

# **Optimalizace prostorového uspořádání výrobního procesu automobilových chladičů ve společnosti Visteon-Autopal, s.r.o.**

Vladan Pavlica

---

Bakalářská práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení  
Ústav logistiky  
akademický rok: 2012/2013

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vladan PAVLICA**  
Osobní číslo: **L10049**  
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Logistika a management**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Optimalizace prostorového uspořádání výrobního procesu automobilových chladičů ve společnosti Visteon-Autopal, s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

1. **Metody k odhalení plýtvání – mapování hodnotového toku, pohybová studie, snímek pracovního dne.**
2. **Metody k eliminaci plýtvání – 5S, SMED, Jidoka, Poka-Yoke.**
3. **Analýza současného stavu výroby chladičů v podniku Visteon-Autopal, s.r.o.**
4. **Návrh optimalizace výrobního procesu a zhodnocení přínosů řešení problému.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.

[2] LIKER, Jeffrey K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.

[3] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. Jaroslav Rašner, CSc.**

Ústav logistiky

Datum zadání bakalářské práce:

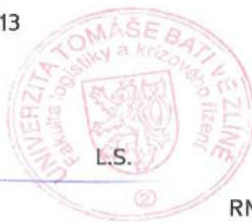
**25. února 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**10. května 2013**

V Uherském Hradišti dne 25. února 2013

  
prof. PhDr. Ivo Barteček, CSc.  
*děkan*



  
RNDr. Ing. Lenka Cimbáliková, Ph.D., MBA  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je zaměřena na optimalizaci výrobního procesu automobilových chladičů ve společnosti Visteon-Autopal, s.r.o. a jeho prostorového uspořádání. Cílem této práce je analyzovat současný stav výrobního procesu a navrhnout jeho zlepšení. V teoretické části jsou nastíněna východiska pro část praktickou. V části praktické je pak provedena analýza současného stavu výrobního procesu, na jejímž základě jsou navrženy změny vedoucí k zvýšení efektivity výroby.

Klíčová slova: štíhlá výroba, layout, výrobní náklady, hodnotová analýza, časové studie, procesní a materiálový tok, KAIZEN, inovace

## **ABSTRACT**

Subject of this bachelor thesis is optimization of automotive radiators production process in company Visteon-Autopal, Ltd. The aim of this bachelor thesis is to analyse current status of production process and propose its improvement. Theoretical part outlines basis for practical part. Practical part deals with analysis of current production process status based on which there are outlined production efficiency improvement suggestions.

Keywords: lean production, layout, production costs, value stream mapping, time studies, material and process flow, KAIZEN, innovations

Tímto bych chtěl poděkovat doc. Ing. Jaroslavu Rašnerovi, Csc. za odborné vedení, rady a připomínky při vypracovávání této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat kolegům z oddělení průmyslového inženýrství a to zejména panu ing. Janu Tykalovi za poskytnuté informace a pomoc při provádění analýz.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

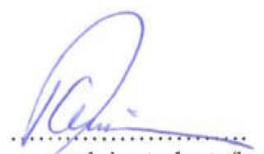
### Prohlašuji, že

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

### Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti dne 29.4.2013

  
.....  
podpis studenta/ky

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>1 TEORETICKÁ PODSTATA VÝROBNÍHO PROCESU A JEHO OPTIMALIZACE</b> .....	<b>10</b>
1.1 VÝROBNÍ PROCES .....	10
1.1.1 Typy výroby .....	11
1.2 PRODUKTIVITA .....	12
1.3 VÝROBNÍ NÁKLADY .....	12
1.3.1 Členění nákladů .....	12
1.4 NÁKLADY A KALKULACE .....	14
1.5 KONCEPCE „LEAN“ .....	14
1.5.1 Historie .....	14
1.5.2 Štíhlý podnik .....	16
1.5.3 Štíhlá výroba .....	16
1.5.4 Štíhlé pracoviště .....	18
1.5.5 Štíhlý layout .....	18
1.6 ANALÝZA PROCESU A MĚŘENÍ PRÁCE .....	19
1.6.1 Analýza procesu .....	19
1.6.2 Měření práce .....	22
1.6.3 Optimalizace výrobního procesu .....	23
1.6.4 KAIZEN versus inovace .....	24
1.6.5 Investice .....	25
<b>2 CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY</b> .....	<b>26</b>
2.1 CÍL PRÁCE .....	26
2.2 POUŽITÉ METODY .....	26
<b>3 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O SPOLEČNOSTI VISTEON-AUTOPAL, S.R.O.</b> .....	<b>27</b>
3.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI .....	27
3.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA .....	28
3.3 VÝROBNÍ PROGRAM .....	29
3.4 ZÁKAZNÍCI PODNIKU .....	30
<b>4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU</b> .....	<b>31</b>
4.1 POPIS PRODUKTŮ .....	31
4.2 TOK VÝROBNÍHO PROCESU .....	31
4.2.1 Lisování dílů a výroba trubek .....	33
4.2.2 Kompletace chladicí vložky .....	34
4.2.3 Pájení .....	35
4.2.4 Montáž, test a balení .....	35
4.2.5 Uspořádání současného výrobního procesu .....	36
4.3 ANALÝZA NÁKLADOVÉ STRUKTURY .....	37
4.4 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU – VSM .....	38
4.5 MĚŘENÍ PRÁCE .....	39
4.5.1 Časový snímek operace .....	39
4.5.2 Snímek pracovního dne .....	41

<b>5</b>	<b>NÁVRH OPTIMALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU .....</b>	<b>43</b>
5.1	VELKÉ MNOŽSTVÍ TYPŮ VÝROBKŮ .....	43
5.2	ZÁSoba ROZPRACOVANÉ VÝROBY .....	43
5.3	ERGONOMICKÉ PROBLÉMY .....	44
5.4	VÝROBNÍ NÁKLADY A KVALITA PRODUKCE.....	44
5.5	NÁVRH NOVÉHO PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....	47
<b>6</b>	<b>SOUHRN A EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ.....</b>	<b>48</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>49</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>54</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>55</b>



## ÚVOD

Na dnešních globálních trzích se čím dál více projevují individuální požadavky zákazníků. Zákazníci mají na produkované výrobky ale i služby specifické požadavky, avšak očekávají ceny, které odpovídají hromadné produkci.

V praxi to znamená, že podniky, které chtějí prosperovat a udržet se na trzích, musejí vyrábět široký sortiment odlišných výrobků, čímž značně roste komplexita výroby. Zároveň však podniky musejí dosahovat požadovanou vysokou úroveň jakosti, spolehlivosti, rychlosti a přesnosti dodávek a to při nákladech odpovídajících hromadné výrobě.

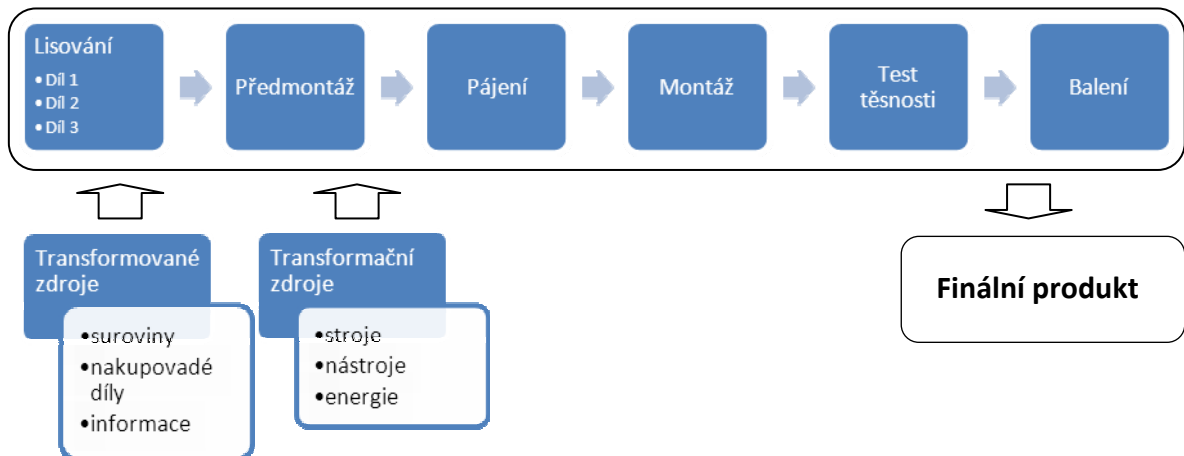
V západním světě vypukla v 90. letech minulého století „revoluce“ v automobilovém průmyslu, kdy východiskem byly japonské principy štíhlé výroby, které se postupně rozvíjely už od 50. let minulého století jako alternativa k hromadné výrobě praktikované především v USA. Od poválečného období, kdy produktivita práce v Japonsku ve srovnání se západní konkurencí byla extrémně nízká, se japonské automobilky postupně naučily vyrábět automobily lépe, rychleji, levněji a často i kvalitněji než západní konkurenti. Tím byl nastartován celosvětový trend zeštíhlování, který postupně proniká jak do dalších průmyslových odvětví, tak i nevýrobních sfér.

V současné době je štíhlost a štíhlé myšlení společně s inovační schopností základní podmínkou existence úspěšného a dlouhodobě prosperujícího podniku.

# 1 TEORETICKÁ PODSTATA VÝROBNÍHO PROCESU A JEHO OPTIMALIZACE

## 1.1 Výrobní proces

Z technického hlediska lze výrobu definovat jako posloupnosti výrobních operací, kde účelným propojením všech výrobních faktorů a s využitím výrobních zařízení a jejich obsluhy, dochází k transformaci na hmotné statky.



Obrázek 1: Příklad výrobního procesu [22]

Z hlediska ekonomického pak je výrobou chápána činnost, jejímž cílem je uspokojovat svou nabídkou poptávku na trhu. Výrobní proces tak nabývá podobu procesu pracovního, zhodnocovacího a inovačního [1].

Výrobní proces je soubor všech činností, které jsou prováděny během výroby výsledného produktu. Skládá se z výrobních operací, které dohromady tvoří výrobní postup.

### Prvky výrobního procesu

- Technologický postup - sled činností v rámci určité výrobní technologie
- Pracovní postup - popis činností pracovníka. V rámci jednotlivých operací dle něj pracovník zasahuje do výrobního procesu
- Výrobní operace - základní články výrobního procesu. Jsou východiskem pro organizaci a řízení výroby. Členíme je na operace ruční, ručně-strojní a automatizované

### 1.1.1 Typy výroby

Dle množství a počtu druhů vyráběných výrobků:

- Výroba kusová
- Sériová
- Hromadná

Tabulka 1: Srovnání typů klasicky organizovaných výrob [1]

Ukazatel	Kusová výroba	Sériová výroba	Hromadná výroba
Množství výrobků jednoho typu za rok	Malé (desítky)	Velké (sta až tisíce)	Značně velké (desetitisíce)
Počet druhů výrobků	Velký (stovky)	Menší (desítky)	Malý
Počet typů výrobků	Velký (desítky)	Malý (3-10)	Velmi malý (1-3)
Opakování výroby jednoho typu výrobku	Nepřavidelné, žádné	Pravidelné	Nepřetržitá výroba
Výrobní zařízení	Univerzální, unikátní	Částečně univerzální	Jednúčelové linky
Průběžná doba výroby	Dlouhá (měsíc - rok)	Kratší (týdny - měsíce)	Krátká (dny-týdny)
Možnost změn výrobního programu	Snadná	Obtížná	Velmi obtížná
Plánování a řízení	Náročné	Středně obtížné	Snadné
Využití výrobního zařízení	Nízké	Dobré	Vysoké
Náklady na jednici	Vysoké	Poměrně nízké	Nízké
Zásoby	Vysoké	Malé	Minimální
Materiálové toky	Dlouhé	Krátké	Minimální

V případě hromadné a velkosériové výroby je s ohledem na minimalizaci výrobních nákladů a dosažení vysoké úrovně jakosti nutné věnovat velkou pozornost uspořádání výrobního procesu již ve fázi návrhu a přípravy výroby. Toto platí zejména v automobilovém průmyslu, kdy typicky jakékoli změny a přesuny výrobních zařízení po zahájení výroby vyžadují schvalování zákazníků a často nemalé výdaje do opakované validace finálních výrobků.

## 1.2 Produktivita

Míra produktivit a její neustálé zvyšování je rozhodujícím faktorem pro zvyšování konkurenceschopnosti podniku a jeho dlouhodobou prosperitu na globálních světových trzích a stává se tak nedílnou součástí strategického plánování podniku.

Produktivitu lze obecně vyjádřit vzorcem:

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{Výstup}}{\text{Vstup}}$$

Kde výstupem rozumíme množství vyprodukovaných výrobků v kusech nebo váhových jednotkách. Vstupem pak může být pracovní síla, výrobní zařízení nebo vložený kapitál [11].

### Faktory ovlivňující produktivitu

Faktorů ovlivňujících produktivitu, ať už přímo nebo nepřímo, je celá řada.

Jsou to například:

- strojní vybavení a jeho spolehlivost
- prostorové uspořádání výrobního procesu
- kvalita nakupovaných dílů a surovin
- kvalifikace pracovníků
- pracovní postupy
- úroveň průmyslového inženýrství
- kultura podniku a motivace zaměstnanců

Ve velkých průmyslových podnicích se problematikou produktivity zpravidla zabývá útvar průmyslového inženýrství - mladý multi-disciplinární obor, který kombinuje technické znalosti inženýrských oborů s poznatky podnikového řízení. Racionalizuje, optimalizuje, inovuje a zefektivňuje jak výrobní, tak i nevýrobní procesy s cílem zajistit jejich vysokou efektivitu, hospodárnost a konkurenceschopnost.

## 1.3 Výrobní náklady

Ekonomická teorie definuje náklady podniku jako peněžně oceněnou spotřebu výrobních faktorů, která je vyvolána tvorbou podnikových výnosů. [6]

### 1.3.1 Členění nákladů

**Podle místa vzniku**

- **Náklady výrobní** - náklady hlavních, vedlejších a přidružených výrobních útvarů
- **Náklady nevýrobní činnosti** - náklady nevýrobních útvarů (konstrukce, TPV, nákup, odbyt)

#### Kalkulační členění nákladů

- **Přímé (jednicové) náklady** - souvisí s určitým druhem výkonu a rostou v závislosti na objemu výkonů. Patří sem především spotřeba materiálu a náklady na pracovní sílu
- **Nepřímé (režijní) náklady** – souvisí s více druhy výkonů a zabezpečují výrobu jako celek. K jednotlivým výkonům jsou pak přidělovány pomocí rozvrhových základů

#### Členění nákladů podle závislosti na objemu výkonů

Pro manažerské rozhodování v oblasti výroby je důležité rozlišení nákladů podle jejich závislosti na změnách objemu výroby. Z tohoto pohledu se náklady dělí na náklady fixní a variabilní.

- **Fixní náklady** - na objemu výkonů nezávisí a vznikají i v případě nulové výroby. Do fixních nákladů patří například odpisy, mzdy THP a správních pracovníků, nájemné a úroky
- **Variabilní náklady** - mění se s objemem výkonů. Do variabilních nákladů patří náklady jednicové, ale také část režijních

Výše uvedená definice fixních nákladů platí pouze v krátkodobém časovém úseku. Z dlouhodobého pohledu jsou veškeré výrobní činitele proměnné, takže fixní náklady se v delším časovém období rovněž mění. Příkladem může být kompletní modernizace výrobního zařízení.

Existence fixních nákladů výrazně ovlivňuje vztahy mezi základními ekonomickými veličinami podniku, jako jsou objem výroby, náklady a zisk. Prvořadým úkolem řízení podniku je maximálně využít tzv. degresi nákladů k neustálému snižování nákladovosti výrobku [6].

## 1.4 Náklady a kalkulace

Při výrobě různorodých výrobků ve většinou ve velkosériové a hromadné výrobě používá přírážková kalkulace. Přímé náklady se vypočtou přímo na kalkulační jednici, režijní náklady se stanovují režijní přírážkou, což je procentuálně vyjádřený poměr režijních nákladů ke zvolené rozvrhové základně. Jako základna se nejčastěji používají přímé mzdy, ale lze použít i přímý materiál nebo celkové přímé náklady.

Kalkulace úplných nákladů vyžaduje dobrou znalost vyráběného množství jednotlivých typů výrobků. V opačném případě je stanovení fixních režijních nákladů velmi problematické a lze je pouze odhadovat [6].



Obrázek 2: Grafické znázornění ceny výrobku a souvisejících nákladů [upraveno 6]

Rentabilitu jako ukazatel ziskovosti výrobku pak lze obecně vyjádřit dle vzorce

$$\text{Rentabilita} = \frac{\text{Zisk}}{\text{Cena}}$$

## 1.5 Koncepce „Lean“

### 1.5.1 Historie

Koncepce "štíhlé výroby" pochází z firmy Toyota, kde vznikla v 50-60 letech 20. století jako alternativa k hromadné výrobě (USA) v prostředí, které vyžadovalo vysokou úroveň flexibility a postrádalo finance na nákladné investice. Vzhledem k nízké poptávce v porovnání s USA nebylo možné převzít metod hromadné výroby. V poválečném období

byl rozdíl v produktivitě Japonských podniků v porovnání s Evropou a USA doslova propastný. Tehdejší prezident společnosti Toyota, Kiichiro Toyoda, vydal heslo: "Dohoňme Ameriku během tří let!" Z postupného odbourávání této neefektivity se stal dnes již dobře známý Toyota Production System - výrobní systém Toyota jako základ štíhlé výroby.

Zrod výrobního systému Toyoty je připisán manažerovi jménem Taiichi Ohno (1912-1990), jenž byl vedoucím jedné výrobní jednotky ve firmě Toyota. V 50. a 60. letech byla práce Taiichiho Ohnoho doplněna výsledky japonského inženýra Shigea Shinga (1909-1990) v oblasti redukce nastavovacích časů (SMED), která umožnila vyrábět ve výrazně menších dávkách.

Když pak v roce 1973 ropná krize zabrzдила vývoj průmyslu, v následné recesi metody tradiční hromadné výroby přestaly být efektivní. Pouze Toyota a další japonské automobilky, které postupně převzaly principy štíhlé výroby, byly schopné vyrábět se ziskem. Podíl Japonska na celosvětové výrobě automobilů tak v letech 1965-1980 vzrostl z původních 8% na 29% a do popředí vystoupila dnes tak pověstná kvalita japonských automobilů.

O rozšíření metodologie štíhlé výroby se nejvíce zasloužil profesor Massachusetts Institute of Technology James P. Womack. V letech 1984-1989 vedl pětiletý projekt financovaný automobilkami a národními vládami USA a Evropy, který zkoumal japonské techniky s cílem revitalizace amerického a evropského automobilového průmyslu. Výsledky výzkumu pak byly publikovány v legendární knize "The machine that changed the world: the story of lean production".

James P. Womack byl také zakladatelem neziskové organizace na rozšiřování vědomostí, metodologie a technik štíhlé výroby jménem Lean Enterprise Institute, jejíž je stále prezidentem. Následné publikace „Lean thinking“ (1996) a „Lean Solutions“ (2005) pojednávají o postupném rozšiřování filozofie štíhlé výroby. V současné době principy štíhlé výroby pronikly jak do dalších průmyslových odvětví, tak i do nevýrobních sfér [7].

### 1.5.2 Štíhlý podnik



Obrázek 3: Princip štíhlého podniku [upraveno 9]

#### Principy štíhlého podniku:

- Provádět jen takové činnosti, které jsou nezbytně nutné
- Tyto činnosti vykonávat správně a hned napoprvé
- Vykonávat je rychleji a s nižšími náklady než konkurence
- Děláme přesně to, co zákazník očekává

### 1.5.3 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba nemůže fungovat, aniž by byla úzce propojena s výrobkou, technickou přípravou výroby, logistikou a administrativou podniku.



Obrázek 4: Princip štíhlé výroby [upraveno 9]



Štíhlá výroba se zaměřuje na eliminaci všech forem plýtvání. Za plýtvání považujeme všechny činnosti prováděné ve výrobě, které nepřidávají hodnotu. Rozlišujeme osm základních druhů plýtvání [11]

- **Nadprodukce** - vyrábí se příliš mnoho nebo s velkým předstihem
- **Čekání** - na lidi, materiál, stroj, informace
- **Zásoby** - materiál ve skladech, rozpracovaná výroba, zásoby hotových výrobků.
- **Neshodné výrobky** a s nimi spojené opravy
- **Zbytečné pracovní pohyby**
- **Nadbytečná přeprava a manipulace**
- **Nadbytečná práce**
- **Nevyužitý potenciál pracovníků**



Obrázek 5: Vztah plýtvání a produktivity [upraveno 11]

### Nástroje štíhlé výroby

- Organizované a bezpečné pracoviště - **5S**, vizuální řízení
- Systém neustálého zlepšování - **KAIZEN**
- Totálně produktivní údržba - **TPM**
- Rychlá výměna nástrojů - **SMED**
- Předcházení vadám - **Poka-Yoke**
- Optimální materiálové toky - **KANBAN, JIT**
- Maximalizace využití strojů – **OEE**
- Standardizace práce
- Eliminace dávkové výroby a náhrada tokem jednoho kusu

### 1.5.4 Štíhlé pracoviště

Základem štíhlé výroby je štíhlé pracoviště, které bývá v praxi interpretováno jako 5S. Jeho cílem je zvýšení výkonnosti, zlepšení ergonomie, zvýšení autonomnosti a možnosti víceobsluhy a zlepšení kvality a stability procesu. [9], [7], [11]



Obrázek 6: Principy metodiky 5S [20]

### 1.5.5 Štíhlý layout

V praxi je jednou z hlavních příčin plýtvání nadbytečná manipulace a skladování, způsobená zpravidla nesprávně navrženým rozmístěním výrobního zařízení, tzv. layoutem. Kromě toho, že nadbytečná manipulace a skladování výrazně zvyšují náklady, sekundárním jevem je i zhoršení kvality vlivem poškozování materiálu, rozpracované výroby i finálních výrobků při manipulačních a skladovacích procesech, což generuje další ztráty. [9]

#### Zásady štíhlého layoutu

- Přímý materiálový tok směrem k montážní lince
- Minimální přepravní vzdálenosti mezi jednotlivými operacemi

- Minimální plochy pro skladování
- Dodavatelé co nejbliže k zákazníkům
- Přímočaré a krátké trasy
- Minimální průběžné časy
- Sklad v místě spotřeby a vizuální kontrola počtu dílů na skladovací ploše
- FIFO, systém tahu, KANBAN, JIT
- Uspořádání do buněk
- Flexibilita s ohledem na variabilitu výrobků a jejich množství, možnost snadné změny layoutu (mobilní zařízení).
- Nízké náklady na instalaci

Východiskem pro tvorbu štíhlého layoutu jsou požadavky zákazníka - požadovaný objem a sortiment. Následuje pak výpočet taktu zákazníka, definice montážního postupu výrobků, zjištění časových norem na jednotlivé pracovní kroky, stanovení kapacit, výpočet teoretické potřeby operátorů a balancování. Zde je vhodné použít počítačové simulace procesu. Na tomto základě je pak možné navrhnout konečné uspořádání výrobního procesu, standardizovat pracovní postupy a provést vizualizaci.

## 1.6 Analýza procesu a Měření práce

Analýza a měření práce je jedna ze základních činností průmyslového inženýrství. Jedná se o soubor vcelku jednoduchých, ale velmi účinných nástrojů pro eliminaci plýtvání a neefektivity v procesech.

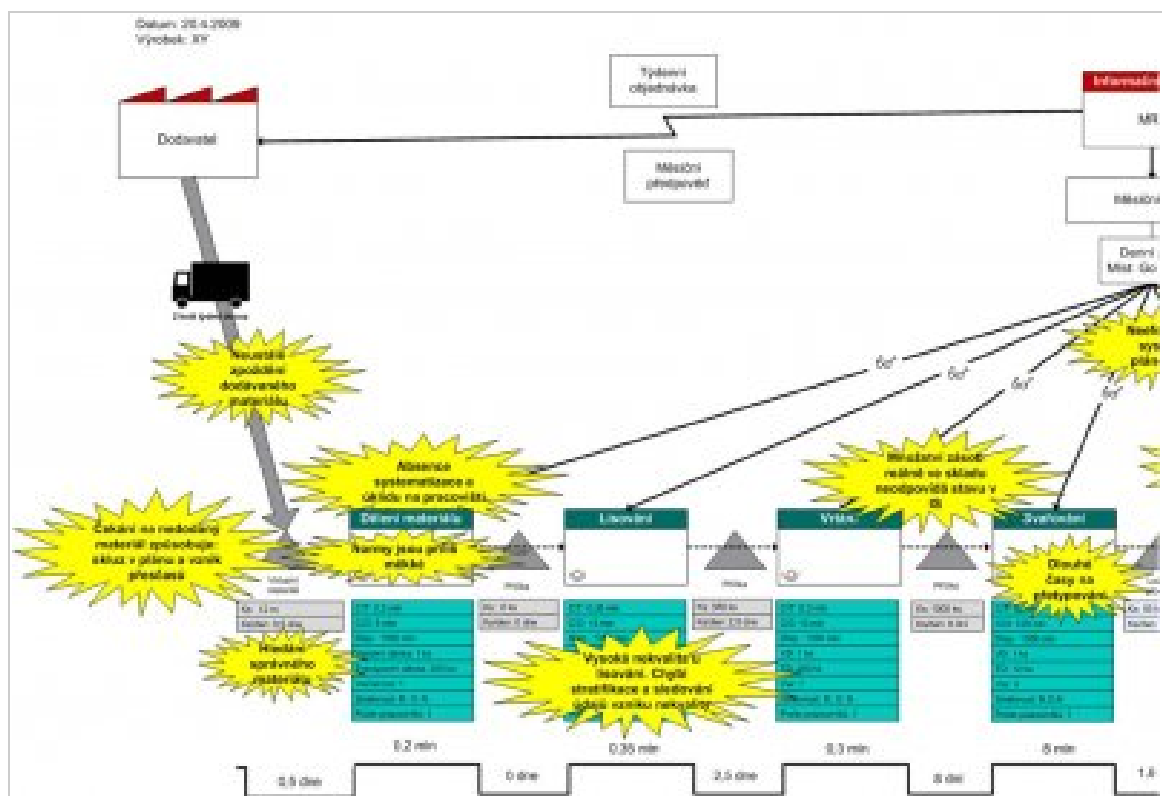
### 1.6.1 Analýza procesu

Analytické metody je vhodné aplikovat především na operace obsahující větší podíl úkonů nepřidávajících hodnotu. Jsou to například manipulace, přesuny kontroly atd. Výstupem pak může být procesní diagram (obr. 8). Analýza procesu identifikuje potenciály ke snížení plýtvání a zvýšení produktivity. [20], [18]

**Mapování hodnotového toku**

VSM - Value Stream Mapping je grafický nástroj popisující stávající stav procesu s cílem identifikace úzkých míst v navržení budoucího stavu. Mapa toku hodnoty se vytváří přímo ve výrobním procesu a zachycuje toky materiálu a informací, metody řízení výroby, vybrané parametry procesů. Ke znázornění dat jsou používány standardizované znaky. Metoda VSM je velmi komplexní a umožňuje zjistit například, kde se hromadí materiál a z jakého důvodu, stav zásob a rozpracované výroby, jaká je průběžná doba výroby atd. Výstupem je potom tzv. VAI – Value Add Index, který je poměrem časů přidávajících a nepřidávajících hodnotu.

VSM má smysl používat především u výroby s dostatečnou sériovostí. Tuto metodu je vhodné používat zejména při návrhu nových procesů a výrobků, identifikaci úzkých míst v kombinaci s následnými časovými studiemi. [9], [19]



Obrázek 7: Ukázka části VSM mapy [19]

Procesní analýza		operace	transport	kontrola	skladování	čekání	vzdálenosť (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků
č.	činnost								
1	Přijem zboží	○						1	1
2	Kontrola			⊗				0,5	
3	Skladování				△				
4	Transport		→				24		
6	Dělení materiálu	○						10	0,5
7	Kontrola			⊗				0,5	
8	Transport		→				70		
9	Soustružení	○						7,27	0,5
11	Transport		→				32		
12	Broušení	○						7,27	1
14	Transport		→				29		
15	Protáhnutí	○						0,94	0,5
16	Jehlení	○						0,35	0,3
17	Kontrola			⊗				1,5	
18	Transport		→				9		
19	Soustružení	○						0,75	1
21	Transport		→				90		
22	Soustružení	○						3,88	0,5
24	Transport		→				59		
25	Skladování				△				
30	Transport		→				29		
31	Odmaštění	○						0,27	0,5
32	Transport		→				11		
33	Skladování				△				
43	Transport		→				300		
45	Broušení	○						5,31	1
48	Transport		→				91		
59	Kontrola			⊗				2	
60	Balení	○						2,5	1
Celkem: - četnost		11	11	4	3				7,8
- součet časů (min)								44,04	
- vzdálenost (m)							744		

Obrázek 8: Příklad procesní analýzy [18]

### Cíle analýzy procesu

- Zpracovat snímek pracovního dne pracovníka
- Identifikace časů a úkonů nepřidávající hodnotu – ztrátové časy
- Analýza využití stroje
- Sledovat hodinový výkon pracoviště
- Stanovení spotřeby času na jednotlivých krocích procesu a posouzení vhodnosti provádění procesu
- Analyzovat časy změny produktů a náběhy směn
- Zpracovat mapu procesu a zachytit materiálové toky na pracovišti

### Výstupy procesní analýzy jsou pak podnětem pro:

- Modifikace layoutu pracoviště a pracovních postupů
- Implementace buňkové výroby
- Standardizaci procesu a technologických postupů
- Návrhy automatizace, Poka-Yoke

- Implementaci ANDON signalizace, TPM
- Vizualizaci pracoviště, implementaci metody 5S, ANDON
- Zlepšení ergonomie

### 1.6.2 Měření práce

Pro měření práce se používají následující časové studie:

#### Snímek operace - chronometráž


Jedná se o stanovení spotřeby času za pomoci stopek, potřebných formulářů. Specializované společnosti, které se zaměřují na měření práce, využívají speciální zařízení, které v podstatě nahrazují stopky, papírové formuláře a následné přepisování těchto údajů do elektronické podoby. Smyslem chronometráže je stanovení délky trvání pracovní operace a patří mezi nejpoužívanější způsoby stanovení výkonové normy. Kromě přímého měření se v praxi používá i filmový snímek, jehož předností je pořízení trvalého záznamu nejen spotřeby času, ale i obrazového záznamu pracovních pohybů. [20], [18]

Chronometráž operace												Datum pozorování: 15. 6. 2011 od: 6:20 do: 7:00		Pozorovací list č.: 1 Krycí list č.:	
Operace: Montáž razítka															
P. E.	Název měřené části (úkon)	Konečný mezní bod	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)										Průměr	Poznámka	
			N	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10
1	Našroubování matice	Z: uchopení matice	J	0:00:14	0:00:16	0:00:15	0:00:12	0:00:16	0:00:11	0:00:18	0:00:17	0:00:14	0:00:15	0:00:15	
		K: uchopení měřidla	P	0:00:14	0:01:50	0:03:23	0:04:59	0:06:38	0:08:18	0:10:06	0:11:45	0:13:30	0:15:09		
2	Měření + korekce	Z: uchopení měřidla	J	0:00:18	0:00:18	0:00:21	0:00:16	0:00:26	0:00:20	0:00:15	0:00:17	0:00:18	0:00:14	0:00:18	
		K: odložení měřidla	P	0:00:32	0:02:08	0:03:44	0:05:15	0:07:04	0:08:38	0:10:21	0:12:02	0:13:48	0:15:24		
3	Kompletace + založení ramene	Z: odložení měřidla	J	0:00:13	0:00:12	0:00:09	0:00:11	0:00:13	0:00:18	0:00:19	0:00:13	0:00:15	0:00:14	0:00:14	
		K: puštění ramene	P	0:00:45	0:02:20	0:03:53	0:05:26	0:07:17	0:08:56	0:10:40	0:12:15	0:14:03	0:15:38		
4	Příprava komponentů pro další montáž	Z: puštění ramene	J	0:00:07	0:00:07	0:00:08	0:00:07	0:00:11	0:00:05	0:00:08	0:00:07	0:00:07	0:00:08	0:00:07	
		K: odložení malé matice	P	0:00:52	0:02:27	0:04:01	0:05:33	0:07:28	0:09:01	0:10:46	0:12:22	0:14:10	0:15:52		
5	Upevnění razítka + přesun do výchozí polohy	Z: odložení malé matice	J	0:00:20	0:00:18	0:00:22	0:00:24	0:00:18	0:00:19	0:00:16	0:00:26	0:00:19	0:00:19	0:00:20	
		K: puštění ramene	P	0:01:12	0:02:45	0:04:23	0:05:57	0:07:46	0:09:20	0:11:02	0:12:50	0:14:29	0:16:00		
6	Uchycení ramene velkou maticí + zkouška ramene	Z: puštění ramene	J	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:16	0:00:15	0:00:19	0:00:18	0:00:18	0:00:15	0:00:12	0:00:16	
		K: uchopení klíče	P	0:01:26	0:02:59	0:04:39	0:06:13	0:08:01	0:09:39	0:11:20	0:13:08	0:14:44	0:16:19		
7	Dotážení klíčem	Z: uchopení klíče	J	0:00:08	0:00:09	0:00:08	0:00:09	0:00:06	0:00:09	0:00:08	0:00:08	0:00:10	0:00:11	0:00:09	
		K: uchopení matice	P	0:01:34	0:03:08	0:04:47	0:06:22	0:08:07	0:09:48	0:11:28	0:13:16	0:14:54	0:16:31		
Suma (celková průměrná délka trvání operace)												0:01:38			
Uspořádání pracoviště - materiálový tok: - nevhodné uspořádání klíčů - materiál nevhodně ergonomicky umístěn (zóny dosahu)			Rozbor pracovních úseků: čas (s)			Plytvání: - příprava komponentů pro další montáž									
Definování opatření:															
1. Úprava pracovního postupu (chyby v dokumentaci, bez předpříprav y komponent)															
2.															
3.															
4.															
5.															
6.															

Obrázek 9: Ukázka chronometráže [18]

### Snímek pracovního dne

Jedná se o velmi univerzální metodu nepřetržitého pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času během celé směny. Tato metoda je použitelná na jakékoli podnikové činnosti. Nevýhodou této metody je časová náročnost a psychická zátěž jak pozorovatele, tak i pozorovaného. [20], [19]

	Datum: 20. 8. 2010			<b>POZOROVACÍ LIST</b> PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE	List č.: 1
	Směna: ranní				Pozoroval: Dlabač
	Od do: 6:00 - 14:00				Pozorovaný: Fiala
Pracoviště: Montáž (linka 2)		Název stroje (ev. číslo):			
Výrobek 1 (název, číslo): AH 330		Dosažený výr. výkon:			
Výrobek 2 (název, číslo): AH 530		Dosažený výr. výkon:			
Výrobek 3 (název, číslo):		Dosažený výr. výkon:			
Postupný čas	Výpočet času			Symbol	Popis
	od	do	čas		
0:00:00	0:00:00	0:00:01	0:00:01	MP	Mimo pracoviště - hledání prázdné přepravky Práce na vlastním pracovišti - montáž Dokumentace - zápis počtu vyrobených kusů Čekání na díly z lakovny
0:00:01	0:00:01	0:00:02	0:00:01	PVP	
0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:01	DOK	
0:00:03	0:00:03	0:00:04	0:00:01	Č	
postupný čas odečítaný ze stopky vždy při změně činnosti operátora	čas zahájení a ukončení činnosti (dva pod sebou uvedené postupně časy)	vypočítaná doba trvání činnosti (od - do)	symbol pro popis dané činnosti	vysvětlení daného symbolu či poznámka k vykonávané činnosti	

Obrázek 10: Ukázka pozorovacího listu snímku pracovního dne [18]

### Momentové pozorování

Jedná se o metodu na principu počtu pravděpodobnosti a matematické statistice. Rozbory pracovních dějů se provádí formou zaznamenávání počtu jejich výskytu v průběhu pracovní směny. Ty jsou pak převáděny na procentní hodnoty či časové údaje. [18]

#### 1.6.3 Optimalizace výrobního procesu

Je systematický proces vedoucí ke zvýšení výkonu linky, zvýšení kvality vyráběného produktu, úspoře plochy a zlepšení pracovního prostředí a podmínek při práci.

#### 5 fází optimalizace výrobní linky

1. **Příprava projektu** - definice cílů projektu, časový harmonogram, identifikace zdrojů, rizik a omezení



2. **Analýzy projektu** - detailní analýza struktury výroby, technologických postupů, využití strojních zařízení, činnosti operátorů, objektivita norem
3. **Konceptu projektu** - návrh a vyhodnocení variant nového uspořádání linky, stanovení taktu linky v souladu s požadavky zákazníka
4. **Detail projektu** - balancování operací, stanovení výkonu linky a normování
5. **Náběh výroby** - zkušební provoz, školení obsluhy, pravidelné schůzky výrobního týmu dané linky, realizace potřebných zlepšení, příprava na zahájení provozu [19]

#### 1.6.4 KAIZEN versus inovace

Existují dva rozdílné, dalo by se říci i protichůdné, přístupy ke zlepšování procesů:

- Gradualistický - **KAIZEN**
- Skokový - **Inovace**

Japonské firmy obecně dávají přednost gradualistickému, zatímco západní firmy přístupu skokovému. To ale neznamená, že by japonské podniky inovace opomíjely. Naopak japonsští manažeři nadšeně realizují KAIZEN i v případě, že provádí inovace. Rozdíl ve strategii KAIZEN a inovační strategii je velmi dobře patrný z tabulky č. 2.

Tabulka 2: Srovnání typických znaků KAIZEN a inovace [4]

	KAIZEN	Inovace
Účinek	Dlouhodobý, ale ne dramatický	Krátkodobý, ale dramatický
Tempo	Pozvolné	Velké kroky, skokově
Časový rámec	Kontinuální a přírůstkový	Přerušovaný a nepřírůstkový
Změny	Postupné a neustálé	Náhlé a přechodné
Účast	Všichni	Několik vybraných „šampionů“
Přístup	Kolektivismus, skupinové úsilí, systémový přístup	Drsný individualismus, individuální nápady a úsilí
Typ změny	Udržování a zdokonalování	Přestavba od základů
Impuls	Konvenční know-how	Technologické průlomky, nové vynálezy



Požadavky	Minimální investice, ale velké úsilí na udržení	Vysoké investice, ale málo úsilí na udržení
Zaměření úsilí	Lidé	Technologie
Výhody	Dobře funguje v pomalu rostoucí ekonomice	Vhodnější pro rychle rostoucí ekonomiku

Efekt strategie KAIZEN je obvykle viditelnější spíše ve výrobě a prodeji, zatímco inovace se uplatňují ve vědě a technologii.

Rozlišujeme dva základní typy inovací:

- **Výrobní inovace** - zaměřují se na vylepšování vyráběných výrobků nebo na tvorbu výrobků zcela nových, které mají nahradit stávající zastaralé výrobky
- **Technologické inovace (procesní)** - cílem je zpravidla snižování výrobních nákladů, zvyšování kvality produkce a ochrana zdraví, bezpečnosti a životního prostředí

Výrobní i procesní inovace jsou strategickou zbraní podniků pro udržení konkurenceschopnosti. Inovované výrobky a procesy generují vyšší zisk, který by měl uhradit investiční náklady na inovaci.

### 1.6.5 Investice

Investice je kapitálový výdaj s cílem dosáhnout zhodnocení vložených prostředků v budoucnosti. Lze ji definovat i jako obětování jisté současné hodnoty ve prospěch vyšší budoucí nejisté. Ekonomické hodnocení efektivnosti investic při ekonomickém rozhodování spočívá v porovnání vynaloženého kapitálu s očekávanými peněžními příjmy. [8]

$$\text{Rentabilita investice} = \frac{\text{Průměrný čistý roční zisk z investice}}{\text{Vynaložený kapitál}}$$

$$\text{Doba návratnosti investice} = \frac{\text{Investovaný kapitál}}{\text{Průměrný roční zisk z investice} + \text{roční odpisy}}$$

## 2 CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY

### 2.1 Cíl práce

Cílem práce je na základě podrobné analýzy současného výrobního procesu automobilových chladičů Audi ve výrobní hale M1 podniku Visteon-Autopal, s.r.o., navrhnout nový optimalizovaný výrobní proces chladičů pro připravovanou novou řadu vozů Audi platformy A4, A6, A8 s důrazem na zvýšení produktivity a snížení výrobních nákladů.

Díličními úkoly bude navrhnout opatření vedoucí k odstranění problémů v oblasti jakosti výroby a ergonomie. Dále také zvážit možnosti vertikální integrace, tedy zabývat se otázkou vyrobit, či nakoupit.

Považuji za vhodné zmínit, že jsem zaměstnancem podniku, kde pracuji jako projektový koordinátor na oddělení technické přípravy výroby.

### 2.2 Použité metody

Při řešení problému budu vycházet z postupů a principů popsanych v teoretické části. Potřebné informace budu získávat z evidence a jiných písemných dokumentů, pozorováním a měřeními a v neposlední řadě také konzultacemi a dotazováním.

Pro shrnutí:

- Analýza nákladové struktury
- VSM - mapování toku hodnoty
- Časové studie
- Simulace procesu pomocí programu Witness

Při návrhu opatření pak budou použity principy štíhlé výroby

- Organizované a bezpečné pracoviště - **5S**, vizuální řízení
- Systém neustálého zlepšování - **KAIZEN**
- Rychlá výměna nástrojů - **SMED**
- Předcházení vadám - **Poka-Yoke**
- Optimální materiálové toky - **KANBAN, JIT**
- Maximalizace využití strojů - **OEE**
- Standardizace práce
- Eliminace dávkové výroby a náhrada tokem jednoho kusu

### 3 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O SPOLEČNOSTI VISTEON-AUTOPAL, S.R.O.

#### 3.1 Historie společnosti

Společnost Visteon - Autopal, s.r.o. vyrostla z malého klempířství založeného v roce 1879. Již od samého začátku byla společnost zaměřena na výrobu komponentů pro automobilový průmysl. Mezi první výrobky společnosti patřily kočárové svítilny a svítilny pro selské vozy. Novodobá historie společnosti se začala odvíjet v poválečném období, kdy byla továrna uvedena pod národní správu. V roce 1949 byl pak zřizovací listinou Ministerstva průmyslu, s platností od 1. ledna 1950, ustaven národní podnik Autopal.



Obrázek 11: Historie společnosti Visteon-Autopal, s.r.o. [21]

Výrazná orientace na slábnoucí trhy nedávala záruky dlouhodobého perspektivního rozvoje podniku. Vedení podniku se proto rozhodlo v procesu privatizace začlenit podnik do světově silného seskupení v oblasti automobilových komponentů a najít kapitálově silného zahraničního partnera. V roce 1993 pak podnik koupila od Fondu národního majetku automobilka Ford. Po vzniku společnosti Visteon, což je druhý největší světový výrobce automobilových dílů a příslušenství, vlastněný automobilkou Ford, se stává Autopal, s.r.o. její součástí. V roce 2000 se pak Visteon stává samostatnou společností.

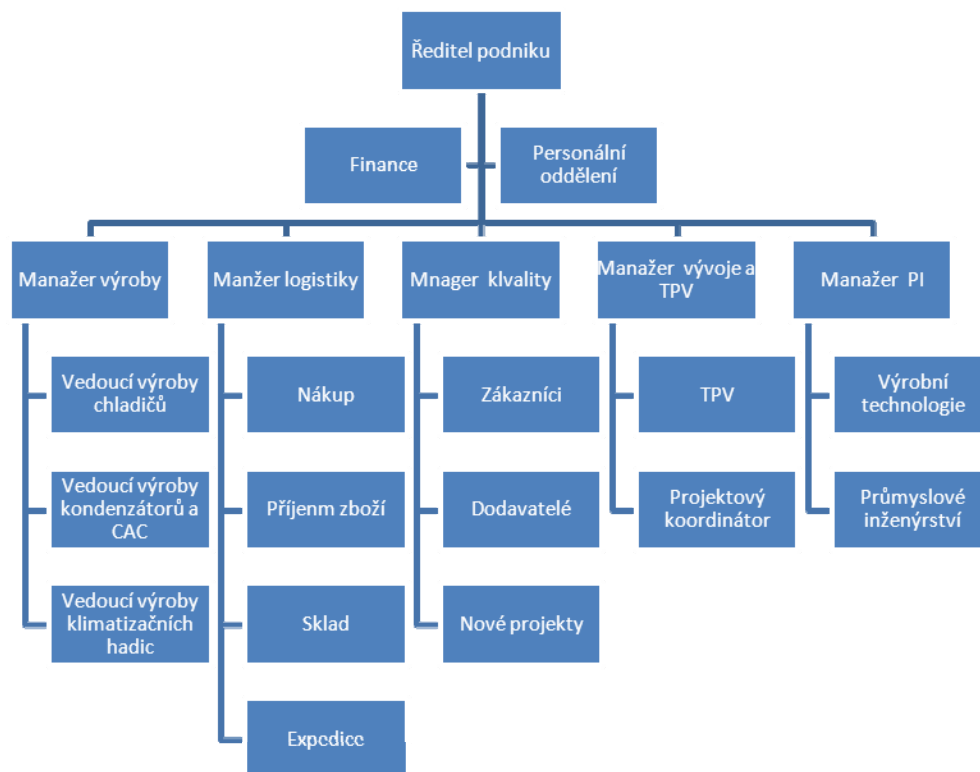


Obrázek 12: Působení společnosti Viston Corp. [21]

Vedení společnosti Visteon Corp. učinilo zásadní strategické rozhodnutí a v roce 2012 byla divize světelné techniky prodána indické společnosti Varoc. V současné době probíhá další významná transformace podniku, kdy dochází ke spojení s korejskou společností Halla Climate Control Corp. a vzniká nová společnost s názvem Halla Visteon Climate Control Corp. Oficiální název společnost Visteon- Autopal, zatím zůstává nezměněn. [22]

### 3.2 Organizační struktura

Organizační strukturu podniku Visteon-Autopal, s.r.o. lze označit za poměrně štíhlou klasickou vertikální liniovou strukturu. Pro účely projektového řízení je tato struktura doplněna prvky maticového řízení (není vyobrazeno), kdy jsou vytvářeny projektové týmy s různými vedoucími a různými rolemi jednotlivých pracovníků nominovaných do jednotlivých týmů. Na úrovni korporace má pak struktura divizionální charakter a je doplněná strategickými obchodně-výrobními jednotkami (SBU).



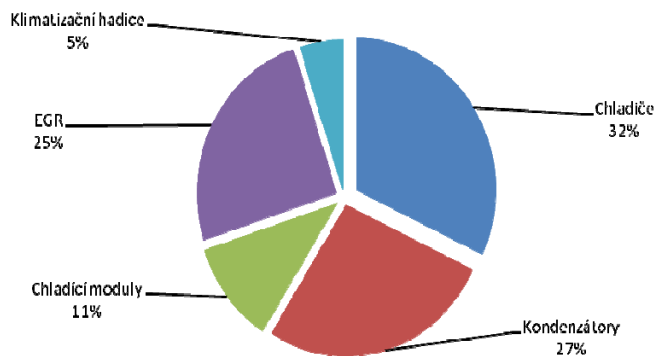
Obrázek 13: Organizační struktura podniku Visteon-Autopal, s.r.o. [21], [22]

### 3.3 Výrobní program

Závod Hluk je součástí divize chladicí a klimatizační techniky a hlavním předmětem jeho činnosti je výroba tepelných výměníků pro automobilový průmysl.

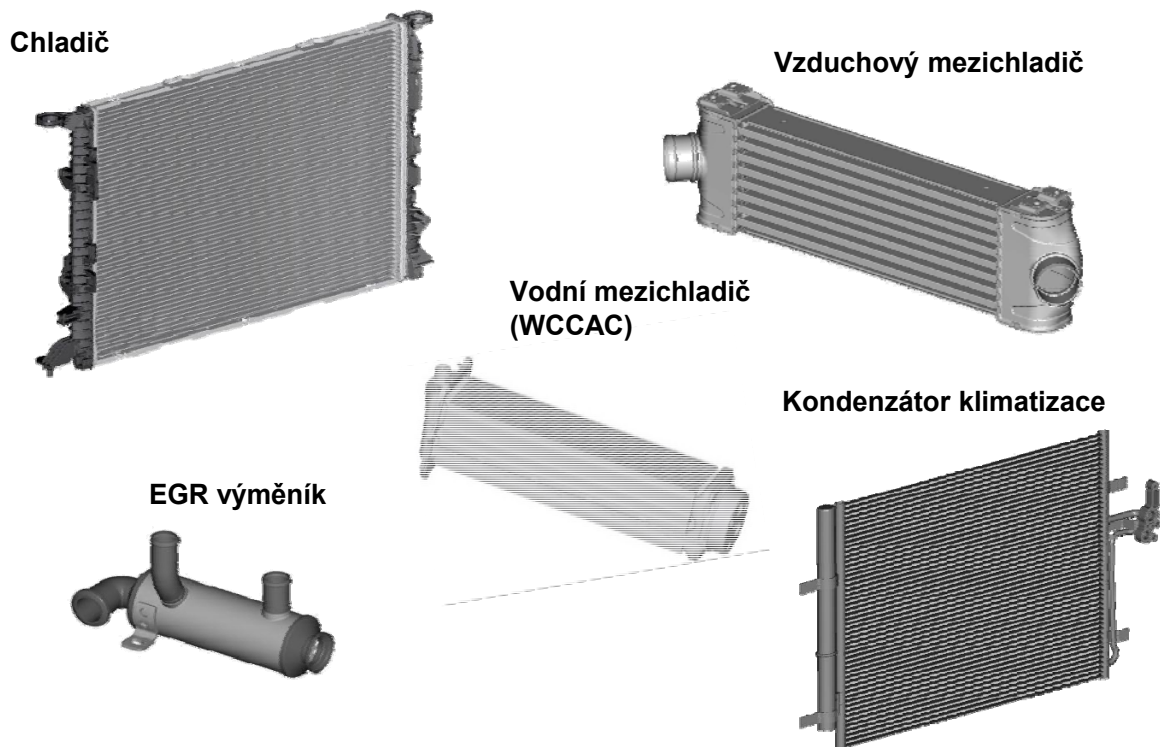
Výroba je rozdělena do 5 oblastí:

- Chladiče kapaliny a vzduchu
- Kondenzátory pro klimatizace
- Chladicí moduly
- EGR výměníky
- Klimatizační hadice



Graf 1: Podíl výrobních skupin na tržbách [21]

#### Typické výrobky podniku



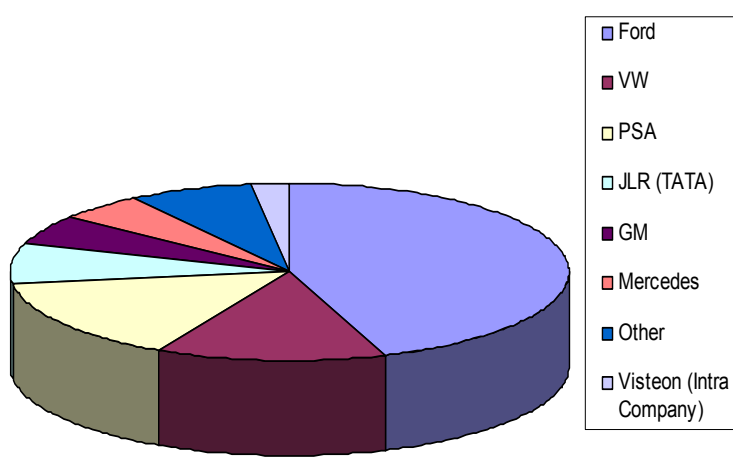
Obrázek 14: Ukázka výrobků podniku Visteon-Autopal, s.r.o. [21]

### 3.4 Zákazníci podniku



Obrázek 15: Zákazníci společnosti Visteon-Autopal, s.r.o. [21]

Strategie podniku je diverzifikovat zákaznickou základnu. V současné době cíleně klesá podíl obchodů se společností Ford a výrazně roste podíl obchodů s koncernem VW-Audi.



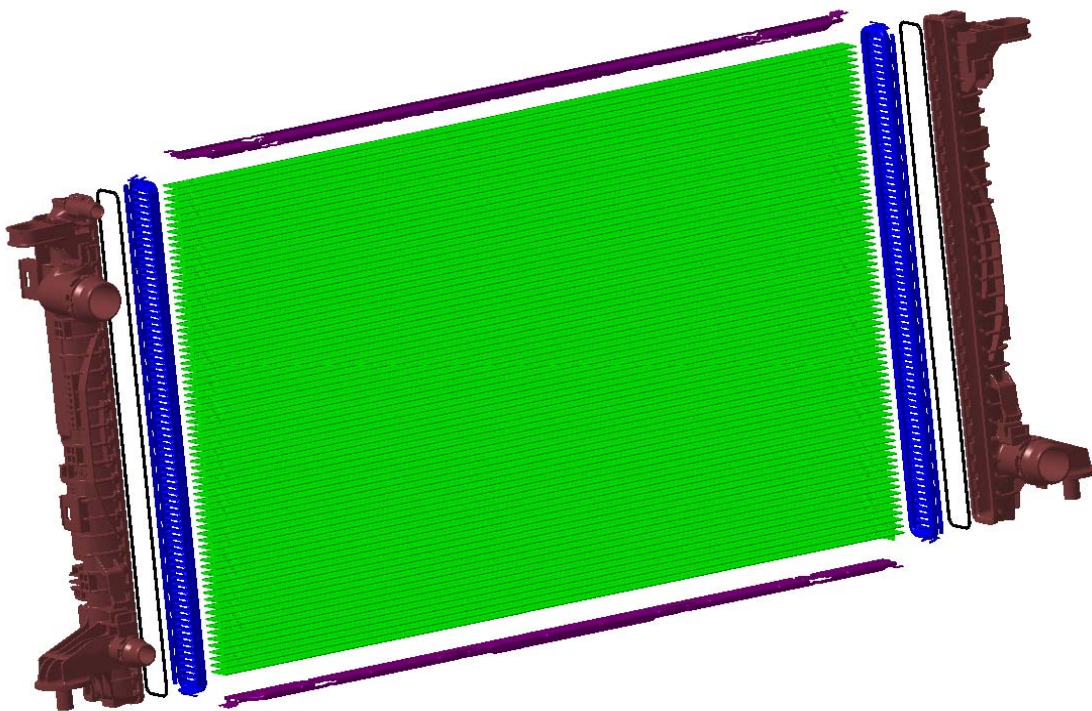
Graf 2: Procentuální podíl zákazníků na tržbách v roce 2009 [21]



## 4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU

### 4.1 Popis produktů

Typický automobilový chladič se skládá z hliníkových, pryžových a plastových dílů, které pak v průběhu výrobního procesu prochází různými technologickými operacemi a spojují se v jeden celek. V případě podniku Visteon- Autopal, s.r.o. jsou pryžové, plastové a obráběné kovové díly nakupovány od subdodavatelů. Kovové výlisky jsou pak vyráběny ze surovin dodávaných zpravidla jako pásy navinuté do svitků. Výjimkou jsou rozměrné výlisky, které na stávajícím zařízení v podniku nelze vyrábět.

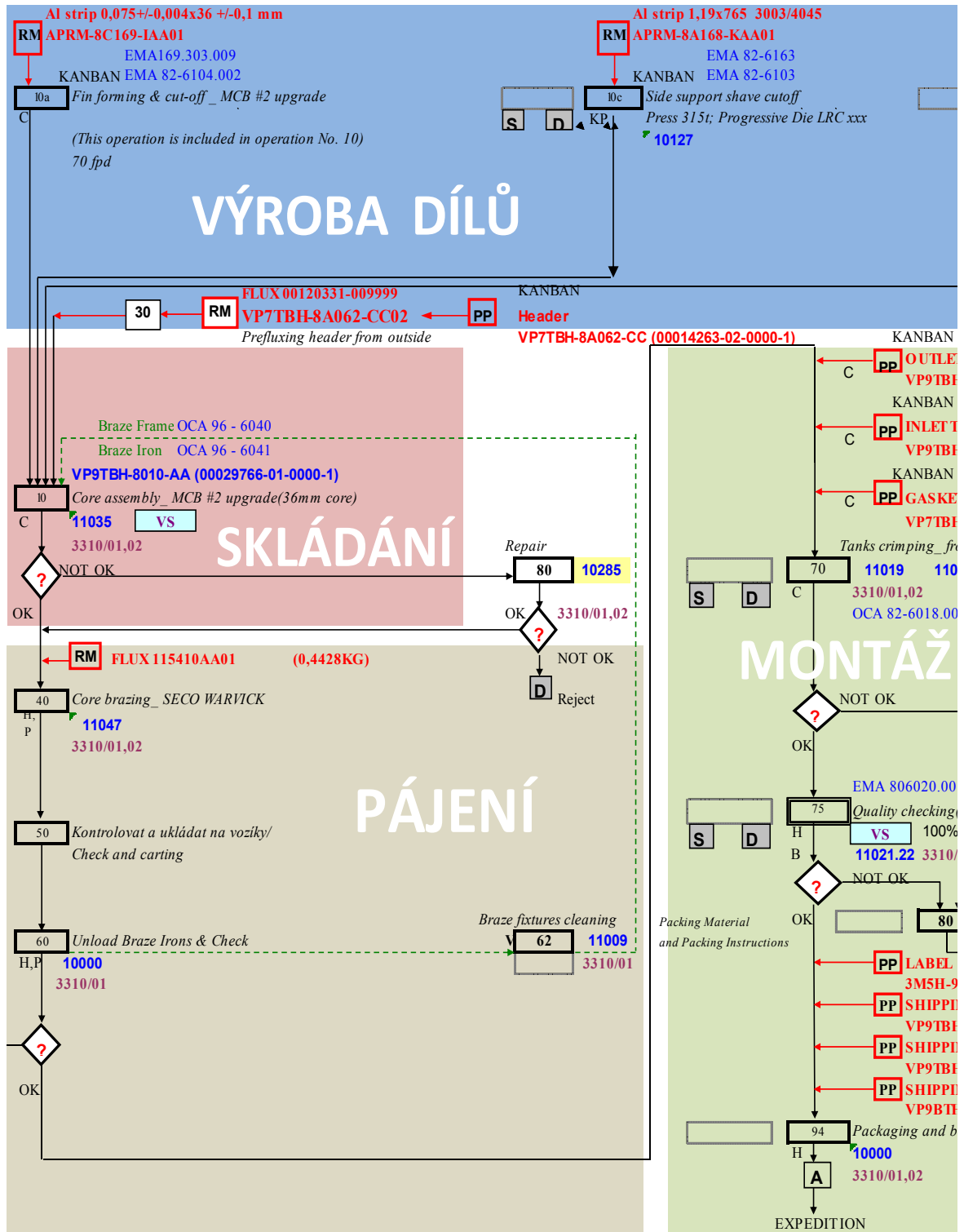


Obrázek 16: Explzivní náčrt chladiče [21]

### 4.2 Tok výrobního procesu

Jak je patrné z tokového diagramu, proces výroby chladičů lze rozdělit do čtyř základních fází - **výroba dílů, skládání, pájení a montáž**. Veškeré chladicí vložky, které jsou souběžně skládány na celkem šesti skládacích strojích, jsou pájeny v jedné pájecí lince. Po pájení se proces znovu rozvětjuje do šesti montážních buněk. To je důvodem, proč

je zavedení toku jednoho kusu napříč celým výrobním procesem velmi problematické a v procesu vzniká velká zásoba rozpracovaných dílů.



Obrázek 17: Tokový diagram procesu výroby chladičů [21]



#### 4.2.1 Lisování dílů a výroba trubek

Komponenty chladičů se lisují na výstředníkových 200t, 315t a 500t lisech za pomoci technicky vyspělých postupových nástrojů v taktu 20 kusů za minutu, což je omezeno technickými možnostmi zařízení. Materiál ve formě Al pásu je odvíjen z cívky o váze cca 2 tuny, prochází rovnacím zařízením a automatický podavač jej posunuje v nastavených krocích přímo do lisu. Hotové výlisky pak padají do ocelové bedny. V následujících operacích jsou výlisky odmaštěny a na jejich povrch je nanášeno tavidlo. Komponenty jsou pak uloženy do plastových beden a připraveny na následnou montáž.



Obrázek 18: Výstředníkový lis 200t [21]

Trubky jsou vyráběny z Al pásu na průběžných tvářecích linkách a indukčně svařeny rychlostí až 300m/min. Na konci linky jsou trubky děleny na přesné délky a poté padají do plastového kontejneru a v tomto stavu jsou již připraveny pro další zpracování.



Obrázek 19: Linka na výrobu trubek [21]

Produktivita obou těchto procesů je na poměrně dobré úrovni a je zde již zavedena víceobsluha. Konkrétně u linky na výrobu trubek proběhl již v minulosti optimalizační projekt se zaměřením na rychlou výměnu nástrojů (SMED). Z tohoto důvodu tyto procesy nebudou předmětem řešeného optimalizačního projektu. Nicméně do budoucna se nabízí myšlenka uspořit logistické náklady přesunem těchto procesů blíže do místa spotřeby. To ale z taktických důvodů zatím není možné.

#### 4.2.2 Kompletace chladicí vložky

Skládání chladicích vložek se provádí na poloautomatických skládacích strojích v taktu cca 60 ks/hod s obsluhou jednoho operátora. Tato rychlost je opět omezena konstrukčními možnostmi operátora, přičemž využití jeho času je na vysoké úrovni. Zavedení víceobsluhy, či začlenění stroje do buňky tedy není možné. Sestavené chladicí vložky operátor ukládá buď přímo na dopravníkový pás přímo k pájecí lince, nebo na paletu.



Obrázek 20: Poloautomatický skládací stroj [21]

Zde se nabízí možnost technologické inovace formou automatizace, která by výkon zařízení zdvojnásobila. Protože ale typová komplexita výrobků je poměrně vysoká, linka by musela být vybavena i automatizovaným systémem výměny nástrojů, jinak by dlouhé seřizovací časy neumožnily plně využívat kapacity zařízení. Zde hovoříme o investici v řádu milionů Euro, kdy návratnost investice by nebyla na přijatelné úrovni. Tato částka je

také mimo investiční možnosti podniku. Předmětem řešeného projektu tedy bude pouze problematika vhodného umístění zařízení tak, aby nevznikala zásoba vložek před pájením.

#### 4.2.3 Pájení

Proces pájení probíhá v průběžných CAB pecích v řízené dusíkové ochranné atmosféře při teplotě cca 600°C. Jedná se o klíčovou technologii, kde její zvládnutí je nutnou podmínkou úspěchu v tomto podnikatelském oboru. Na výstupu linky pak operátor odebírá kusy z pásu a ukládá na palety. Ukládání vložek na palety a jejich další skladování je z logistického a ergonomického hlediska nevhodné a návrh možného řešení bude popsán později. Pro lepší představu o náročnosti této technologie zmíním, že pájecí linka má délku cca 100 metrů a její elektrický příkon činí něco kolem 400 kW/hod. Kromě elektrické energie je pro provoz ještě nutný zemní plyn, dusík voda a stlačený vzduch.



Obrázek 21: Pec CAB [21]

#### 4.2.4 Montáž, test a balení

Finální montáž probíhá ve dvou technologických operacích prováděných na dvou strojích, z nichž každý má dvě pracovní pozice. Ty jsou uspořádány do buňky ve tvaru písmene U. V buňce pracují dva operátoři, kde každý z nich obsluhuje obě pozice jednoho stroje. Jeden operátor provádí operaci lemování, kdy ručně založí chladicí vložku, gumové těsnění a plastovou komoru. Poté stroj provede samotnou operaci zalemování. Druhý operátor pak obsluhuje test těsnosti, jehož součástí je i automatická rozměrová kontrola. Tento operátor zároveň provádí lepení identifikačního štítku a část finálního balení.

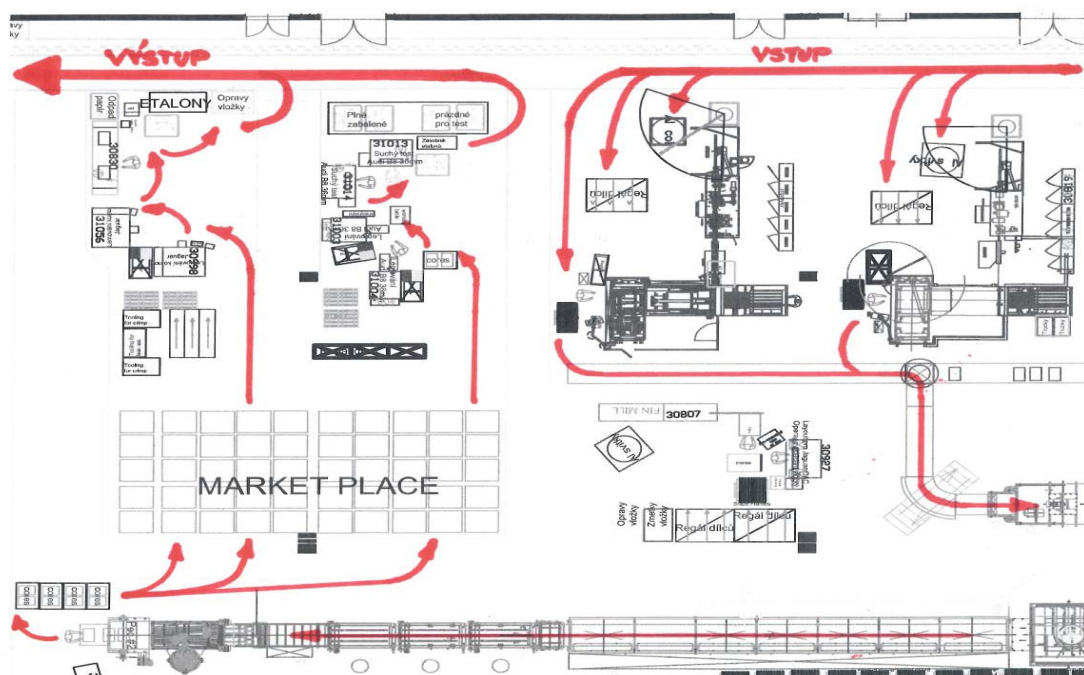




Obrázek 22: Uspořádání lemovací a testovací linky [21]

Vzhledem k tomu, že v těchto operacích je poměrně velký podíl manipulace a vstupuje zde ve velké míře lidský faktor, tato operace se jeví jako nejslabší místo celého procesu. To je podpořeno i faktem, že tato operace je největším zdrojem kvalitativních problémů pramenících z nepozornosti nebo nedbalosti obsluhy. Inovace formou robotizace se jeví jako technicky možná, investičně únosná a bude klíčovým bodem optimalizačního projektu.

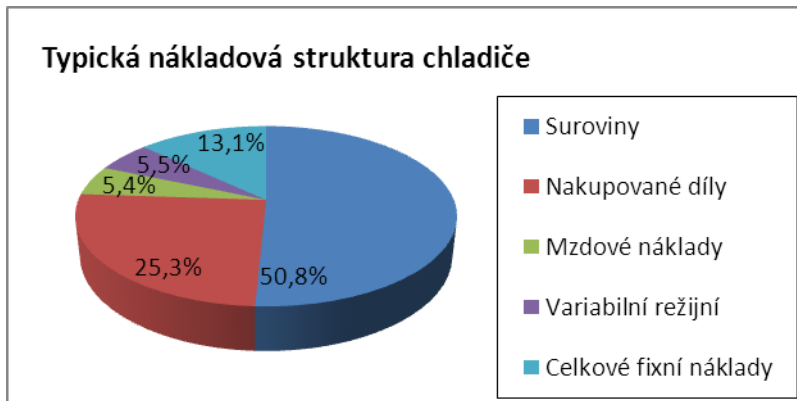
#### 4.2.5 Uspořádání současného výrobního procesu



Obrázek 23: Současné uspořádání výrobního procesu [22]

### 4.3 Analýza nákladové struktury

Účelem analýzy nákladové struktury výrobku je identifikace oblastí, kde by navržená opatření přinesla největší efekt.



Graf 3: Nákladová struktura chladiče [22]

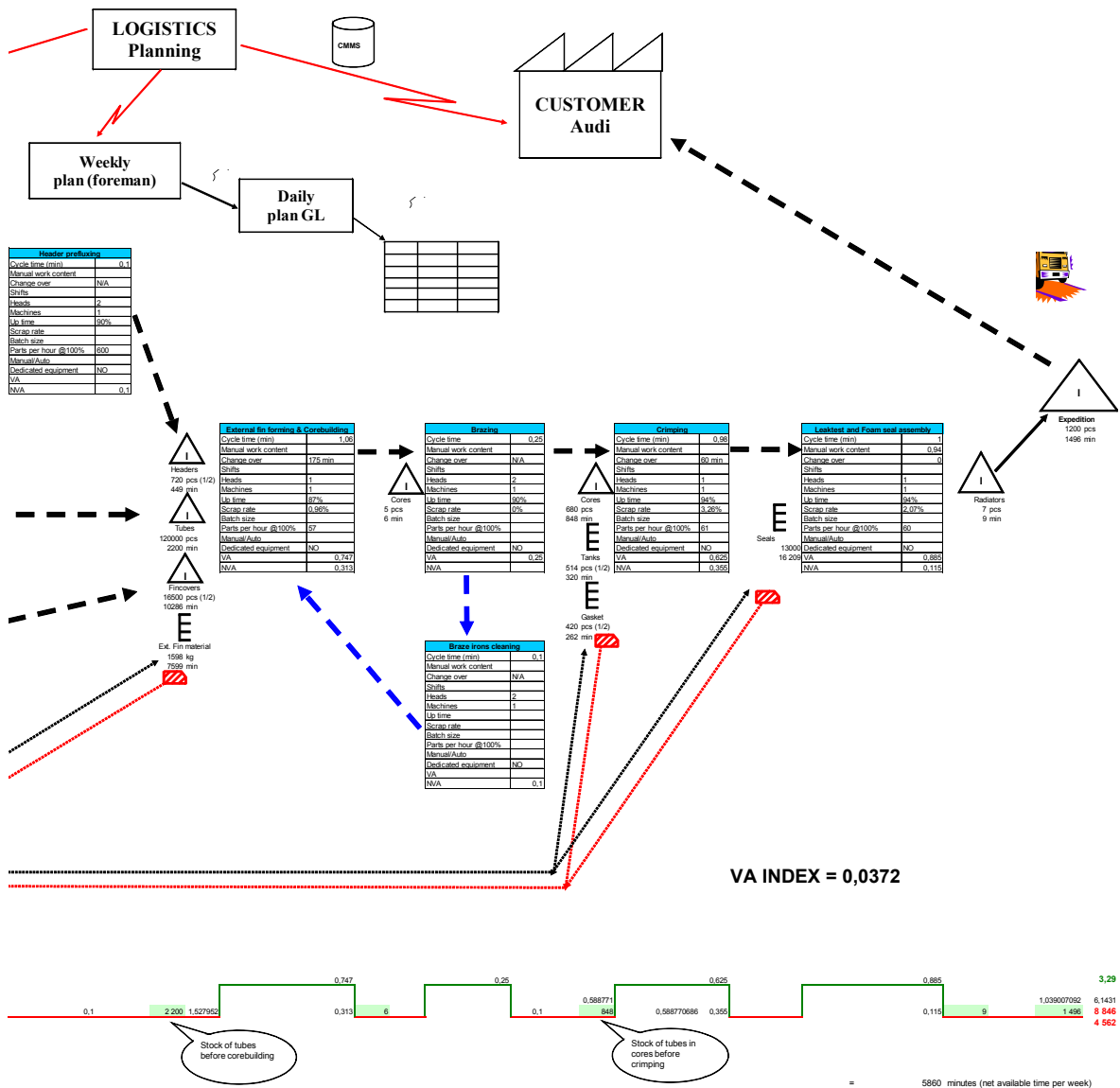
Z uvedeného grafu vyplývá, že nakupované díly a suroviny tvoří celých 75% nákladů a už na první pohled je zřejmé, že je to oblast, na kterou je nutné se zaměřit. Vyjednávání o cenách ale není předmětem toho to optimalizačního projektu.

Další možností v této oblasti je zvážit, zda by nebylo vhodné investovat do úpravy lisu a jeho periferních zařízení tak, aby bylo možné na lisech vyrábět i rozměrné výlisky. Provedená „Make Versus Buy“ studie ukázala smysluplnost této úvahy, kdy finančně lépe vychází varianta „Make“. I přes nepatrné zvýšení mzdové a fixní složky nákladů, je tímto způsobem možné ušetřit 0,11 Euro na jeden výrobek. V celkovém ročním objemu 0,6 milionů kusů by bylo možné uspořit 66 tisíc Euro za rok při investici 62 tisíc Euro a její návratnosti za necelý rok.

Přestože se mzdové náklady podílejí na celkových nákladech pouze z 5,4%, ovlivňují variabilní a fixní režie, které podnik kalkuluje procentní přírůžkou k přímým mzdám. Rozsah potenciálních úspor optimalizací výrobního procesu sice i tak není nijak velký, ale není zanedbatelný. Navíc kromě úspory výrobního času, je možné se nezaměřit i na redukci zmetkovitosti, která ve výrobě chladičů činí cca 3%. Redukce zmetkovitosti na jedné lince, byť jen o jedno procento, by přinesla úsporu kolem 120 tis. Euro za rok.

### 4.4 Mapování hodnotového toku – VSM

Mapa je velmi rozsáhlá, takže při zmenšení bohužel není příliš čitelná. Nicméně výsledná hodnota VA indexu je 0,0372, průběžná doba výroby 6 dní, z toho 4 dny tvoří zásoba materiálu ve skladech a hotových výrobků v expedici. 2 dny pak tvoří rozpracovaná výroba. Zásoby materiálu ve skladě tvoří největší položku a jsou dány povahou vstupních surovin - hutního materiálu, kde je minimální množství objednávky rovno jedné tavně, což činí přibližně 6000kg. Z rozpracované výroby pak přibližně 1,5 dne tvoří zásoba vyrobených trubek a 0,5 dne materiál v hlavním výrobním procesu.



Obrázek 24: Část VSM mapy [22]

Nejvíce problematické aspekty současného procesu jsou:

1. Velké množství typů výrobků
2. Dlouhé časy výměn nástrojů a nastavovací časy
3. Různé typy výrobků z více montážních linek se pájí souběžně v jedné pájecí lince
4. Velké množství rozpracované výroby (vločky po pájení)
5. Manipulace, velký podíl ruční práce
6. Vliv lidského faktoru na kvalitu produkce při finální montáži
7. Špatná ergonomie na některých pracovištích

## 4.5 Měření práce

### 4.5.1 Časový snímek operace

Následující časové snímky zkoumají skutečnou spotřebu času na klíčových operacích

- Skládání vločky
- Lemování chladiče
- Test těsnosti a balení

Tabulka 3: Snímek operace skládání vločky [21]

Operation: CORE Step	Work element	CWS (min)			
		Time (min)	Motion Category		
		measured	VA	IW	NVA
1	Založit rám do vločky	0,03			0,03
2	Založit víka do příčného supportu	0,03		0,03	
3	Sešlápnout pedál pro uvolnění komprese	0,02			0,02
4	Vzít předchystaná pájecí železa	0,03			0,03
5	Založit 1. železo do zadního podélného supportu	0,04		0,04	
6	Povytáhnout vločku	0,05			0,05
7	Založit 2. železo do předního podélného supportu	0,04		0,04	
8	Vzít vločku, odstoupit a sešlápnout pedál	0,05			0,05
9	Vizuální kontrola vločky a nakládání na pás	0,15			0,15
10	uchopení želez (2ks), položení a urovnání	0,05			0,05
11	uchopení bočnice(2ks) a přenesení k železům	0,05			0,05
12	založení bočnic na železa (2ks)	0,07			0,07
13	manuální třepání s vlnovcem (šejkování)	0,08			0,08
14	uchopit rám	0,07			0,07
15	uchopit víka (2ks)	0,10			0,10
16	nahození nového svitku 1/50	0,16			0,16
18	seřízení narážení	0,03			0,03
<b>Total</b>		<b>1,06</b>	<b>0,115</b>	<b>0,630</b>	<b>0,313</b>

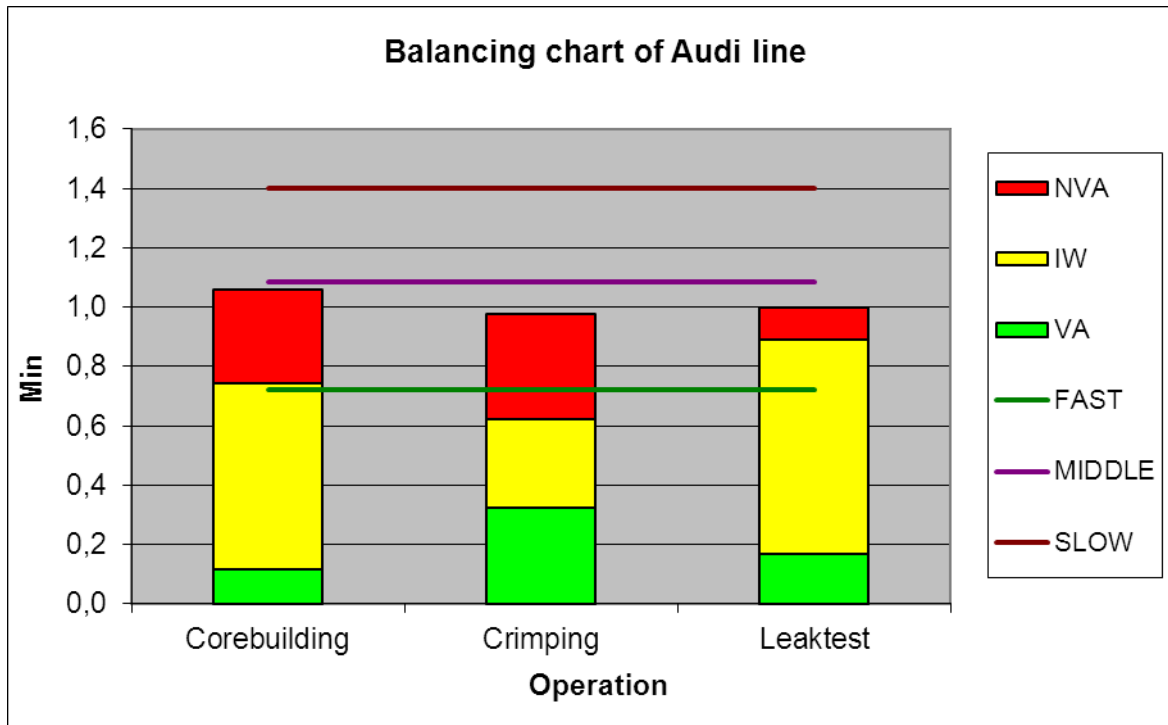
Tabulka 4: Snímek operace lemování chladiče [21]

Operation: Crimping Step	Work element	CWS (min)			
		Time (min)	Motion Category		
			VA	IW	NVA
1	Vzít vložku s těsněním a založit do zalemu	0,07		0,07	
2	Vzít a vložit komoru do víka	0,07	0,07		
3	Zavřít dvířka zalemu č.1	0,03			0,03
4	Otevřít dvířka zalemu č.2	0,03			0,03
5	Vytáhnout vložku ze zalemu č.2 a odložit ji na další operaci	0,07		0,07	
6	Novou vložku odebrat z vozíku a položit vedle zalemu	0,08		0,08	
7	Vzít a vložit těsnění do víka	0,09	0,09		
8	Čekání	0,15			0,15
9	Otevřít dvířka zalemu č.1	0,03			0,03
10	Nakreslit modrou tečku 2x		0,00		
11	Vytáhnout vložku ze zalemu č.1 otočit a vložit do č.2	0,08		0,08	
12	Vzít a vložit těsnění do víka	0,10	0,10		
13	Vzít a vložit komoru do víka	0,07	0,07		
14	Zavřít dvířka zalemu č.2	0,03			0,03
	Přehazování	0,09			0,09
16	Doplnit těsnění 1/10	0,01			0,01
17	Doplnit těsnění 1/50	0,01			0,01
	<b>TOTAL</b>	<b>0,98</b>	<b>0,323</b>	<b>0,300</b>	<b>0,355</b>

Tabulka 5: Snímek operace test těsnosti a balení [21]

Operation: Leaktest Step	Work element	CWS (min)			
		Time (min)	Motion Category		
			VA	IW	NVA
1	Vzít vložku, ustavit	0,10		0,10	
2	Připojit konektory (3-5ks)	0,10		0,10	
3	Stisknout start	0,02		0,02	
4	Ttest	0,24		0,24	
5	Odpojit konektory (3-5ks)	0,10		0,10	
6	Nasazení zátek (3-5ks)	0,10	0,10		
7	Nalepit štítek na otestovaný kus	0,07	0,07		
8	Vyjmout kus a odložit do palety	0,17		0,17	
9	Čekání	0,02			0,02
	Přehazování	0,09			0,09
<b>Total</b>		<b>1,00</b>	<b>0,167</b>	<b>0,723</b>	<b>0,110</b>





Obrázek 25: Balanční diagram operací skládání, lemování a test těsnosti [21]

Z uvedených analýz je patrný vcelku vysoký podíl hodnotu nepřidávajících činností - červená a žlutá barva. Barva žlutá značí činnosti, které sice hodnotu nepřidávají, ale jsou nutné k vykonání dané operace. Jednotlivé operace jsou jinak vcelku dobře vybalancované v taktu cca 1minuta/kus.

#### 4.5.2 Snímek pracovního dne

Z tohoto konkrétního snímku pracovního dne je dobře patrný již zmiňovaný problém velkého počtu různých typů výrobků a s tím spojený problém časté výměny nástrojů. Tabulka ukazuje, že sice operátor nepracoval celkem 3 hodiny, ve skutečnosti byl ale po dobu výměny nástrojů převeden na jinou práci. Dále je patrné, že pracovníkovi se s malou rezervou daří plnit pracovní normu.

Tabulka 6: Snímek pracovního dne operátora na pracovišti lemování [21]

Snímek směny Audi		Operátor									
Pracoviště:		Lemování komor									
Výrobek:		chladič Audi 36mm									
Datum:		17.4.2013 ranní směna									
<b>4:38</b>	pracuje - vyrábí										
<b>0:28</b>	pracuje - nevyrábí										
<b>3:00</b>	nepracuje										
				FTF časy pro jeden kus v sec							
<b>0:01</b>	6:30	6:31	příprava								
<b>0:04</b>	6:31	6:35	výroba 1. kusu a schválení 1.kusu								
<b>0:20</b>	6:35	6:55	výroba								
<b>0:01</b>	6:55	6:56	oprava								
<b>0:44</b>	6:56	7:40	výroba	65	65	67	57	64	65	59	
<b>0:01</b>	7:40	7:41	zapisování kusů do tabulky								
<b>0:05</b>	7:41	7:46	výroba								
<b>0:03</b>	7:46	7:49	přerušeni z důvodu tečení								
<b>0:10</b>	7:49	7:59	výroba								
<b>0:16</b>	7:59	8:15	ergo - začátek přehazování								
<b>0:03</b>	8:15	8:18	doplňování dokumentace								
<b>0:42</b>	8:18	9:00	přehazování								
<b>0:03</b>	9:00	9:03	výroba 1. kusu a schválení 1.kusu								
<b>0:34</b>	9:03	9:37	výroba	56	71	59	74				
<b>0:01</b>	9:37	9:38	jde si pro bednu s komorami								
<b>1:01</b>	9:38	10:39	výroba								
<b>0:31</b>	10:39	11:10	ergo								
<b>0:15</b>	11:10	11:25	výroba	54	75	75					
<b>1:05</b>	11:25	12:30	přehazování								
<b>0:15</b>	12:30	12:45	výroba - <b>bez pomocníka</b>	50	79	60	54	49	55		
<b>0:05</b>	12:45	12:50	pomáhá vedle - odvádí a chystá paletu								
<b>0:10</b>	12:50	13:00	výroba								
<b>0:10</b>	13:00	13:10	ergo								
<b>0:20</b>	13:10	13:30	výroba								
<b>0:02</b>	13:30	13:32	naváží si nové palety s kusy								
<b>0:07</b>	13:32	13:39	výroba								
<b>0:02</b>	13:39	13:41	oprava								
<b>0:19</b>	13:41	14:00	výroba								
<b>0:02</b>	14:00	14:02	nepracuje								
<b>0:07</b>	14:02	14:09	výroba								
<b>0:02</b>	14:09	14:11	nepracuje								
<b>0:02</b>	14:11	14:13	konzultace ohledně špatných kusů								
<b>0:05</b>	14:13	14:18	výroba								
<b>0:12</b>	14:18	14:30	nepracuje								
<b>průměrný čas / kus</b>				<b>63 sec</b>							
<b>norma / kus</b>				<b>68 sec</b>							
<b>norma / směna</b>				<b>369 ks</b>							

## 5 NÁVRH OPTIMALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU

Společnost Visteon-Autopal plánuje rozšíření podniku spojené s výstavbou nové výrobní haly a instalací nové linky na výrobu cca 1,2 milionu chladičů pro připravovanou novou platformu vozů řady A4, A6 a A8.

Při návrhu optimalizace nové linky se budu snažit postupně řešit problémy nastíněné v předešlé kapitole.

### 5.1 Velké množství typů výrobků

Z důvodu maximální úspory materiálových nákladů oddělení vývoje a konstrukce muselo opustit původní koncept unifikace dílů a výrobků a navrhnout výrobky „ušité na míru“, tj. maximální výkon při minimálních materiálových nákladech. Přestože toto konstrukční řešení není z hlediska organizace a řízení výroby optimální, vzhledem k faktu, že materiálové náklady tvoří v průměru 75% celkových nákladů, to lze označit za správné.

### 5.2 Zásoba rozpracované výroby

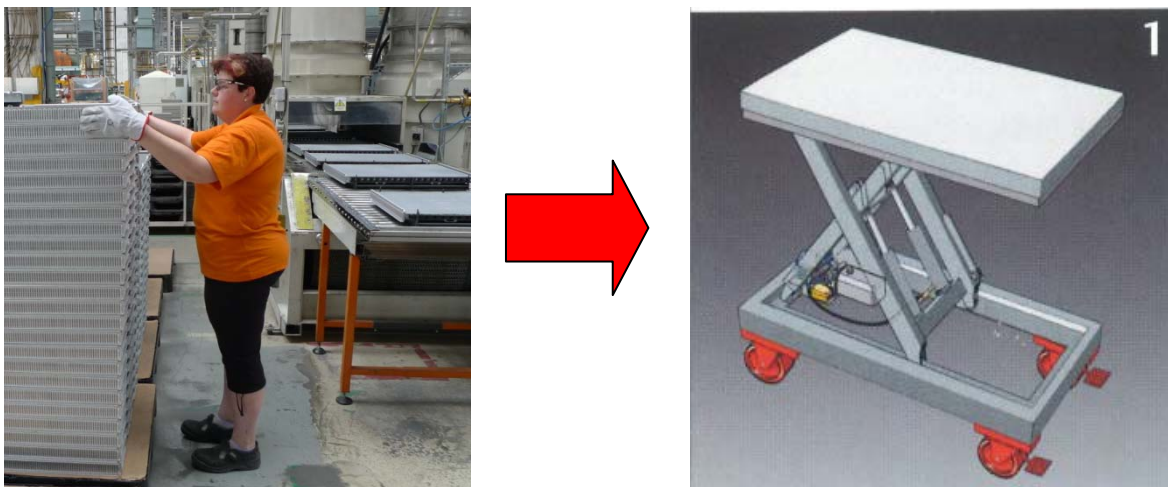
Z důvodu správné funkce zařízení na test těsnosti chladičů, který pracuje na principu přesného měření poklesu tlaku, je nutné, aby teplota výrobku a jeho dílů byla rovna teplotě okolí. To je důvodem, proč jsou vložky chladičů před finální montáží dochlazovány a tvoří tak zásobu rozpracované výroby. Tento problém by bylo možné vyřešit zvýšením výkonu chladicí zóny, která je součástí chladicí linky. Možné technické řešení je použít výkonnější ventilátory a zvětšit průměr přívodního potrubí. Toto opatření bude realizováno již při nákupu nové pájecí pece a představuje navýšení investice o 8 tisíc Euro. Výsledkem pak bude snížení průběžné doby výroby 0,5 dne a úspora asi 50m<sup>2</sup> skladovací plochy.



Obrázek 26: Zásoba vložek po operaci pájení [21]

### 5.3 Ergonomické problémy

Pracovník na výstupu pájecí linky, odebírá vložky z pásu, sejme pájecí přípravek a ukládá na palety. Z ergonomického hlediska jsou zde nevyhovující výšky manipulačních rovin, kdy dochází ke zvýšené zátěži zad a paží. Řešením by bylo pořízení nůžkových plošin, jichž výška se automaticky mění podle množství uložených výrobků. Dalším řešením by mohl být dopravník vybavený akumulacním zařízením, který přesune výrobky přímo k následující operaci finální montáže.



Obrázek 27: Nevhodná ergonomie při ukládání vložek a návrh řešení [21]

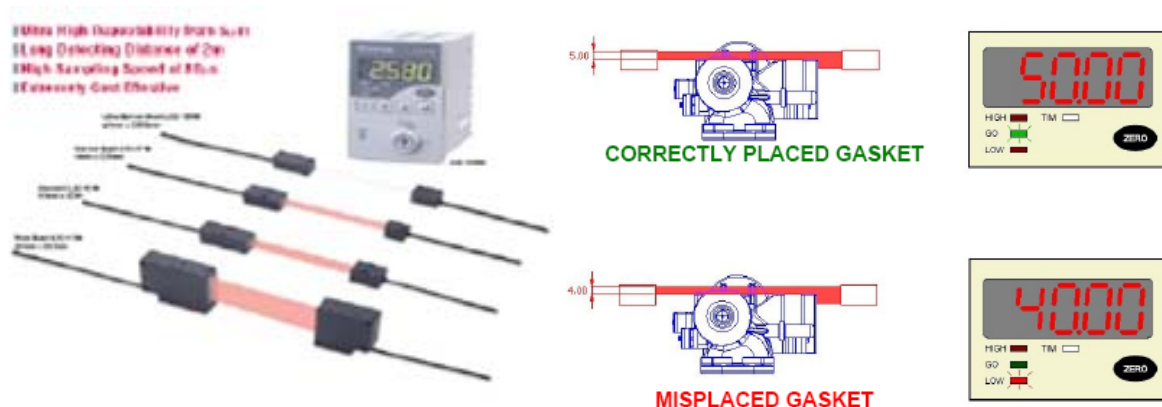
### 5.4 Výrobní náklady a kvalita produkce

Jak již bylo zmíněno, relativně velký podíl ruční práce má vliv jak na výrobní náklady, tak i na výslednou kvalitu produkce. Nejkritičtější operací je z tohoto pohledu operace lemování, kdy pracovník zakládá pryžové těsnění a plastovou komoru a následně pak proběhne strojní operace zalemování. Zde dochází k následujícím problémům:

- Nákladovost
- Mechanické poškození při manipulaci
- Nesprávné založení těsnění
- Nesprávně založená plastová komora

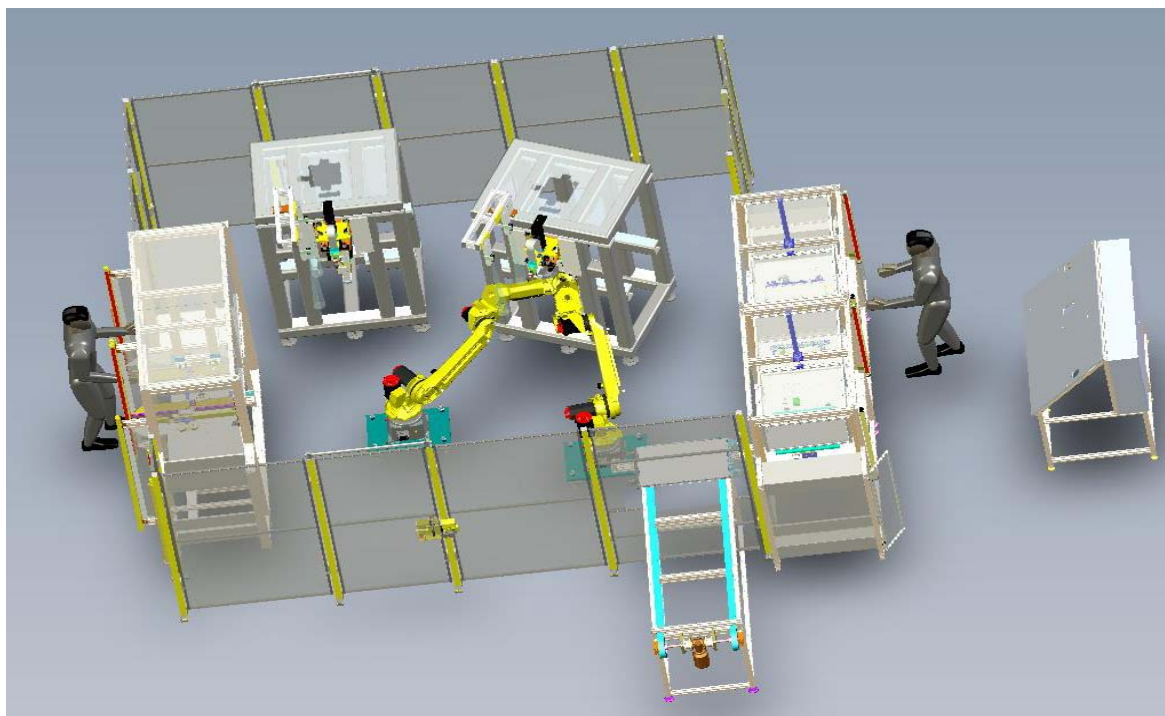
Následující návrh řeší současně všechny čtyři popsané jevy a je jím zcela nový inovační koncept robotizovaného pracoviště, které je možné vybavit jak **systemem rychlé výměny**

nástrojů - princip SMED s použitím robotů, tak i **mechanickými a elektronickými prvky zabraňujícími nesprávnému sestavení výrobku – Poka-Yoke**. Předpokládaný účinek tohoto opatření je snížení zmetkovitosti o 0,5%, což při objemu výroby 1,2 milionů kusů za rok činí 62500 Euro.



Obrázek 28: Optická kontrola polohy komory Poka-Yoke [22]

Koncepce linky principiálně spočívá v nahrazení stávajících dvou pracovníků dvěma průmyslovými roboty, přičemž jeden pracovník by pouze doplňoval díly do základacích pozic a druhý odebíral hotové výrobky, prováděl finální kontrolu a balení.



Obrázek 29: Návrh robotizované lemovací a testovací linky [21]

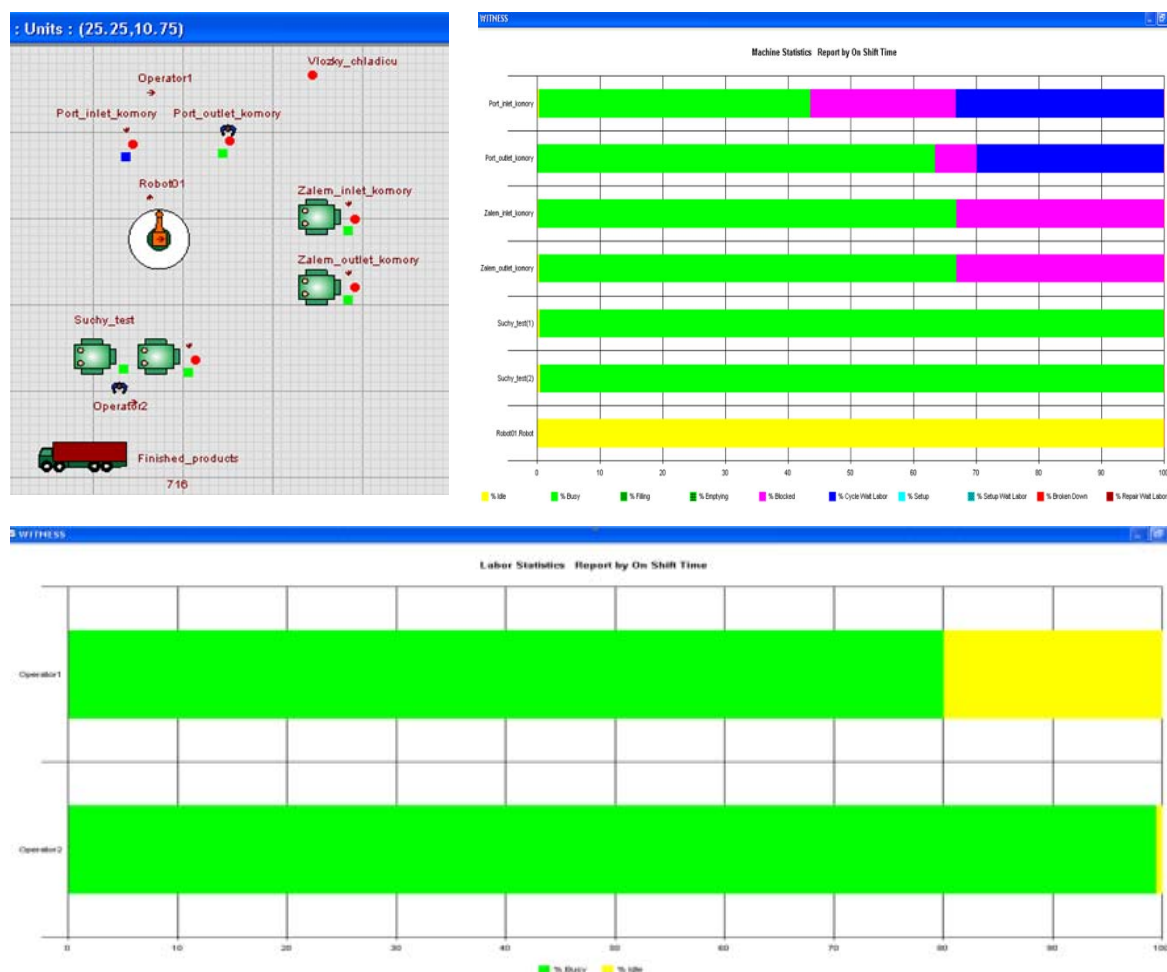


Takt linky je v porovnání s konvenční linkou dvojnásobný, což znamená snížení času výroby chladiče o 1,2 minuty. V peněžním vyjádření pak hovoříme o roční úspoře ve výši 104 tisíc Euro na jednu linku. Za předpokladu, že linky budou celkem tři, **celková roční úspora by činila 312 tisíc Euro.**

### Počítačová simulace pomocí programu Witness

Změny technologických či organizačních procesů přináší jisté riziko. Program WITNESS pomáhá toto riziko omezit tím, že umožňuje modelovat pracovní prostředí a simulovat důsledky různých rozhodnutí. Výsledkem je pak větší míra důvěry, že navržené řešení je pro organizaci to správné a to ještě předtím, než je přistoupeno k jeho realizaci.

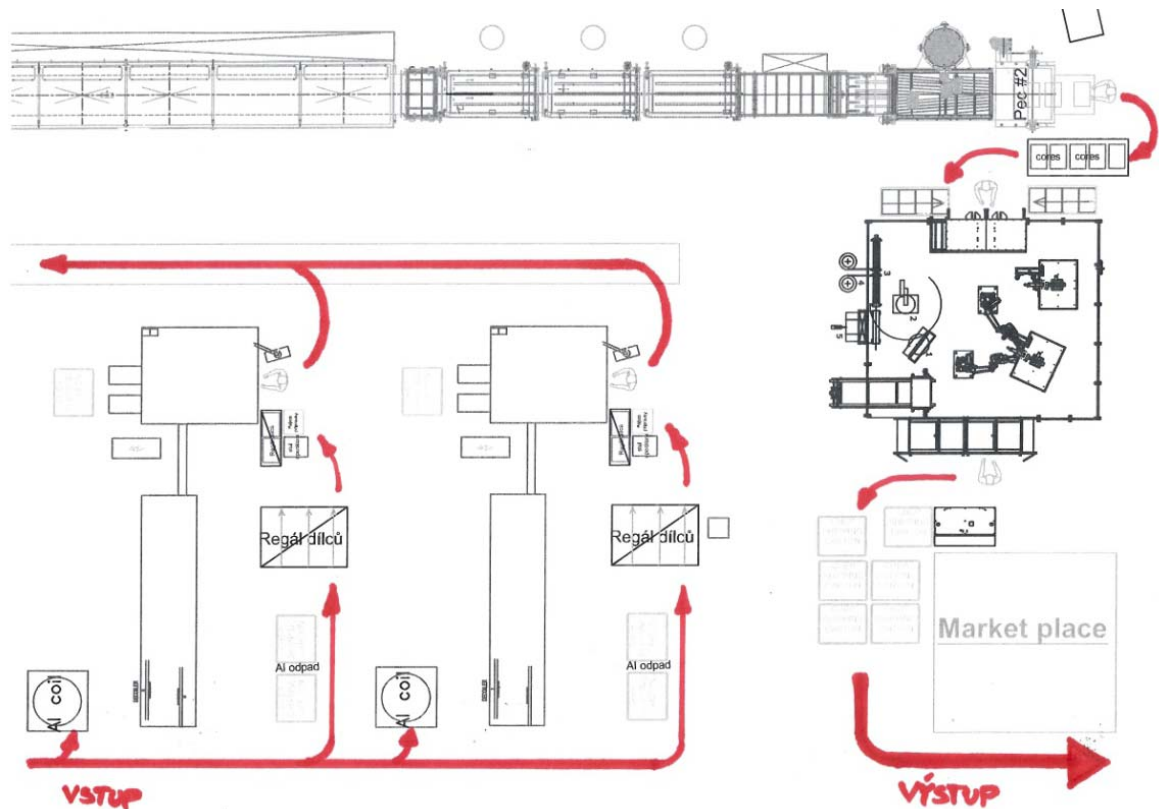
Provedená simulace prokázala životaschopnost tohoto konceptu s tím, že dosažitelný takt zařízení je 24 sekund.



Obrázek 30: Witness simulace [21]

### 5.5 Návrh nového prostorového uspořádání výrobního procesu

Jak již bylo zmíněno výše, automatizace skládání vložky chladiče by z technického hlediska byla velmi náročná a s tím související investice by nebyla rentabilní. Proto tedy tato část procesu zůstává nezměněna. Vložky chladičů, které jsou souběžně vyráběny na dvou konvenčních poloautomatických linkách, jsou spájeny v CAB peci se zvýšeným chladícím výkonem a následně bez nutnosti dalšího skladování sestaveny ve finální výrobek a otestovány na těsnost. Následuje pak balení do vratné plastové palety a odvoz do expedice. Zboží je odesíláno k zákazníkovi denně. Kromě uvedených finančních a kvalitativních přínosů je dalším efektem i výrazná úspora výrobní a skladovací plochy oproti původnímu uspořádání, která činí přibližně 60m<sup>2</sup>.



Obrázek 31: Návrh nového uspořádání výrobního procesu [22]

## 6 SOUHRN A EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

Tabulka 7: Souhrn navržených opatření a ekonomické zhodnocení [22]

Optimalizační návrh	Ekonomický přínos za rok [EUR]	Investice [EUR]	Další efekty	Návratnost investice [roky]
Převedení lisování dílů do podniku	66.000	62.000		0,94
Zvýšení výkonu chlazení u pájecí pece		8.000	Snížení průběžné doby výroby a úspora skladovacích prostor	
Instalace nůžkových plošin nebo dopravníku		12.000	Odstranění nadměrné pracovní zátěže	
Pořízení robotizované montážní a testovací linky	312.000	356.000*	Zvýšení kvality produkce. Snížení zmetkovitosti a počtu reklamací. Úspora skladovacích prostor	1,14
Zavedení Poka-Yoke	62.500	16.000	Snížení počtu reklamací	0,26
<b>Celkem</b>	<b>440.500</b>	<b>446.800</b>		<b>1,01</b>

\*rozdíl ceny robotizované linky a konvenční linky.

Ze souhrnu je patrné, že celková investice 446 800 Euro přinese roční úsporu nákladů ve výši 440 500 Euro při velmi dobré návratnosti, která činí cca jeden rok. Vedle ekonomického přínosu je zde i celá řada sekundárních přínosů jako například zlepšení ergonomie, zvýšení kvality produkce, úspora skladovacích prostor a snížení počtu reklamací od zákazníka.



## ZÁVĚR

Průmyslové podniky současnosti jsou vystaveny tvrdému konkurenčnímu boji. Toto bez výjimky platí i pro podnik Visteon-Autopal, s.r.o., který na evropském trhu čelí konkurenci velkých silných společností, jako jsou Behr, Valeo a Denso. Konkurenceschopný podnik se musí úspěšně vypořádat se současným trendem individualizace produktu, s trendem zkracování doby jeho životního cyklu, zvyšování požadavků na kvalitu a rychlost dodávek a to vše při obtížně předvídatelné poptávce zákazníků. Cestou k úspěchu je flexibilní výrobní systém umožňující vyrábět celé spektrum různých výrobků v libovolném pořadí a množství. Flexibilita společně s eliminací všech druhů plýtvání jsou pak základem štíhlého podniku.

Z těchto principů jsem vycházel i při zpracování této bakalářské práce, jejímž cílem bylo navrhnout nový optimalizovaný proces výroby automobilových chladičů.

V úvodu práce jsou popsány teoretická východiska pro řešení daného problému. Následuje pak analýza nákladové struktury vybraného výrobku. S použitím metody VSM a časových studií byla provedena analýza stávajícího výrobního procesu, ze které vyplynula potřeba optimalizovat především finální montáž a test těsnosti výrobku. Vzhledem k tomu, že základní principy štíhlé výroby byly v minulosti na konvenční výrobní zařízení již implementovány, navrhovaným řešením je inovační robotizovaná linka, vybavená prvky rychlé výměny nástrojů (SMED) a předcházení vadám (Poka-Yoke). Životaschopnost tohoto řešení pak byla ověřena simulací pomocí programu Witness. Kromě výrazné úspory mzdových nákladů by navrhované řešení mělo přinést i úspory ve formě snížení zmetkovitosti a úsporu cca 60m<sup>2</sup> výrobní plochy. V závěru práce je pak provedeno ekonomické vyhodnocení navržených řešení a zjednodušeným způsobem propočítána návratnost souvisejících investic.

Navržená zlepšení se stala součástí dnes již běžícího projektu realizace nové výrobní linky chladičů Audi, na kterém se podílím jako člen projektového týmu a který je v současné době ve fázi výběru dodavatelů výrobních zařízení. Pokud se tento koncept v praxi osvědčí, lze předpokládat, že se stane budoucím standardizovaným výrobním procesem.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

Monografie:

- [1] BOBÁK, Roman. Výrobní systémy. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2001, 170 s. ISBN 80-731- 8015-4.
- [2] ČERNÝ, Jaromír a Zbyněk FROLÍK. *Úvod do studia metod průmyslového inženýrství a systémů služeb*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2004, 96 s. ISBN 80-731-8227-0.
- [3] ČUJAN, Zdeněk a Zdeněk MÁLEK. *Výrobní a obchodní logistika*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 200 s. ISBN 978-80-7318-730-9.
- [4] IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2004, 272 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 80-251-0461-3.
- [5] KERŤKOVSKÝ, Miloslav a Ivan MAŠÍN. *Moderní přístupy k řízení výroby: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009, xiii, 137 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [6] KRČOVÁ, Soňa. *Náklady a kalkulace*. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola podnikání, 2007, 85 s. ISBN 978-80-86764-69-6
- [7] LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [8] KONEČNÝ, Jiří. *Podniková ekonomika*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 134 s. ISBN 978-80-7318-771-2.
- [9] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.
- [10] KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR. *Jako zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: IPA Slovakia, 2001. ISBN 80-968583-1-9.
- [11] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.

- [11] MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003, 80 s. ISBN 80-902-2359-1.
- [12] SHINGO, Shigeo. *Fundamental principles of lean manufacturing*. Vyd. 1. Bellingham, Wash: Enna Products Corp, 2009, 134 s. ISBN 19-265-3707-6.
- [13] VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999, 193 s. ISBN 80-902-2353-2.
- [14] VYTLAČIL, Milan. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997, 276 s. ISBN 80-902-2351-6.
- [17] VYTLAČIL, Milan. *Týmová společnost: Podnik v globálním prostředí*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1998, 407 s. ISBN 80-902-2352-4.

#### Internetové zdroje:

- [18] API - Akademie produktivity a inovací s.r.o., [online], [cit.2013–10-3]. Dostupný z: WWW:<<http://e-api.cz/page/70661.elektronicka-verze-casopisu/>>
- [19] API - Akademie produktivity a inovací s.r.o., [online], [cit.2013–10-3]. Dostupný z: WWW:< <http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba/>>
- [20] Racionalizace výroby, [online], [cit.2013–12-3]. Dostupný z: WWW:<<http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>>

#### Ostatní zdroje:

- [21] Interní materiály podniku Visteon-Autopal, s.r.o.
- [22] Vlastní zpracování

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

FIFO	First In First Out - systém skladování a vyskladňování „první dovnitř, první ven“
JIT	Just In Time - logistická technologie „právě včas“
OEE	Overall Equipment Efficiency - celková efektivita zařízení
SBU	Strategic Business Unit - strategická obchodní jednotka
SMED	Single Minute Exchange of Die - výměna nástroje pod 10minut
THP	Technicko-hospodářský pracovník
TPM	Total Productive Maintenance - autonomní údržba
TPV	Technická příprava výroby
VAI	Value Add Index – index přidané hodnoty
VSM	Value Stream Mapping – mapování hodnotového toku

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek 1: Příklad výrobního procesu [22]</i> .....	10
<i>Obrázek 2: Grafické znázornění ceny výrobku a souvisejících nákladů [upraveno 6]</i> .....	14
<i>Obrázek 3: Princip štíhlého podniku [upraveno 9]</i> .....	16
<i>Obrázek 4: Princip štíhlé výroby [upraveno 9]</i> .....	16
<i>Obrázek 5: Vztah plýtvání a produktivity [upraveno 11]</i> .....	17
<i>Obrázek 6: Principy metodiky 5S [20]</i> .....	18
<i>Obrázek 7: Ukázka části VSM mapy [19]</i> .....	20
<i>Obrázek 8: Příklad procesní analýzy [18]</i> .....	21
<i>Obrázek 9: Ukázka chronometráže [18]</i> .....	22
<i>Obrázek 10: Ukázka pozorovacího listu snímku pracovního dne [18]</i> .....	23
<i>Obrázek 11: Historie společnosti Visteon-Autopal, s.r.o. [21]</i> .....	27
<i>Obrázek 12: Působení společnosti Viston Corp. [21]</i> .....	27
<i>Obrázek 13: Organizační struktura podniku Visteon-Autopal, s.r.o. [21], [22]</i> .....	28
<i>Obrázek 14: Ukázka výrobků podniku Visteon-Autopal, s.r.o. [21]</i> .....	29
<i>Obrázek 15: Zákazníci společnosti Visteon-Autopal, s.r.o. [21]</i> .....	30
<i>Obrázek 16: Explosivní nákres chladiče [21]</i> .....	31
<i>Obrázek 17: Tokový diagram procesu výroby chladičů [21]</i> .....	32
<i>Obrázek 18: Výstředníkový lis 200t [21]</i> .....	33
<i>Obrázek 19: Linka na výrobu trubek [21]</i> .....	33
<i>Obrázek 20: Poloautomatický skládací stroj [21]</i> .....	34
<i>Obrázek 21: Pec CAB [21]</i> .....	35
<i>Obrázek 22: Uspořádání lemovací a testovací linky [21]</i> .....	36
<i>Obrázek 23: Současné uspořádání výrobního procesu [22]</i> .....	36
<i>Obrázek 24: Část VSM mapy [22]</i> .....	38
<i>Obrázek 25: Balanční diagram operací skládání, lemování a test těsnosti [21]</i> .....	41
<i>Obrázek 26: Zásoba vložek po operaci pájení [21]</i> .....	43
<i>Obrázek 27: Nevhodná ergonomie při ukládání vložek a návrh řešení [21]</i> .....	44
<i>Obrázek 28: Optická kontrola polohy komory Poka-Yoke [22]</i> .....	45
<i>Obrázek 29: Návrh robotizované lemovací a testovací linky [21]</i> .....	45
<i>Obrázek 30: Witness simulace [21]</i> .....	46
<i>Obrázek 31: Návrh nového uspořádání výrobního procesu [22]</i> .....	47

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1: Srovnání typů klasicky organizovaných výroby [1] .....</i>	11
<i>Tabulka 2: Srovnání typických znaků KAIZEN a inovace [4] .....</i>	24
<i>Tabulka 3: Snímek operace skládání vložky [21] .....</i>	39
<i>Tabulka 4: Snímek operace lemování chladiče [21].....</i>	40
<i>Tabulka 5: Snímek operace test těsnosti a balení [21] .....</i>	40
<i>Tabulka 6: Snímek pracovního dne operátora na pracovišti lemování [21] .....</i>	42
<i>Tabulka 7: Souhrn navržených opatření a ekonomické zhodnocení [22].....</i>	48

**SEZNAM GRAFŮ**

<i>Graf 4: Podíl výrobních skupin na tržbách [21].....</i>	<i>29</i>
<i>Graf 5: Procentuální podíl zákazníků na tržbách v roce 2009 [21].....</i>	<i>30</i>
<i>Graf 6: Nákladová struktura chladiče [22].....</i>	<i>37</i>