 516 počet plánovaných chladících modulů



Graf 3: Takt zákazníka

Z grafu 3 taktu zákazníka je zřejmé, že většina procesů má třetinový čas cyklu vzhledem k taktu zákazníka a úzkým místem je modulová montáž. Pokud by došlo k optimalizaci montáže na třetinu taktu zákazníka, bylo by možné vyrobit denní požadavek zákazníka v jedné směně.







### 3.8 Princip řízení výroby

Celkové řízení materiálového a informačního toku se plánuje ve třech úrovních. Pomocí systému SAP, dále plánuje výrobu plánovač a mistr. Data v SAPu spravuje disponent, který se stará o dodavatele a zákazníka. Disponent objednává materiál pro výrobu 2 týdny dopředu. Kamion s plochými trubkami dováží materiál do firmy 1x za týden. Dále v SAPu můžeme vidět objednávky od zákazníka, v našem případě víme 3 týdny dopředu, co od nás zákazník požaduje a 5 dní dopředu je zafixovaná a naplánována výroba. Zákazník MAN požaduje vyrobit 625 kusů za měsíc a denně 31 kusů chladiče MAN TGA – M3034. Celkově odebírá 29 typů chladičů.

Plánovač odebírá informace každý den ze SAPu, se kterými následně pracuje. Získává informace o tom, co se má daný den vyrobit a v jakém množství. Každý den jde do skladu s trubkami zjistit stav zásob, dále zjišťuje počet zakazetovaných bloků, které se nachází v meziskladu před zavíráním. Následně vytváří výrobní plán na celý týden, ale tento plán se každý den aktualizuje.

Proces výroby probíhá ve třech směnách, na každé z těchto směn je mistr výroby. Každou směnu si ze SAPu mistr vytáhne výrobní plán pro zavírání a modulovou montáž. Poté jde do meziskladu před modulovou montáž a zjistí kolik bloků má již zavřených. Podle toho organizuje lidi, výrobu na zavírání a termíny expedice.

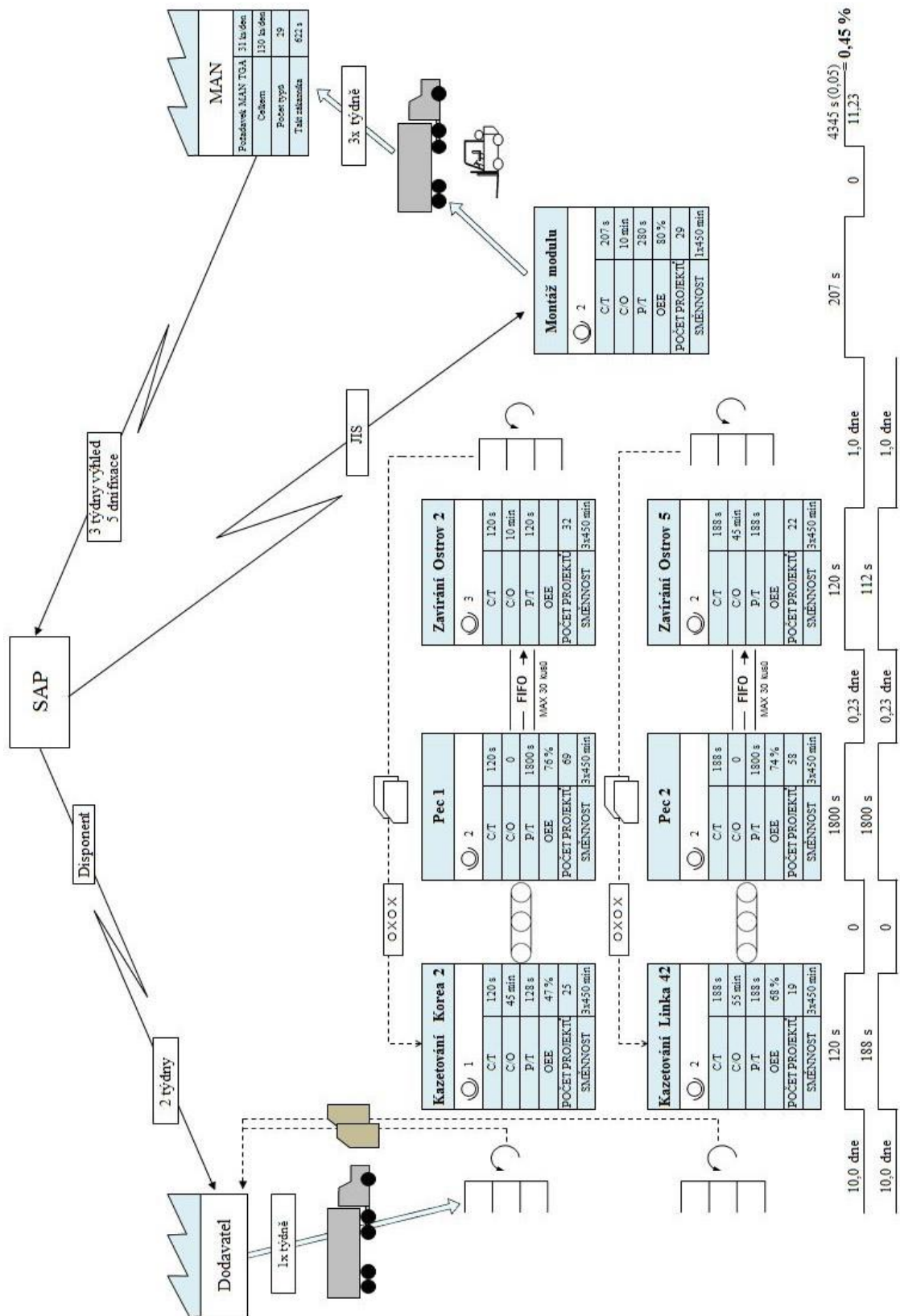
Modulová montáž vyrábí podle metody JIS, vyrábí v přesně definovaném pořadí. Operátor získává data ze SAPu, jaké díly má vyrábět a podle toho vyrábí. Po montáži jsou výrobky v paletách nakládány do kamionu. Kamion se zásilkou pro MAN odjíždí momentálně 3x do týdne.

### 3.9 Shrnutí zjištěných nedostatků, identifikace problémů

Při mapování současného stavu byly zjištěny a zakresleny do mapy (Obr. 26) tyto problémy:

- **Tři úrovně plánování** – plánuje se jeden finální výrobek na třech úrovních. JIS, mistr a plánovač. Je zde spousta prostoru pro chyby. Složitý systém plánování.
- **Dva druhy skladování mezi pecí a zavíráním** – výroba uskladněna i v externím skladu – dlouhá reakční doba. Trvá déle, než se materiál dostane k pracovišti. Obtížnější dodržování FIFO.
- **Vozíky uskladněné v řadách jiného dílu** – znemožnění vizuálního řízení rozpracovanosti. Pracovník neví, kolik má dílů, zda mu nějaké dochází, či nedochází. Namíchané díly. Pokud by byly v řadě správně díly a bude řada prázdná, bude vědět, že mu díly došly.
- **Velké zásoby** – kamion s trubkami jezdí 1x týdně a přesto je ve skladu 62 dní
- **Dlouhá průběžná doba (až 70 dní)** - ovlivňuje VA-index.
- **Při zaplněném vozíku (před zkouškou těsnosti) jsou odkládány díly na zem** – riziko poškození materiálu
- **C/T na pracovišti montáže modulu** – způsobuje vytváření zásob, rozdílné časy cyklů procesů, operace, které na sebe navazují, nejsou vytaktované.
- **Sledování OEE nefunguje na ostrově 2 a 5** – špatné zaznamenávání dat.

## 4 Návrh budoucího stavu



Obrázek 27: VSD

## **4.1 Popis optimalizace**

Při optimalizaci současného stavu bylo potřeba zjednodušit proces plánování, eliminovat plýtvání, nedostatky a přebytečné skladování ve výrobě. Ke zlepšení byla snaha zavést plynulost výroby, systém tahu, kanban, FIFO, supermarket (Obr. 27).

### **4.1.1 Redukce zásob trubek před kazetováním**

V prvním kroku bylo potřeba zredukovat velké zásoby trubek před kazetováním. Zásoby zde byly až na 62 dní dopředu a stále se materiál objednával bez ohledu na hromadění zásob. Optimalizace spočívá v zavedení typu skladu supermarket, který je řízený kanban kartami pro odběr. Disponent objednává materiál jednou za týden. Ze skladu dostává požadavek, co je potřeba naskladnit. Kamion dováží 1x týdně. Dochází ke zlepšení řízení stavu zásob a snížení zásob na 10 dní. Jeden týden zásob a druhý týden doskladnění.

### **4.1.2 Plynulý tok k zavírání**

K zavedení plynulého toku od kazetování až po zavírání bylo potřeba zredukovat cyklový čas na pracovišti Korea 2 o 8 sekund. Zásoby mezi pecí a zavíráním jsou maximálně 30 kusů, tzn. 3 vozíky po 10 kusech. Díky tomu je možné zavést pull systém. Zpomalení cyklového času zavírání na ostrově 5 na 188 sekund. Vyřešené ubráním jednoho pracovníka. Vzhledem k tomuto kroku dojde k odstranění přebytečných skladů mezi pecí a zavíráním. V celém výrobním procesu je zavedeno FIFO.

### **4.1.3 Redukce skladovacích ploch**

Řešení problému s hromaděním materiálu mezi pecí a kazetováním se nabízel z předchozího kroku a to zavedením plynulého toku. Cílem bylo odstranit více skladů a zavést supermarket před modulovou montáží. Odstranění problému s uskladněním materiálu na více místech. Zlepšení organizace stavu zásob.

#### 4.1.4 Zavedení supermarketu před modulovou montáží

Cílem zavedení supermarketu bylo zlepšit organizaci stavu a řízení zavřených bloků. Sklad je řízen výrobními kanban kartami a metodou heijunka. Podle aktuálního stavu zavřených bloků je řízen proces výroby kazetovaček. Zásoby jsou stanoveny na jeden den.

#### 4.1.5 Zavedení kanban systému

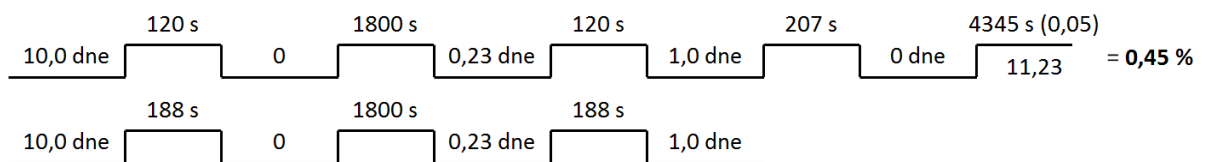
Cílem zavedení kanban systému je zredukovat přebytečné sklady a mezisklady. Zavedením dojde ke snížení velikosti výrobních dávek. Menší výrobní dávky znamenají méně rozpracovaných dílů ve výrobě. Proces výroby se stává plynulý. V tomto stavu není potřeba plánování od mistra. Plánovač rozplánuje 1x týdně heijunku, tak aby stejné množství a mix výrobků byly vyrobeny každý den. Dojde k odstranění zbytečných obcházek a kontrol skladu pro následné plánování výroby.

#### 4.1.6 Optimalizace pracoviště montáže modulu

Modulová montáž je úzkým místem. Dochází k hromadění materiálu. Je potřeba redukovat cyklový čas na 207 sekund (1/3 zákaznického taktu). Plánovaná výroba na jednu směnu. Dojde k ušetření financí a skladovací plochy. Optimalizace modulové montáže bude rozebrána v následující kapitole.

#### 4.1.7 Výpočet VA – indexu po optimalizaci

Výsledný poměr nám ukazuje, kolik procent z celkové průběžné doby výroby tvoří práce přidávající hodnotu a kolik plýtvání. Na základě vypočítaných zásob a procesních časů v budoucím stavu se vytvořila následující časová osa.



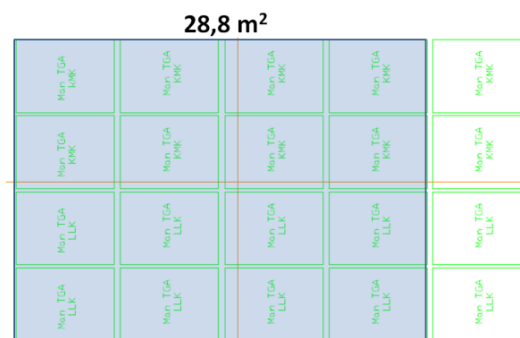
$$\text{VA index} = \frac{4345\text{s}(0,05 \text{ dne})}{11,23 \text{ dne}} \times 100 = 0,45 \%$$

## 4.2 Přínosy optimalizace

Mimo níže uvedené konkrétní úspory, je hlavním benefitem zjednodušení informačního toku a stabilizace celého výrobního procesu. Mapa budoucího stavu společně s akčním plánem bude sloužit pro koordinaci všech dílčích akcí.

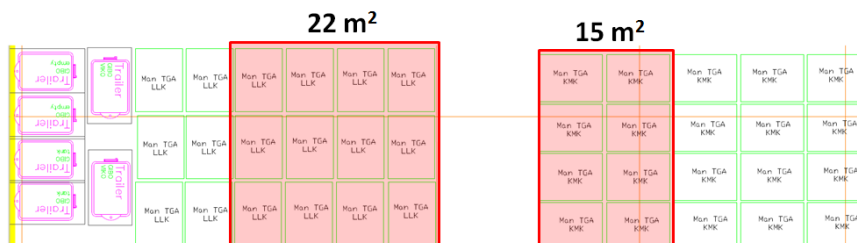
- **Ušetření skladovací plochy**

Před optimalizací se zaletovaný blok skladoval ve dvou skladech. Sklad před zavíráním (Obr. 28) obsahoval 117 kusů vodního bloku a externí sklad 30 kusů, což jsou zásoby až na 4,7 dne dopředu. Vzduchového bloku bylo 92 kusů ve skladu před zavíráním a 67 kusů v externím skladu, kde zásoby byly až na 5,1 dne dopředu. Po optimalizaci výrobního procesu dojde k eliminaci externího skladu a zredukování skladu mezi pecí a zavíráním. Po zredukování skladů jsou zásoby mezi pecí a zavíráním nastavené na 0,23 dne (30 kusů od všech). Zůstane pouze prostor před pracovištěm pro 3 vozíky.



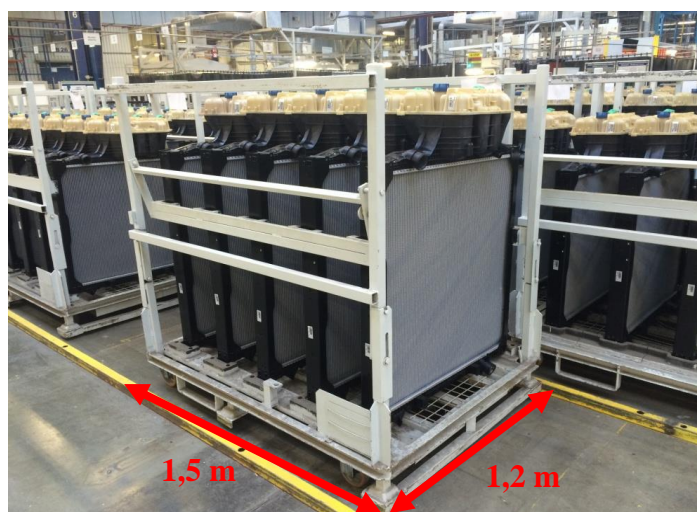
**Obrázek 28:** Uvolnění skladovací plochy skladu před zavíráním

Sklad před modulovou montáží byl upraven a zásoby byly zredukované na 1 den dopředu. Obsahoval 97 kusů vodního chladiče a 63 kusů vzduchového chladiče. Dojde k uvolnění plochy pro 20 vozíků (Obr. 29).



**Obrázek 29:** Uvolnění skladovací plochy skladu před montáží modulu

Zaletované bloky před pracovištěm zavírání, jsou skladovány ve vozících po 10 kusech. Po zavření je blok skladován před modulovou montáží, kde jeden vozík obsahuje 5 kusů vodního bloku (Obr. 30) a další vozík 4 kusy vzduchové bloku.



**Obrázek 30:** Ukázka vozíku s vodním typem chladiče

Vozíky mají plochu 1,8 m<sup>2</sup>. Ročně za m<sup>2</sup> zaskladněné plochy firma zaplatí 1800 Kč za rok.

**Tabulka 5:** Finanční úspora

Typ skladu	Zásoby před optimalizací [ks]	Zásoby po optimalizaci [ks]	Počet kusů ve vozíku	Počet ušetřených vozíků	Ušetřená skladovací plocha [m <sup>2</sup> ]	Úspora financí za rok [Kč]
Před zav. - vodní	117	30	10	9	16,2	29 160
Před zav. - vzduch.	92	30	10	7	12,6	22 680
Externí sklad	97	0	10	10	18,0	32 400
Mod.mont. - vodní	97	31	5	13	23,4	42 120
Mod.mont. - vzduch.	63	31	4	8	14,4	25 920
					<b>84,6</b>	<b>152 280</b>

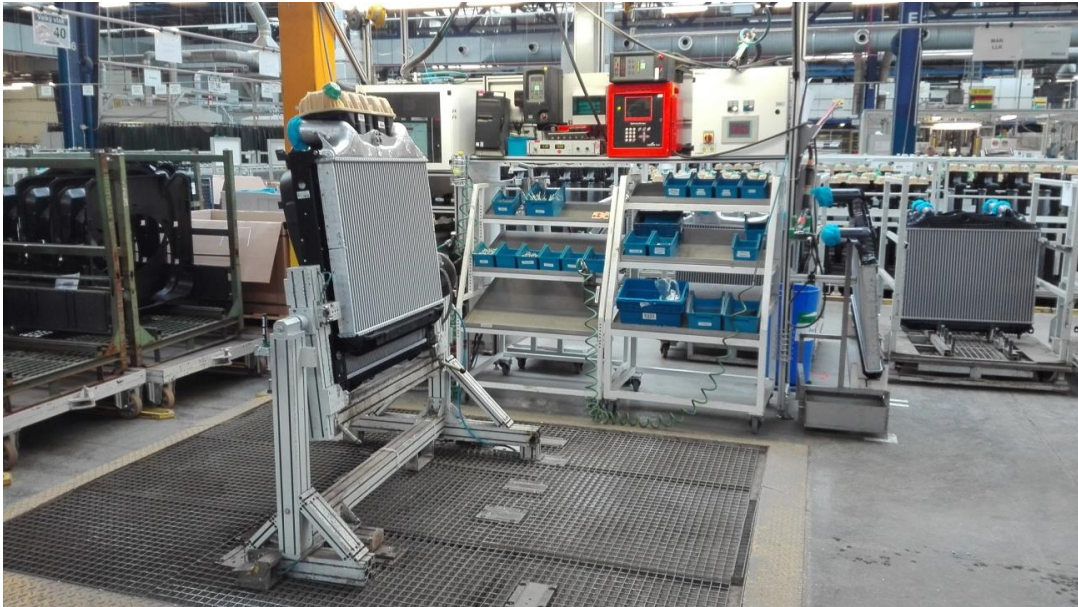
Po optimalizaci výrobního procesu pro projekt MAN TGA 3034 dochází k úspoře skladovací plochy 84,6 m<sup>2</sup>. Sníží se počet rozpracovaných dílů ve výrobě. V tabulce 5 je vidět finanční úspora za skladovací plochy, která bude činit 152 280 Kč/rok.

- **Systém tahu, plynulost**  
Zmenšení meziskladů, systém řízení FIFO, orientace na zákaznický proces
- **Mistr, Plánovač – pouze organizace lidí.**  
Vzhledem k optimalizaci má mistr mnohem méně práce s plánováním výroby a více času na organizaci lidí. Plánovač má větší prostor pro řešení kritických situací a následné plánování a optimalizace.
- **Snaha dosažení samofinancování**  
Výrobek se zaplatí sám. Díky zkrácení průběžné doby je možnost, že za výrobky dostaneme zapláceno dříve, než budeme platit nakupované díly.
- **Zlepšení VA indexu, zkrácení průběžné doby výroby**  
Snížení vázaného kapitálu v zásobách a v rozpracované výrobě. Celkovou optimalizací se podařilo zvýšit VA-index z 0,072 % na 0,45 %.

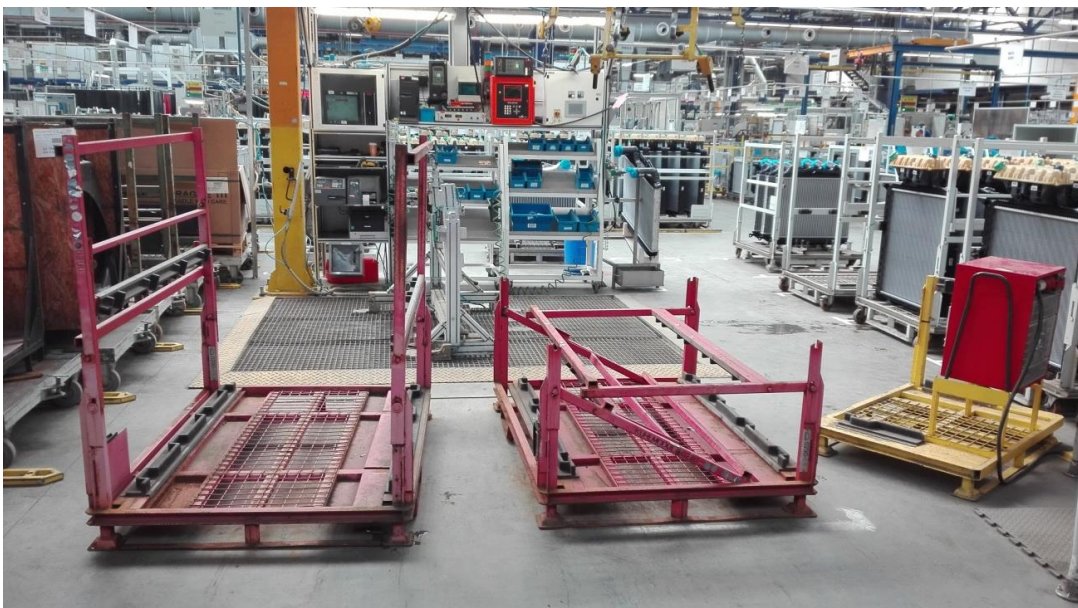


## 5 Pracoviště montáže modulu – optimalizace

K optimalizaci konkrétního pracoviště byla vybrána montáž modulu (Obr. 31). Na montáži dochází ke spojení vodního a vzduchového chladiče, plastového krytu a nádoby. Po spojení těchto dílů vzniká finální výrobek chladicí modul MAN TGA a je připraven k expedici k zákazníkovi. Pracoviště vyrábí v dvousměnném provozu. Na obrázku 32 vidíme celé pracoviště.



*Obrázek 31: Pracoviště montáže modulu*



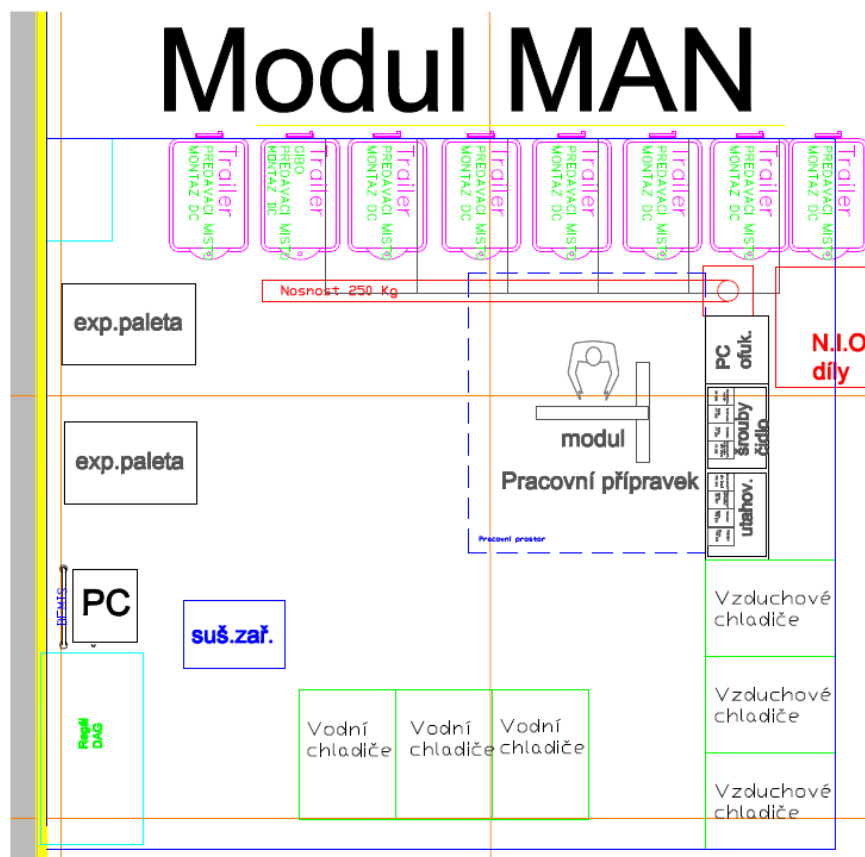
*Obrázek 32: Pracoviště modulové montáže s expedičními paletami a vozíky*

V první části optimalizace je proveden papírový kaizen, ve kterém jsou detailně popsány jednotlivé kroky postupu výroby. Dále je vytvořen špagetový diagram, který ukazuje, jak se pracovník s materiálem pohybuje. Poté návrh optimalizace a provedení špagetového diagramu po optimalizaci.

### Cíle:

- 1) Redukce cyklového času na 1/3 zákaznického taktu = výroba na jednu směnu
- 2) Přeuspořádání layoutu pracoviště, tak aby proces vyhovoval z pohledu ergonomie
- 3) Vylepšení pracovního přípravku
- 4) Zkrátit úchopové vzdálenosti, zkrácení chůze
- 5) Úspora nákladů na operátory a plochu

### Současný layout pracoviště



**Obrázek 33:** *Současný layout pracoviště*

## 5.1 Papírový kaizen současného stavu

V papírovém kaizenu (Obr. 34) je proces výroby rozdělen do jednotlivých činností, které nám říkají, jak konkrétně pracovník postupuje při výrobě modulu. K těmto činnostem se napíše čas, jak dlouho tato činnost trvá. Dále se činnosti rozdělí do bloků, například příprava šroubů, montáž, skenování. Následujícím krokem je přiřazování časů k jednotlivým kategoriím, které přidávají hodnotu, nepřidávají hodnotu a „nutné“ plýtvání. Probíhá formou brainstormingu. V případě identifikace plýtvání (NVA) se musí zapsat i myšlenka, jakým způsobem je možné toto plýtvání eliminovat. Tímto způsobem je proveden papírový kaizen pracovitě. Z analýzy papírového kaizenu můžeme vidět, že je reálné dosáhnout požadovaného cyklového času 207 s.

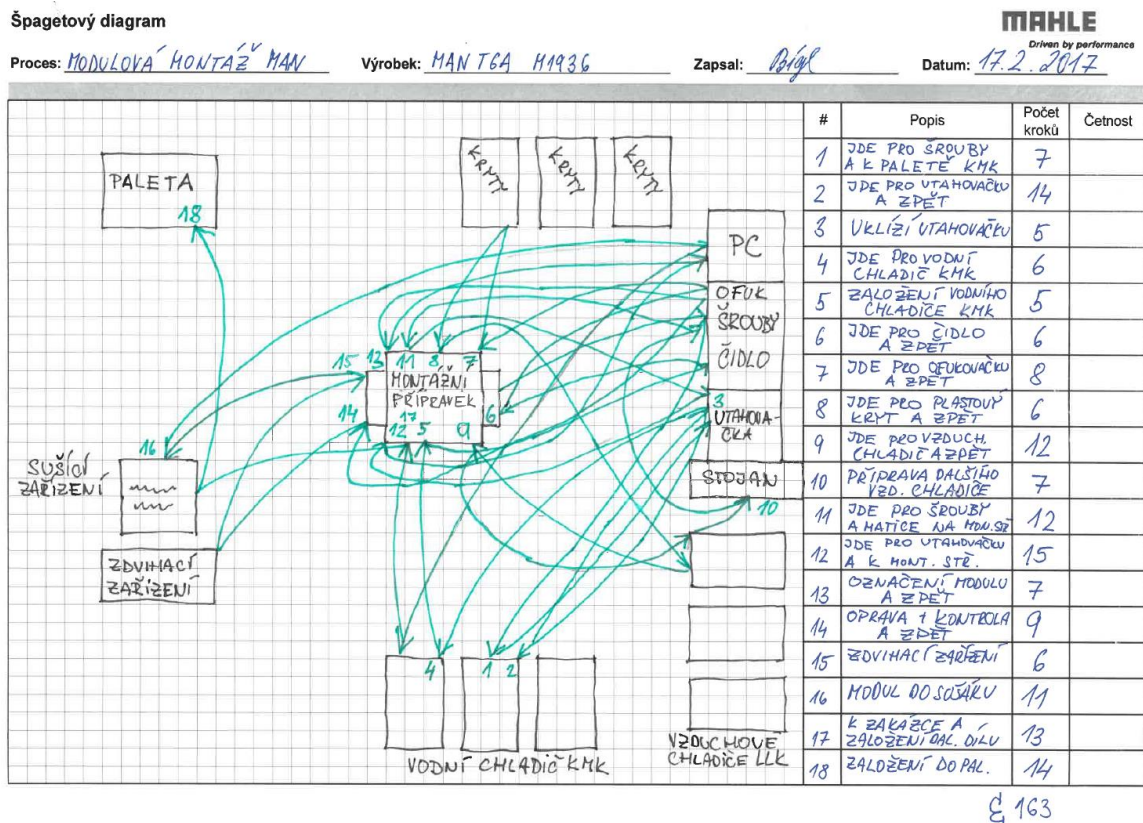
Čas bloku [s]		Blok	Činnost	Čas [s]	VA	BNVA	NVA	Idea
0:00 (84s)	Příprava šroubů	Jde pro šroub a matici	0.3		0.1	0.2		Šrouby u palety
		Cesta k paletě KMK	0.2			0.2		
		Montování šroubů (10ks)	4	1	3			
		Jde pro utahovačku a zpět	0.5		0.15	0.35		Utahovačka u palety
		Utahuje šrouby (10ks)	3	1.5	1.5			
		Uklízí utahovačku	0.4			0.4		Utahovačka na balancéru
1:24 (17s)	Založení vod. chl.	Čte zakázku	1			1		Světa nad paletou
		Jde pro vodní chladič	3		1.5	1.5		Paleta bliž k přípravku
		Cesta k přípravku + založení	11		8	3		Automaticka fixace
		Otočení dílu v přípravku	2		2			
1:41 (26s)	Montáž sondy, ofukování	Jde pro čidlo a zpět	5		1	4		Čidla na přípravku
		Vloží čidlo	2	1	1			
		Jde pro ofukovačku	3		2	1		Utahovačka nad příp.
		Ofukuje	14		14			
		Odnáší ofukovačku	2			2		Balancér
1:54 (22s)	Montáž krytu	Jde a zakládá plastový kryt	16	1	15			
		Otáčení dílu	6			6		
2:29 (24s)	Nasazení vzd. chladiče + příprava	Čte zakázku	1			1		
		Nasazení vzduch. chladiče	9		6	3		Chl. bliž k přípravku
		Otačí díl + čte zakázku	5		4	1		
		Příprava dalšího vzd. chladiče	9		6	3		
2:53 (68s)	Montáž šroubl a podložek	Jde pro šrouby	4			4		Šrouby na přípravku
		Vloží šrouby (3ks)	14		14			
		Jde pro šrouby a podložku	6		2	4		
		Založí díl. Šrouby + matici	4		4			
		Montuje podl. + 2 šrouby	4		4			
		Jde pro utahovačku	4		2	2		
		Utáhne šrouby, podložky	8		4			
		Jde pro 2. utahovačku + klíč	5		2	3		Balancér na přípravku
		Utahuje šrouby (4ks)	19	4	15			
4:01 (21s)	Skenování	Bere skener	4		1	3		
		Skenuje chladiče (2ks)	5		5			
		Označení fixem šr.	3			3		
		Otočení dílu	2			2		Skenovat v rámci montáže
		Skenuje nádobku	2		2			
		Kontrola krytu + sken	5		5			
4:22 (7s)	Stítek	Lepí stítek	7	0.5		6.5		
4:29 (38s)	Kontrola	Rovná žebra	38			38		
5:07 (51s)	Založení do palety	Přejde k sušicímu stolu	4		1.5	2.5		
		Přesune kus do palety	19		19			
		Přesune se k přípravku	6		6			
		Naloží díl a přesne do sušáku	20		20			
		Jde k monitoru zakázek	2			2		
5:58			<b>280</b>	<b>13</b>	<b>169,8</b>	<b>97,7</b>		
				<b>4,5%</b>	<b>60,5%</b>	<b>35%</b>		

Obrázek 34: Papírový kaizen současného stavu



## 5.2 Špagetový diagram současného stavu

Na základě pohybu pracovníka v diagramu můžeme navrhnout řešení pro zjednodušení a zlepšení procesu. Na obrázku 35 je vidět špagetový diagram současného stavu, kde vidíme současný pohyb pracovníka při výrobě jednoho modulu chladiče.

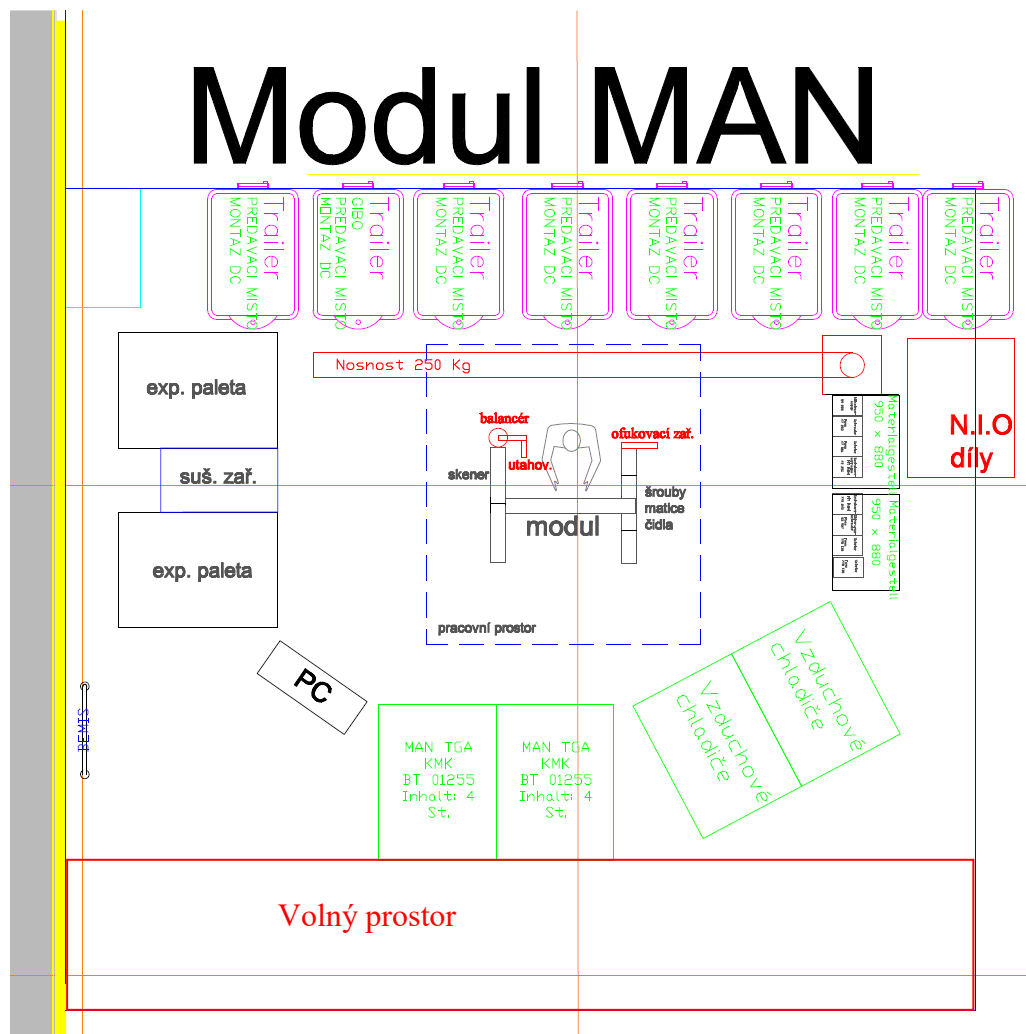


Obrázek 35: Špagetový diagram současného stavu

Ze špagetového digramu můžeme vidět, že se pracovník nejvíce pohybuje v pravé oblasti layoutu, mezi regálem a montážním střediskem. Tento pohyb je způsobený častým chozením pro šrouby, matice, čidla, utahovací zařízení a skener. Vozíky s chladiči se nacházejí daleko od montážního přípravku. Při výrobě jednoho modulu nachodí pracovník cca 163 kroků.

### 5.3 Návrh optimalizace

Prvním krokem optimalizace je změna uspořádání layoutu pracoviště (Obr. 36). Vozíky s chladiči se přemístí blíže k pracovišti. Sušící zařízení, které se nacházelo nejdále od pracoviště, se přesune mezi expediční palety. Díky přesunutí sušícího zařízení nemusí pracovník přemisťovat hotový modul k expediční palatě, ale má jí hned vedle.



Obrázek 36: Layout pracoviště po optimalizaci

Druhým krokem je maximální vylepšení samotného montážního přípravku. Velkou snahou na tomto pracovišti je snížit chůzi a úchopové vzdálenosti, které byly identifikované v papírovém kaizen. Dojde k montáži regálů pro šrouby, matice a čidla,

přímo ke konstrukci montážního přípravku. Dále k přesunu skeneru a instalace balancéru (Obr. 37) pro utahovací zařízení nad montážní zařízení.

**Přínosy balančního zařízení:**

- Zrychlení manipulace s nástrojem
- Zkrácení času odkládání
- Snadno nastavitelná poloha nástroje

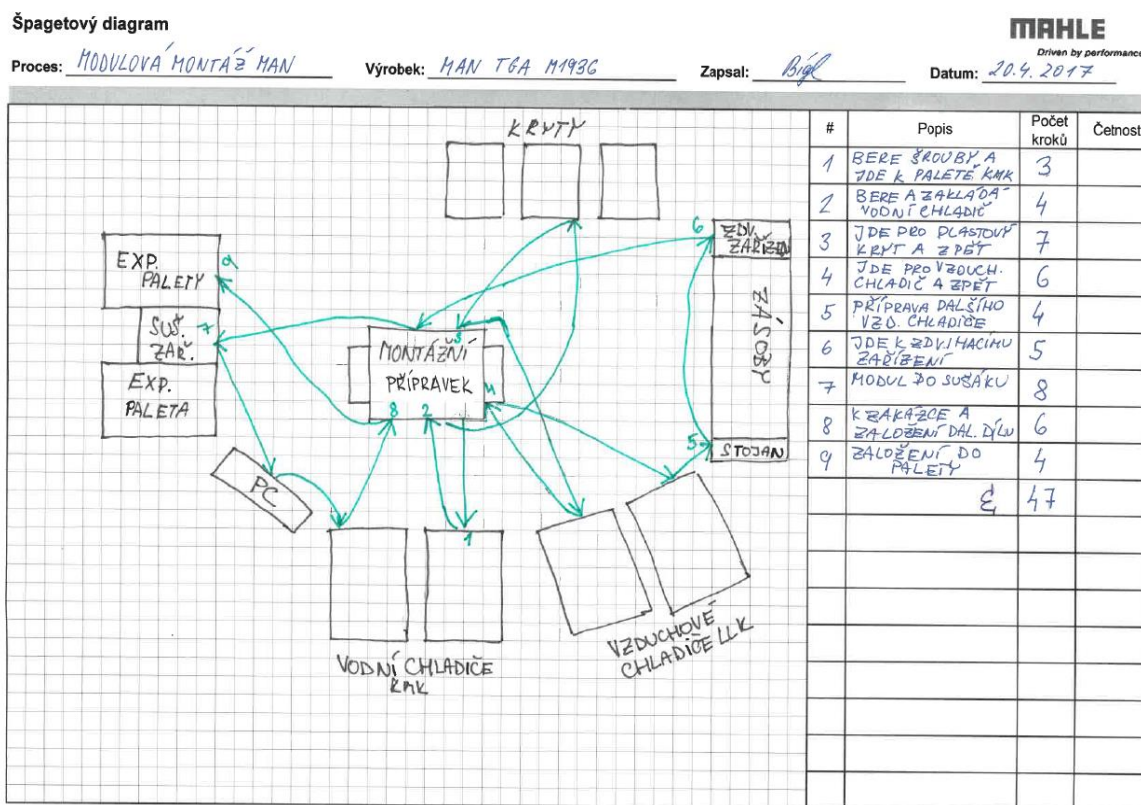


***Obrázek 37: Balancér s utahovačkou***

U palet se vstupními chladiči je umístěna obrazovka, která zobrazuje následující zakázku. Vizualizace musí být přehledná, tak aby pracovník na první pohled poznal, o jakou zakázku se jedná. Pracoviště se nestává úzkým místem ve výrobním procesu, což umožňuje plynulou výrobu.

## 5.4 Špagetový diagram nového pracoviště

Po přeuspořádání starého pracoviště byl proveden špagetový diagram současného procesu výroby modulu chladiče na novém pracovišti (Obr. 38). Rozdíl v pohybu pracovníka s materiálem je znatelný. Díky přesunutí šroubů, matic, čidla, skeneru a utahovacího zařízení k montážnímu středisku nemusí již pracovník chodit pro tyto prostředky a má je přímo u sebe. Vodní a vzduchové chladiče byly přesunuty blíže k montážnímu přípravku, tak aby byly dobře přístupné. Snaha byla přiblížit vozíky co nejbližší k pracovišti, aby se s chladiči pracovník co nejméně namáhal při přesunu k montážnímu středisku. Velkým přínosem je značné snížení počtu nachozených kroků při výrobě, které se snížily o 71 %.



Obrázek 38: Špagetový diagram nového pracoviště

## 5.5 Zhodnocení a přínosy optimalizace modulové montáže

Optimalizací starého pracoviště montáže modulu došlo k výrazným změnám. Cyklový čas na modulové montáži se podařilo snížit na 1/3 zákaznického taktu. Z toho vyplývá, že je možné vyrábět celkový požadavek zákazníka (130 ks/den) za jednu směnu. Optimalizací pracoviště se tedy dosáhlo snížení počtu směn za den, tím pádem i snížení počtu operátorů ze 4 na 2.

Velkým přínosem je značné snížení počtu nachozených kroků při výrobě. Při starém výrobním postupu, nachodil pracovník až 163 kroků, při výrobě jednoho modulu. Na novém pracovišti se podařilo počet kroků na výrobu jednoho modulu eliminovat na 47 kroků. Počítáno 1 krok je 0,75 m. Počet nachozených kroků se snížil přibližně na třetinu viz Tab. 6

*Tabulka 6: Analýza vzdáleností*

Pracoviště	Počet kroků (jeden produkt)	Počet metrů [m] (jeden produkt)	Počet kroků (za směnu)	Počet metrů [m] (za směnu)
Staré	163	114	5053	3537
Nové	47	33	1457	1020

Došlo k přeuspořádání layoutu, byly přesunuty vozíky s chladiči blíže k montážnímu přípravku, sušící zařízení přesunuto mezi expediční palety. Zkrácení úchopových vzdáleností bylo vyřešeno přimontováním regálů s přípravy k montážnímu přípravku. Instalace balancéru ke konstrukci. Přeuspořádáním pracoviště došlo k uvolnění plochy 7,5 m<sup>2</sup>.

### **Shrnutí přínosů pro pracoviště:**

- Zkrácení úchopových vzdáleností
- Zkrácení nachozených kroků
- Výroba na jednu směnu
- Ušetření financí



## 5.6 Finanční benefit

Po optimalizačním procesu dojde z hlediska financí k úspoře na skladovací ploše a operátorech. Vzhledem k zavedení kanban systému se minimalizovali sklady a množství rozpracovaných zásob. Vozíky mají plochu 1,8 m<sup>2</sup>. Ročně za m<sup>2</sup> zaskladněné plochy firma zaplatí 1800 Kč za rok. Pracoviště modulové montáže vyrábí pouze jednu směnu. Dochází k úspoře financí za 2 pracovníky na směnu.

*Tabulka 7: Finanční benefit*

Ušetření	Metrika		Roční náklady na jednotku	Celková úspora za rok [Kč/rok]
	Před	po		
Vozíky	68	21	1800 Kč/m <sup>2</sup>	152 280
Operátor	4	2	534 600 Kč/operátor	1 069 200
			<b>Celkem</b>	<b>1 221 480 Kč/rok</b>

Předběžné potřebné náklady na zrealizování nového pracoviště v Tab. 8

*Tabulka 8: Předběžné náklady*

Předběžné náklady [Kč]	
Stěhování	10 000
Balancér	6 000
regály	1 000
Display s vizualizací	20 000
Ostatní	1 000
<b>Celkem</b>	<b>38 000</b>

Celková finanční úspora po odečtení předběžných nákladů bude **1 183 480 Kč/rok**.

## 6 Závěr

Cílem této bakalářské práce byla analýza současného procesu výroby modulu chladiče MAN TGA ve výrobní společnosti Mahle Behr Mnichovo Hradiště s.r.o, identifikace problémových míst a eliminace plýtvání. Výsledkem je návrh optimalizace pro budoucí stav, včetně detailní analýzy a návrhu zlepšení úzkého místa.

Na základě mapování hodnotového toku současného stavu bylo zjištěno, že v rámci výrobního procesu je vysoký podíl rozpracované výroby, která v den mapování činila 15 dní. Průběžná doba celého toku od dodávky vstupních komponentů až po expedici výrobků byla 69,9 dní s vypočtenou celkovou efektivitou procesu 0,072 %. Nejvýznačnější identifikované problémy byly plánování na třech úrovních a přítomnost externích skladů, které významně ovlivňují celkovou průběžnou dobu.

Při návrhu optimálního budoucího stavu se vycházelo z požadavku na synchronizaci s taktem zákazníka a snížení rozpracované výroby. Zákazník požaduje dodávky v JIS, proto řídicím prvkem v procesu byla zvolena modulová montáž. Vzhledem k vysokým časům přestaveb kazetovaček bude spojovacím prvkem pro zavírání a montáž supermarket se zásobou na jeden den. K řízení výroby do supermarketu bude použit systém tahu. Pro vyrovnání výroby se využije heijunka a dávkový kanban. Vzhledem k podobným cyklovým časům kazetování a zavírání se implementuje FIFO dráha mezi pecí a zavíráním. Tím se docílí zrušení externího skladu bloků a významné redukce interní rozpracované výroby. Na základě mapování hodnotového toku budoucího stavu (VSD) je možné docílit zkrácení průběžné doby na 11,23 dne a zvýšení celkové efektivity procesu na 0,45 %.

Z mapy budoucího stavu byla pro detailní analýzu zvolena montáž modulu. Vzhledem k diagramu taktu a nastaveným požadavkům zákazníka (207 s) je možno upravit směnný režim (přechod ze dvou směn na jednu, úspora dvou operátorů). Pro analýzu procesu byl použit papírový kaizen a špagetový diagram, na základě kterých je možné přeuspořádat layout, zkrátit úchopové vzdálenosti, zkrácení chůze.

Celkové finanční úspory za redukované skladovací plochy a dva operátory jsou 1 221 480 Kč, předběžné náklady na realizaci jsou 38 000 Kč. Po prezentaci výsledků vedení společnosti bylo rozhodnuto, že realizace projektu bude probíhat v průběhu třetího čtvrtletí roku 2017.

## Seznam použité literatury

- [1] LIKER, Jeffrey K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce  
Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. Knihovna světového managementu  
ISBN 978-80-7261-173-7.
- [2] Štíhlá výroba. IPA [online]. [cit. 2017-01-25]. Dostupné z:  
<http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/stihla-vyroba-lean>
- [3] MAŠÍN, I. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*, 1.vyd. Liberec:  
Institut průmyslového inženýrství, 2003, ISBN 80-902235-9-1
- [4] VSM [online]. [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vsm>
- [5] VSM [online]. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24888-jednotlive-metody-a-nastroje-q-z#VSM>
- [6] SIXTA, Josef a Václav MACĀT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005.  
Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.
- [7] ABC analýza. Školící materiály API, s.r.o.
- [8] *ABC analýza* [online]. [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/abc-analyza>
- [9] Firemní materiál
- [10] *Lean six sigma workbook*. Brno: společnost SC&C Partner, spol. s r.o. 2011, 2011.
- [11] *Papírový Kaizen* [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://www.lean-fabrika.cz/terminologie/papirovy-kaizen>
- [12] *kanban* [online]. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p#kanban>
- [13] *FIFO* [online]. [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch#FIFO>
- [14] *Heijunka* [online]. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch#Heijunka>
- [15] *Chladič, chlazení motorů*, [online]. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z:  
<https://publi.cz/books/160/14.html>

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1:</b> <i>Systém výroby firmy Toyota</i> .....	11
<b>Obrázek 2:</b> <i>Obecný hodnotový tok ve výrobě</i> .....	12
<b>Obrázek 3:</b> <i>Výběr reprezentanta z výrobních rodin</i> .....	14
<b>Obrázek 4:</b> <i>Znázornění základní struktury VSM mapy</i> .....	15
<b>Obrázek 5:</b> <i>Používané VSM symboly</i> .....	16
<b>Obrázek 6:</b> <i>Grafické znázornění ABC analýzy</i> .....	19
<b>Obrázek 7:</b> <i>Špagetový diagram</i> .....	20
<b>Obrázek 8:</b> <i>Formulář pro papírový kaizen</i> .....	21
<b>Obrázek 9:</b> <i>Jednokartový systém řízení kanban</i> .....	22
<b>Obrázek 10:</b> <i>Princip FIFO</i> .....	22
<b>Obrázek 11:</b> <i>Příklad nevyrovnané výroby</i> .....	23
<b>Obrázek 12:</b> <i>Rozložení firmy Mahle Behr Mnichovo Hradiště</i> .....	24
<b>Obrázek 13:</b> <i>Ukázka klimatizace pro Škoda Fabia, VW Polo, Audi A1</i> .....	25
<b>Obrázek 14:</b> <i>Ukázka chladicího modulu pro MAN</i> .....	25
<b>Obrázek 15:</b> <i>Příklad konstrukce chladiče</i> .....	26
<b>Obrázek 16:</b> <i>Řez hliníkovou vložkou chladiče</i> .....	27
<b>Obrázek 17:</b> <i>Rozpadové schéma modulu MAN TGA</i> .....	28
<b>Obrázek 18:</b> <i>3D rozpad modulu chladiče MAN TGA</i> .....	28
<b>Obrázek 19:</b> <i>Výrobní cesta chladicího modulu</i> .....	29
<b>Obrázek 20:</b> <i>Zakazetovaný blok</i> .....	30
<b>Obrázek 21:</b> <i>Vodní chladič po zavření</i> .....	30

<b>Obrázek 22:</b> Modul MAN TGA .....	31
<b>Obrázek 23:</b> Mapa dodavatele, zákazníka a základních operací .....	36
<b>Obrázek 24:</b> Mapa způsobu řízení výroby .....	36
<b>Obrázek 25:</b> Mapa zjištěných nedostatků, VA - linka.....	37
<b>Obrázek 26:</b> VSM současného stavu .....	39
<b>Obrázek 27:</b> VSD .....	42
<b>Obrázek 28:</b> Uvolnění skladovací plochy skladu před zavíráním .....	45
<b>Obrázek 29:</b> Uvolnění skladovací plochy skladu před montáží modulu .....	45
<b>Obrázek 30:</b> Ukázka vozíku s vodním typem chladiče.....	46
<b>Obrázek 31:</b> Pracoviště montáže modulu .....	48
<b>Obrázek 32:</b> Pracoviště modulové montáže s expedičními paletami a vozíky.....	48
<b>Obrázek 33:</b> Současný layout pracoviště.....	49
<b>Obrázek 34:</b> Papírový kaizen současného stavu .....	50
<b>Obrázek 35:</b> Špagetový diagram současného stavu .....	51
<b>Obrázek 36:</b> Layout pracoviště po optimalizaci.....	52
<b>Obrázek 37:</b> Balancér s utahovačkou.....	53
<b>Obrázek 38:</b> Špagetový diagram nového pracoviště .....	54

## **Seznam tabulek**

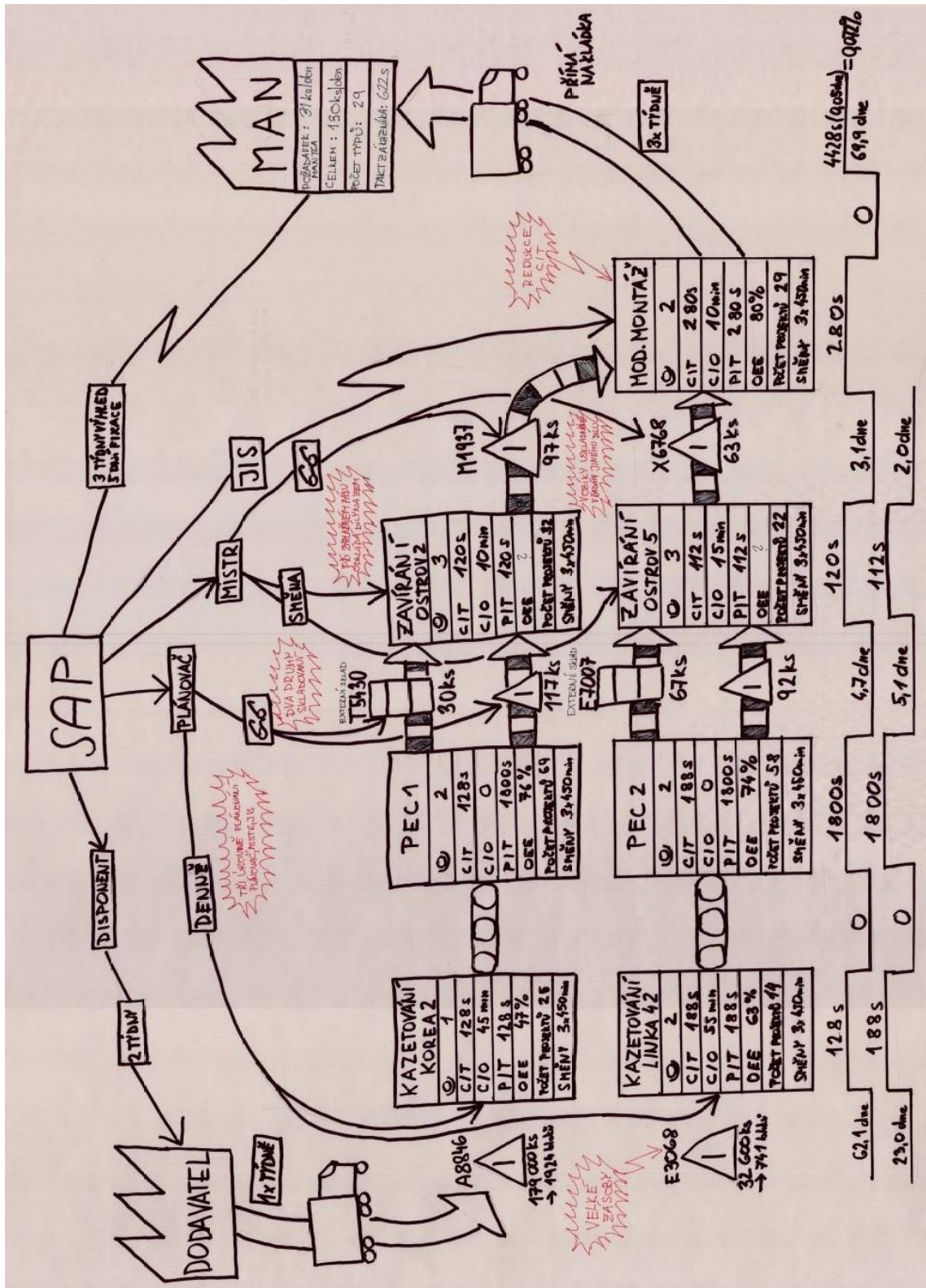
<i>Tabulka 1: Data vodního chladiče</i> .....	32
<i>Tabulka 2: Matice rozdělení pro vodní chladič</i> .....	33
<i>Tabulka 3: Data vzduchového chladiče</i> .....	33
<i>Tabulka 4: Matice rozdělení pro vzduchový chladič</i> .....	34
<i>Tabulka 5: Finanční úspora</i> .....	46
<i>Tabulka 6: Analýza vzdáleností</i> .....	55
<i>Tabulka 7: Finanční benefit</i> .....	56
<i>Tabulka 8: Předběžné náklady</i> .....	56

## **Seznam grafů**

<i>Graf 1: Graf ABC analýzy pro vodní typ chladiče</i> .....	32
<i>Graf 2: Graf ABC analýzy pro vzduchový typ chladiče</i> .....	34
<i>Graf 3: Takt zákazníka</i> .....	38

Příloha č. 1

Mapa současného stavu řízení výroby modulu chladiče MAN TGA



Příloha č. 2

Návrh budoucího stavu řízení výroby modulu chladiče MAN TGA

