

Projekt optimalizace materiálového toku na středisku Evaporátor ve společnosti Denso Manufacturing Czech, s. r. o.

Bc. Jakub Brablík

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

nascannované zadání s. 1

nascannované zadání s. 2

*** naskenované Prohlášení str. 1***

*** naskenované Prohlášení str. 2***

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je vytvoření projektu optimalizace materiálového toku na středisku Evaporátor ve společnosti Denso Manufacturing Czech, s. r. o. Diplomová práce se dělí na tři části: teoretickou, analytickou a projektovou. Teoretická část popisuje obor průmyslové inženýrství, jeho metody, nástroje a cíle. V analytické části je krátce představena společnost, dále je popsán výrobek a postup výroby, zásoby v procesu a nakonec je sestavena VSM. Na základě získaných údajů je vytvořen projekt, který je podroben nákladové, časové a rizikové analýze.

Klíčová slova: tok materiálu, VSM, přidaná hodnota, zásoby.

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to create a optimization project of material flow on process Evaporátor in Denso Manufacturing Czech, s. r. o. Diploma thesis consists of three parts: theoretical, analytical and project part. Theoretical part describes industrial engineering, its methods, tools and goals. Analytical part contains brief presentation of company, description of products and way of production, inventory and finally VSM. Based on the knowledge is prepared project with cost, time and risk analysis.

Keywords: material flow, VSM, value added, inventory.

Chtěl bych poděkovat své rodině za to, že jsou v mém životě vždy pevným bodem.

Dále bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Michalovi Pivníčkovi za vedené mé práce.

„Dělte se o svou zkušenost, je to cesta jak dosáhnout nesmrtelnosti.“

Dalajláma

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

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
2 PRODUKTIVITA	14
2.1 RŮST PRODUKTIVITY	15
3 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	16
3.1 MUDA.....	16
3.1.1 Kaizen	17
3.1.2 Reengineering	18
3.1.3 PDCA	19
3.1.4 Six Sigma	20
3.2 KANBAN.....	21
3.3 JUST IN TIME	22
3.4 ŠTÍHLÝ MATERIÁLOVÝ TOK.....	23
4 USPOŘÁDÁNÍ VÝROBNÍHO PROCESU	24
4.1 USPOŘÁDÁNÍ VÝROBNÍHO PROCESU	24
4.1.1 Technologické uspořádání	24
4.1.2 Předmětné-výrobní uspořádání.....	25
4.1.3 Pružné výrobní buňky	25
4.2 FORMY ORGANIZACE VÝROBNÍHO PROCESU	26
4.2.1 Proudová výroba	26
4.2.2 Skupinová výroba.....	27
4.2.3 Fázová výroba	28
4.3 STANDARDIZACE.....	28
4.4 VÝROBA ONE-PIECE-FLOW.....	29
4.5 METODA 5S.....	29
5 ZÁSObY.....	31
5.1 PŘEPRAVNÍ PROSTŘEDKY	31
5.1.1 Ukládací bedny.....	31
5.1.2 Palety.....	31
6 ANALÝZA VÝROBY	32
6.1 VSM	32
6.2 SIMULAČNÍ SOFTWARE	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
7 PŘEDSTAVENÍ KORPORACE	35
7.1 FILOSOFIE.....	35
7.2 MISE.....	35
7.3 VIZE	35
7.4 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO	36
8 DENSO MANUFACTURING CZECH, S. R. O.	37

8.1	HISTORIE DMCZ.....	38
8.2	ZÁKLADNÍ UKAZATELE	38
8.3	PORTFOLIO ZÁKAZNÍKŮ.....	38
8.4	SWOT ANALÝZA	39
9	KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA.....	40
9.1	PRINCIP FUNGOVÁNÍ CHLADÍČÍHO OKRUHU.....	41
10	DODAVATELÉ A ZÁKAZNÍCI STŘEDISKA EVAPORÁTOR	44
10.1	PRESS	44
10.2	HVAC.....	44
11	STŘEDISKO EVAPORÁTOR	45
11.1	VÝROBEK.....	45
11.2	KUSOVNÍK.....	46
11.3	POPIS KOMPONENT	46
12	PROCES VÝROBY VÝPARNÍKU	50
12.1	MONTÁŽ JADER	50
12.1.1	Podmontáže	51
12.2	FINISHING.....	51
12.2.1	Pájení v peci	51
12.2.2	Pájení trubek.....	51
12.2.3	Heliové testy.....	51
12.2.4	Povrchová úprava.....	52
12.2.5	Inner leak.....	53
12.2.6	Finální úpravy	53
12.3	GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ POSTUPU VÝROBY	53
12.3.1	Vývojový diagram.....	53
12.4	PROCESS FLOW	55
13	PLÁNOVÁNÍ VÝROBY	58
14	ZÁSoby.....	60
14.1	TRANSPORT MATERIÁLU	60
14.1.1	AGV	61
14.1.2	Off-line pracovník.....	61
14.1.3	Zavažeč - logistika	62
14.1.4	Seřizovač	62
14.1.5	Dopravníky.....	62
14.2	LOKACE ZÁSOb	62
14.2.1	Press	62
14.2.2	Montáž jader.....	63
15	VSM.....	67
15.1.1	VA index	67
16	PROJEKTOVÁ ČÁST.....	68

16.1	HLAVNÍ PROBLÉMY:	68
16.2	CÍLE PROJEKTU	68
16.3	DÍLČÍ CÍLE	68
16.4	OMEZENÍ PROJEKTU	68
16.5	VSD	69
16.5.1	VA index	69
16.6	NÁVRHY NA ŘEŠENÍ:	69
16.6.1	Optimalizace toku výroby	69
16.6.2	Dopravníky z CA linek	71
16.6.3	Modifikace vozíků	72
16.6.4	Andony údržby	75
16.6.5	Eliminace čekání AGV	76
16.6.6	Ball-kanban	77
16.7	ČASOVÝ PLÁN	78
16.8	NÁKLADOVÁ ANALÝZA	79
16.9	RIZIKOVÁ ANALÝZA	80
ZÁVĚR		81
KLUWER ČESKÁ REPUBLIKA, 263 S. ISBN 978-80-7357-958-6.\SEZNAM		
POUŽITÉ LITERATURY		82
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		85
SEZNAM OBRÁZKŮ		86
SEZNAM TABULEK		87
SEZNAM GRAFŮ		88
SEZNAM PŘÍLOH		89

ÚVOD

Společnost Denso Corporation patří mezi největší světové dodavatele automobilového průmyslu. Toto odvětví průmyslu s sebou nese nemalá rizika. Jedno z nich je riziko kvalitativní. Dodání nekvalitního výrobku automobilce, může vyvolat obrovské náklady. Zejména pokud se prokáže, že byla vadná celá série a je nutné stáhnout všechny vozy obsahující takový díl. Toto riziko ovšem může dodavatel ovlivnit a eliminovat.

Další riziko je však způsobované celým finančním trhem. Není to tak dávno, co jsme byli svědky finanční krize, která se dotkla velkou měrou automobilového průmyslu. Lidé si zkrátka ve stísněné době přehodnocují priority a koupě nového vozu mezi ně nezapadá.

Proto, jako dvousečná zbraň, může působit vázanost České republiky právě na toto odvětví. V době růstu tato závislost nese své ovoce, ovšem v době krize může spustit vlnu nezaměstnanosti.

Každopádně je dobře, že investoři mají zájem investovat v naší zemi, stavět zde závody, zaměstnávat lidi a v neposlední řadě dovážet své know-how.

V dnešní době není pro přední automobilové společnosti žádnou konkurenční výhodou vlastnit obrovského množství finančního kapitálu. Finančním kapitálem disponují všichni výrobci, kteří se drží na špici. Momentálně rozhodují úplně jiné faktory, jako jsou flexibilita, přizpůsobení se požadavkům zákazníka, spolupráce se zákazníky, neustálé zvyšování produktivity.

Proto se v mé práci zaměřím na optimalizaci výrobního toku výparníků dodávaných do klimatizačních jednotek.

Práce je rozdělena na tři tematické celky. Prvním z nich je teoretická část, kde jsou popsány metody a nástroje využívané průmyslovými inženýry.

Druhá část obsahuje analytický rozbor situace. V tento okamžik bych chtěl upozornit na to, že veškerá čísla vedoucí ke zjištění nákladů na výrobek jsou upravena určitým koeficientem.

Na tuto část navazuje projektová část, kde jsou navržena řešení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Kdo je to průmyslový inženýr? Odpovědí může být na tuto otázku mnoho. Průmyslové inženýrství na rozdíl od dalších inženýrských disciplín nemá vyhranou oblast. Jedním z nejvíce zřetelných aspektů průmyslového inženýrství je flexibilita nabídky dovedností.

- kalkulace produktivity
- kalkulace přidané hodnoty
- kalkulace investic
- metody měření práce
- studium měření práce
- ergonomie
- projektové řízení
- mezioborová spolupráce
- neustálé zlepšování
- systémový přístup
- odstraňování plýtvání

Všechny tyto dovednosti průmyslového inženýra mají společný cíl:

ÚSPORA NÁKLADŮ + ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY

Firmy přijímají manažerskou filozofii neustálého zvyšování produktivity a kvality jako jedinou možnou strategii přežití ve světě neustále se zvyšující konkurence.

2 PRODUKTIVITA

Klíčovým faktorem, který odlišuje úspěšné podniky od těch neúspěšných, je produktivita. Vyšší produktivita je cílem a smyslem snažení všech podniků, které mají ambice hrát na trhu důležitou roli a hlavně přežít v turbulentně měnícím se prostředí.

V průmyslu je zřetelný trend **rozšiřování portfolia** výrobků a zvětšování objemu zejména nízkoobrátkových výrobků. Proto se podniky musí snažit o maximální možnou pružnost a schopnost vyrábět ekonomicky a efektivně i s minimálními výrobními dávkami o velkém počtu druhů výrobků.

Zásoby hrají důležitou roli, jelikož v sobě vážou peněžní prostředky, které v případě špatného zacházení mohou ležet bezprizorně na skladu i několik dní, týdnů. Naopak jejich správným řízením je možné docílit minimální doby obratu.

ISO normy dnes dávají zákazníkům záruku, že daný dodavatel je na určité úrovni. Normy ISO řady 9000 jsou založeny na 8 obecných zásadách platných pro jakýkoliv typ a obor organizace. Nastavení podmínek v podniku pro získání a následně dodržování těchto zásad dává základní předpoklad pro podnikatelskou úspěšnost. (Briš, 2010, s. 27)

Podniky se musí snažit dokonale uspokojit své zákazníky. A není větší přání zákazníka než, za odpovídající cenu získat odpovídající **kvalitu** výrobku. V dnešním světě, kdy se zvyšují nároky spotřebitelů, zvyšuje se konkurence dodavatelů, si podniky nemohou dovolit ztrácet zákazníky a svou pověst tím, že dodají svému zákazníkovi nekvalitní výrobky. Každý podnik si musí určit své priority. Ovšem cílem by mělo být dosahovat kvality výrobků blížících se 100%.

Při strategické, finančně náročné investice do strojního zařízení je důležité plně **vytížit kapacitu** tohoto zařízení a zajistit co nejrychlejší návratnost investice vložené nákladného zařízení. Tuček, Bobák (2006, s. 54)

S produktivitou přímo souvisí procesní řízení, jelikož chápe podnikový proces jako objektivně přirozenou posloupnost činností, konaných s úmyslem dosažení daného cíle v objektivně daných podmínkách. Zásadní veličinou je v tomto případě čas. Ať už se jedná o celkový čas nebo jednotlivou posloupnost činností. (Řepa, 2012, s. 15)

2.1 Růst produktivity

Důležitým krokem pro udržení a růst produktivity je nikdy nekončící proces zlepšování. Jen to je jediný způsob jak udržet krok s konkurencí.

Přestože je průmyslové inženýrství na vzestupu, nemůžeme o něm říct, že by se jednalo o mladý obor. Výrobní podniky jsou v dnešní době již průmyslovým inženýrstvím poznamenané, a to jak v dobrém, tak špatném světle. Proto je pro průmyslové inženýry důležité, poznat a pochopit, jaké změny byly v minulosti prováděny a jak na ně reagovalo pracovní prostředí. Pochopitelně, že i přestože nereagovalo nejlépe, nemůže to průmyslového inženýra odradit, protože právě člověk na této pozici je nositelem změn. Jen je nutné najít tu správnou cestu, jak implementovat změny a těmito změnami získat zaměstnance na svou stranu. V nejlepším případě, přesvědčit svým jednáním zaměstnance, aby začali taktéž u práce přemýšlet a stali se iniciátory změn.

Beitinger (2012, s. 37-40) uvádí následující body, jak úspěšně aplikovat změny:

1. zhodnotit pracovní prostředí a spokojenost
2. motivovat spoluúčastí
3. nabídnout odpovědnost vedení akce
4. vybudovat nové vzory chování
5. trvat na metodách a nástrojích štíhlé výroby

3 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Jak vytvořit štíhlou výrobu? Existuje obrovské množství různých metod a postupů, které se své vyznavače snaží dovést k cíli: výroby bez plýtvání. Vybrané metody budou představeny i v této práci. Ale ještě předtím, než začneme studovat veškeré metody a nástroje, které vedou k odstraňování plýtvání, je důležité zaměřit se a skutečně se soustředit na problém. (Beitneger, 2012, s. 37)

Pojmy skloňované ve spojitosti se štíhlou výrobou:

1. Value: determinuje to, za co je zákazník ochoten zaplatit.
2. Value Stream: mapování a identifikování všech specifických akcí nezbytných k eliminování aktivit nepřidávajících hodnotu.
3. Flow: eliminace všech zastavení způsobující přerušování plynulého toku.
4. Streamline: schopnost usměrnit produkty a procesy, tak aby se produkt dostal co nejrychleji k zákazníkovi.
5. Perfection: schopnost obhájit si vykonávání činností vedoucích k neustálému zlepšování.

(Todd, 1998, s. 36)

3.1 MUDA

Štíhlý podnik má svůj protějšek ve výrazu MUDA. Slovo muda v japonštině značí pojem jako plýtvání, ztráta, nesprávnost, zkrátka to, co se neslučuje s cestou za štíhlým podnikem. Darlington (1999, s. 26-30) popisuje mudu jako veškeré lidské aktivity, které spotřebovávají zdroje, ale netvoří žádnou hodnotu. Ve výrobním procesu můžeme nalézt 7 základních druhů plýtvání (nutno podotknout mimo těch nespočetně dalších).

1. Čekání – např. na materiál, na informace apod.
2. Zásoby materiálu – prodlužují dobu transportu, jsou v nich vázané peněžní prostředky, zabírají místo ve výrobě, ztěžují manipulaci. Navíc zakrývají další problémy.
3. Transport výrobků a materiálu – transport představuje náklady a navíc kvalitativní riziko.
4. Neshodné kusy – vyvolávají dodatečné náklady na opravy, zdržení výroby, náklady na materiál.

5. Chyby ve výrobě – nevhodně navržený výrobní postup, layout, tok výroby, výrobní postup.
6. Zbytečné pohyby – spojené s chybami ve výrobě, způsobují únavu, což může vést k úrazům, nemocem z povolání a nekvalitě.
7. Nadvýroba – je ta nejnebezpečnější MUDA, jelikož hotové výrobky vážou peněžní prostředky. Navíc se v hotové výrobě může ukrývat nekvalita a náklady na opravy rostou s každým dalším výrobním stupněm. Další náklady je nutné vynaložit na skladování, transport. (McManus, 2004, s. 22; Bauer, 2012, s. 26-28)

Mika (2001, s. 19) uvádí další tři typy plýtvání:

8. Nevyužití lidských schopností.
9. Nevhodné užití výpočetní techniky.
10. Sledování nevhodných ukazatelů – ukazatele, které má smysl sledovat jsou:
 - first-time-through capability
 - dock-to-dock time
 - OEE
 - bulid to schedule
 - V_{Ai}
 - units per labour hour

3.1.1 Kaizen

Kaizen je alfou a omegou japonského managementu. Stál za vzestupem japonského hospodářství a průmyslu. Smyslem kaizenu jsou neustálé malé změny k lepšímu. Pravý japonský kaizen se týká úplně všech – od vrcholového vedení až po operátory na lince. Metodologie kaizen se zakládá na dvou základních pilířích – eliminace mudy (plýtvání) a tvorba standardních operací.

Vedení japonských podniků se neustále a soustředěně snaží zainteresovat zaměstnance k přemýšlení v duchu neustálých změn k lepšímu. Tento systém je nedílnou součástí zavedeného systému řízení a počet podaných kaizenů je považován za jedno z hodnotících kritérií práce mistrů. (Imai, 2004, s. 33)

3.1.2 Reengineering

Reengineering je opačný pohled na zlepšování procesů. K tomuto postupu se více klaní západní společnost. Jedná se, na rozdíl od kaizenu, o radikální změnu. Touto změnou jsou zpravidla narušena paradigmatata smýšlení a nastavuje zcela novou organizaci nebo proces.

Někteří odborníci se shodují na tom, že lpění si na postupném zlepšování a neschopnosti japonských firem zcela přehodnotit pohled a odvážit se k razantní změně, vede k útlumu japonského průmyslu. (Williams, 1994, s. 8)

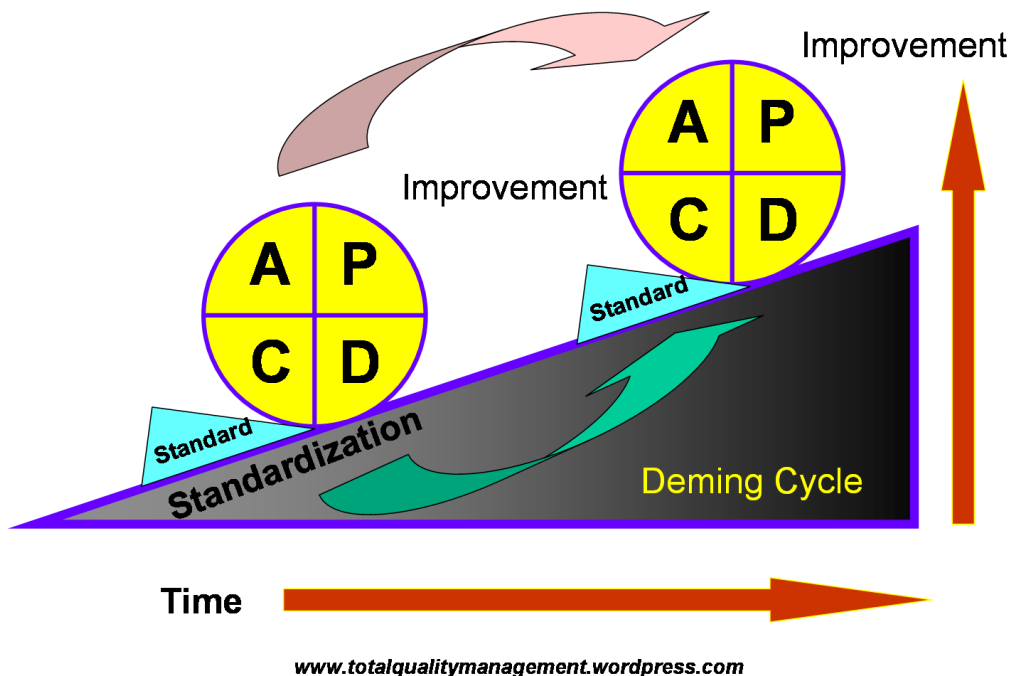
3.1.3 PDCA

Model Plan-Do-Check-Act (PDCA) je metoda pro proces neustálého zlepšování. Skládá se ze 4 kroků:

1. Plan – rozpoznaj příležitosti
2. Do – testuj změny
3. Check – zhodnoť testy, analyzuj výsledky
4. Act – jednej na základě předchozích kroků

Cyklus začíná prostudováním současné situace. Tato část má za úkol nashromáždit potřebná data, která budou použita k formulaci plánu zlepšení. Po dokončení tohoto plánu následuje fáze realizace. Poté je nutné realizaci zkontrolovat, aby bylo zřejmé, zda bylo dosaženo zlepšení. V případě úspěchu, je posledním krokem standardizace použitých metod, která zajistí, aby byly nově zavedené metody i nadále neustále praktikovány a zajišťovaly tak požadovanou kvalitu. (Imai, 2004, s. 75)

Celý proces je uzavřený do kruhové matice, která značí, že jde o nekončící stále se opakující cyklus. Celé schéma je znázorněné následujícím obrázkem:



Obrázek 1: PDCA cyklus (totalqualitymanagement.wordpress.com/2009/02/25/deming-cycle-the-wheel-of-continuous-improvement/)

Z obrázku je patrné co se při procesu PDCA děje. Dokončení všech kroků PDCA posune proces o stupeň výše. Není možné v tomto okamžiku aktivitu ukončit, dokud nebude vytvořen a dodržován standard, který danou změnu zafixuje a ukotví. V případě, že by se tak nestalo, podnikli bychom pouze kroky vedoucí ke zlepšení, proces opustili a nezavedli standard, mohlo by se stát, že by taková změna, mohla být kontraproduktivní. Jelikož v podnicích působí lidé a ti dělají z podniků živé organismy, které mají svůj imunitní systém, který je chrání proti změnám. Čili jedině vytvořením a důsledným dodržováním standardu je možné posunout se o krok výš, a ne o dva zpět. (Benneyan, Chute, 1993, s. 299; Johnoson, 2002, s. 57)

V okamžiku, kdy je cyklus PDCA dokončený, je možné, respektive, nutné pracovat na dalším zlepšování.

3.1.4 Six Sigma

Six Sigma je možné chápat jako manažerský nástroj na nastavení téměř bezchybného procesu. Six Sigma je používána právě pro eliminaci defektů a neefektivnosti v procesu.

Metoda Six Sigma byla představena v 80. letech minulého století ve společnosti Motorola Corporation a okamžitě zaznamenala obrovský úspěch. Její úspěch dále následovaly další společnosti jako AlliedSignal, IBM, General Electric a nespočet dalších.

Jedním z primárních cílů je eliminovat v procesu veškeré činnosti, které nepřidávají zákazníkovi hodnotu. Právě s tímto požadavkem se pojí fráze „hlas zákazníka“. Často se totiž stává to, že se vlastníci procesů domnívají, že dokonale znají požadavky zákazníka. Ve skutečnosti se přání zákazníka a představa vlastníka procesu neshoduje. Proto je prvotním úkolem Six Sigmy stanovit, co je pro zákazníka skutečně důležité. (Pende, Neuman, Cavanagh, 2000, s. 48)

Metodologii využívanou Six Sigmou je tzv. DMAIC. Tento cyklus se skládá z pěti kroků, které Carter (2010, s. 508-10) popisuje:

1. Define

Když byla shledána potřeba zlepšit proces, je nutné, jako další krok, sestavit tým, který bude schopný daný problém řešit.

2. Measure

Dalším krokem je investigace do podrobných detailů. Data pomohou odhalit příčinu problémů. Six Sigma vyžaduje přesné data, jelikož se v závislosti na jejich výsledcích konají veškerá rozhodnutí.

3. Analyze

Po sesbírání dat je možné provést analytickou fázi, ve které je identifikován problém. Tým se poté zabývá trendy a vzory a snaží se rozklíčovat příčinu problému. Důležité je, aby se tým rozhodoval na základě dat, ne individuálních názorů.

4. Improve

Na základě analytické části jsou navržena řešení k odstranění klíčového problému. V této části je třeba kreativity a nových přístupů v myšlení.

5. Control

Poslední fázi představuje kontrola, která ověřuje, zda nedošlo ke znovuobjevení problému.

3.2 Kanban

Je bezzásobová technologie vyvinutá japonskou firmou Toyota Motors. Její využití je možné nalézt především ve strojírenské výrobě a zvláště v automobilovém průmyslu. Systém se osvědčuje především u dílů, které se používají pravidelně, opakovaně. (Myerson, c2012, s. 57)

Slovo „kanban“ pochází z japonštiny a představuje „kartu“ nebo „signál“. Kanbanové karty přenášejí informaci uvnitř a vně podniku. (Klečka, Matějka, 2006, s. 49)

Pull systémy jsou využívány ke kontrole a řízení zásob. Pull systém vychází z aktuální spotřeby namísto předpovědi. Kanban jde proti klasickému MRP, kde probíhá plánování každé výrobní oblasti nezávisle. Navíc u MRP není žádné spojení mezi zákazníkem a aktuální produkcí a podprocesy. (Dolcemascolo, c2006, s. 6)

Dalším znakem pull systému je změna odpovědností z managementu plánování na výrobní operační skupiny.

Principy:

- Tažný princip – „pull princip“ – je tvořen dvojicemi článků (dodavatel, odběratel) vzájemně propojenými do samořídících regulačních okruhů.
- Objednacím množstvím je jedna úplná přepravní jednotka, či její násobek.
- Dodavatel ručí za kvalitu a odběratel má povinnosti vždy objednávku převzít.
- Synchronizované činnosti a vyvážené kapacity dodavatele a odběratele.
- Rovnoměrná spotřeba materiálu.
- Dodavatel ani odběratel nevytváří zásoby. (Sixta, Mečát, 2005, s. 242)

Informační toky

Ve výrobě se nacházejí dva typy karet:

1. pohybové, přesunové, pick-up
2. výrobní, in process

Materiálové toky

1. Odběratel odešle dodavateli pick-up kanban.
2. Dodavatel obdrží pick-up kanban, což je podnět pro zahájení výroby dávky
3. Dodavatel naplní přepravní prostředek správným počtem dílů, označí kanbanem a odesílá odběrateli.
4. Odběratel má povinnost dávku převzít.

3.3 Just in Time

„Právě v čas!“, Just in Time (gramaticky korektně Just on Time) představuje logistickou metodu vzniklou počátkem 80. let v Japonsku a USA. Základním principem je eliminace zásob a výroba pouze nezbytných produktů. (Coimbra, c2013, s 54)

Jedná se o způsob uspokojování poptávky zákazníků po určitém materiálu ve výrobě, nebo hotového výrobku v distribučním řetězci. Důraz je kladen na minimalizaci rozpracované výroby, na přímý materiálový tok, nízké seřizovací časy, vysokou kvalitu a eliminaci všech poruch výrobního procesu. (Svobodová, 2007, s. 120)

Nejprostší definici JIT je: dodání správného materiálu v odpovídající kvalitě ve správném množství ve správnou dobu na správné místo. (Deis, c2014, s. 27)

3.4 Štíhlý materiálový tok

Správný tok vede k následujícím bodům:

1. Nízké zásoby

Dobrý tok výroby značí, že se zásoby kontinuálně přeměňují, postupují v procesu a nejsou mezi jednotlivými procesy skladovací lokace.

2. Lepší kvalita

V dobrém procesním toku, každý operátor (zákazník předchozího procesu) používá k výrobě díl, které byl vyroben na předchozím pracovišti. Pokud je shledán na výrobku kvalitativní problém, operátor okamžitě upozorní svého kolegu z předchozího procesu a je zastavena produkce, dokud nedojde k vyřešení a opravení příčiny problému. Výsledkem je méně oprav a odpadu a neshodných kusů dodaných zákazníkovi.

3. Větší kapacity pro výrobu

Pokud neexistuje v procesu meziprocesní zásoba, není nutné ji skladovat a vyčleňovat pro ni speciální prostor.

4. Snadnější komunikace

Pracoviště jsou situovány blíže k sobě, tudíž operátoři mohou snadněji komunikovat mezi sebou a okamžitě reagovat na neočekávané stavy.

5. Rychlejší reakce na problémy

Kvalitativní problémy jsou odhaleny okamžitě, ne až po dokončení celé výrobní dávky.

6. Rychlejší průtok

Jelikož materiál plynule postupuje z pracoviště na pracoviště, bez meziskladování, je možné vyrobit dané výrobky v kratším čase a odeslat je tak zákazníkovi. Tato schopnost usnadňuje elasticitu v reakci na poptávku zákazníků. (Allen, 2001, s. 6)

4 USPOŘÁDÁNÍ VÝROBNÍHO PROCESU

Výrobní proces je specifikován různými charakteristika. V této kapitole je uvedeno základní rozdělení.

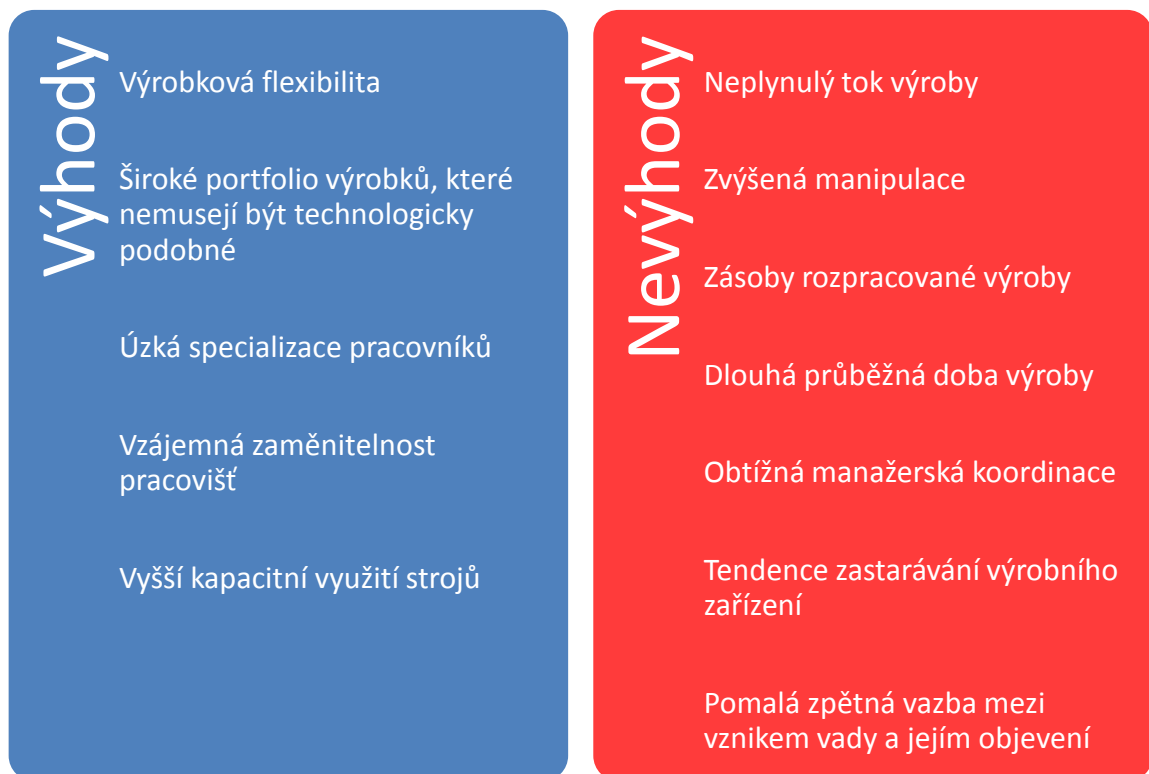
4.1 Uspořádání výrobního procesu

Nezbytnou součástí lean manufacturing je optimální – štíhlé prostorové uspořádání (layout) strojů a dalšího výrobního zařízení. Vhodné koncepční řešení výrobního systému vede k odstranění plýtvání v podobě transportu materiálu, přechodů, rozpracované výroby...

V praxi neexistuje jediná správná šablona dokonalého rozvržení. Vždy je nutné layout přizpůsobit dané konkrétní situaci a být si vědom všech faktorů, které můžou na rozložení působit. Optimální architektura z hlediska kapitálové výnosnosti vzniká často kombinací více architektonických principů, rozdílných pro skupiny produktů i fáze procesů, rozsáhlost portfolia finálních produktů, složitost a frekvence výroby.

4.1.1 Technologické uspořádání

V rámci technologického uspořádání dochází k seskupování technologicky příbuzných pracovišť.



4.1.2 Předmětné-výrobní uspořádání

Předmětné uspořádání odpovídá posloupnosti zpracovatelských operací. Tento způsob rozvržení je vhodný především pro opakované procesy ve velkém rozsahu, které optimálně vytěžují pracoviště.

V předmětném uspořádání je možné vyrábět pouze omezené výrobní rodiny, které mají téměř identické zpracovatelské požadavky. Výrobní zařízení je navrženo tak, aby bylo v co nejrychlejší době, s co nejlepším využitím strojů a pracovníků, s co nejnižšími náklady zpracovat velké objemy výrobků. Jelikož jsou pozice na lince na sobě závislé, je stěžejní veličinou takt linky. Ten je dán technickými možnostmi výrobního zařízení a rozbalancováním činností.



(Klečka, Matějka, 2006, s. 30-31)

4.1.3 Pružné výrobní buňky

Pružné výrobní buňky se snaží kombinovat výhody výše zmíněných systémů za účel výroby mixu malých a středních objemů širšího spektra výrobků linkovým způsobem.

Pružná výrobní buňka je prostorové seskupení funkčně rozdílných strojů, které umožňují zpracovávat technologicky příbuzné produkty, čili výrobní rodiny.

Stroje a výrobní zařízení jsou v buňkách uspořádány tokově – podle převažujícího sledu zpracovatelských operací. Zpracovatelský tok, v případě, že není stanoven jednotný takt pro všechna pracoviště, může v buňce probíhat ve volné časové návaznosti. (Klečka, Matějka, 2006, s. 31)

4.2 Formy organizace výrobního procesu

Výrobu je možné rozlišit dle plynulosti, nepřetržitosti a rytmičnosti na následující formy.

4.2.1 Proudová výroba

Předpokladem proudové výroby je předmětné uspořádání pracovišť. Posloupností pracovišť je zajištěn plynulý tok vhodný pro velké dávky malé variability výrobků. Proudová výroba bývá taktéž nazývána jako: pásová, plynulá či kruhová.



(Tuček, Bobák, 2006, s. 42)

Základním cílem při navrhování a následných úpravách výrobních linek je synchronizace práce, tak aby všechny operace mohly proběhnout rychle a rutinně a v čase odpovídajícím výrobnímu taktu linky.

Výrobní takt – T_v nejčastěji udáván v *min/ks* je časový úsek, po jehož uplynutí se výrobní proces na lince ve všech operacích opakuje.

Pracovní takt – je časový interval, po němž se opakuje jedna a tatáž operace na pracovišti.

Rytmus práce linky – se stanovuje pro potřeby operativního řízení výroby, jelikož výrobní takt je v reálné výrobě často narušován různými prostoji.

(Tuček, Bobák, 2006, s. 43)

Znalost taktů ve výrobě je zcela klíčová pro plánování, organizování a rozhodování. Díky taktům je možné určit standardní čas, který potřeba k výrobě 1 kusu. U proudové výroby je důležité sledovat variabilní náklady, jelikož fixní náklady jsou rozpouštěny v obrovském množství produkce. A právě čas pracovníků společně s náklady na materiál variabilní náklady tvoří.

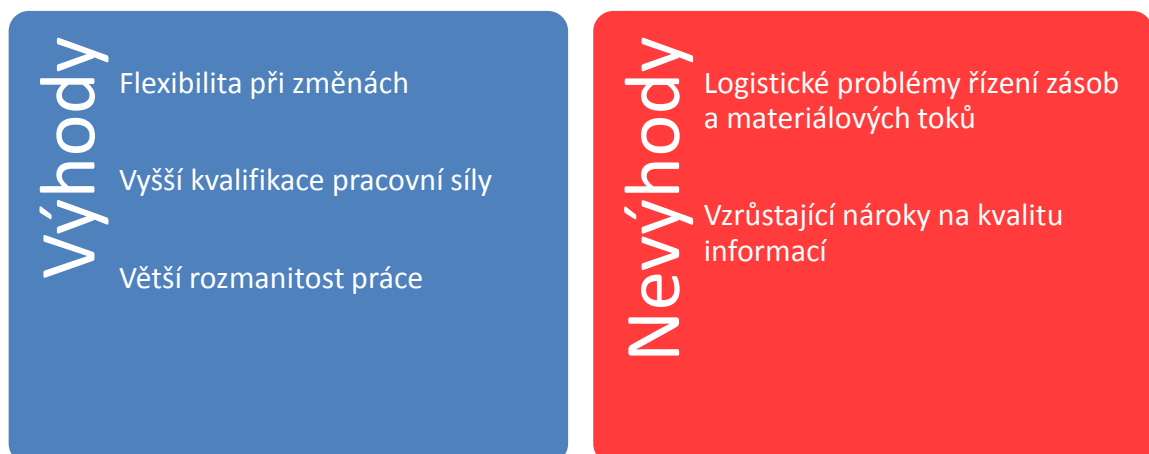
V společnosti Denso Manufacturing Czech je pro výpočet standardního času výroby využíván ukazatel zvaný **banalce ratio** – balance ratio udává, na kolik procent jsou jednotlivá na sobě závislá pracoviště vybalancovaná.

$$STDT = \frac{\Sigma CT}{WCE}$$

$$WCE = \frac{\Sigma CT}{ATT \times \text{počet operátorů}}$$

4.2.2 Skupinová výroba

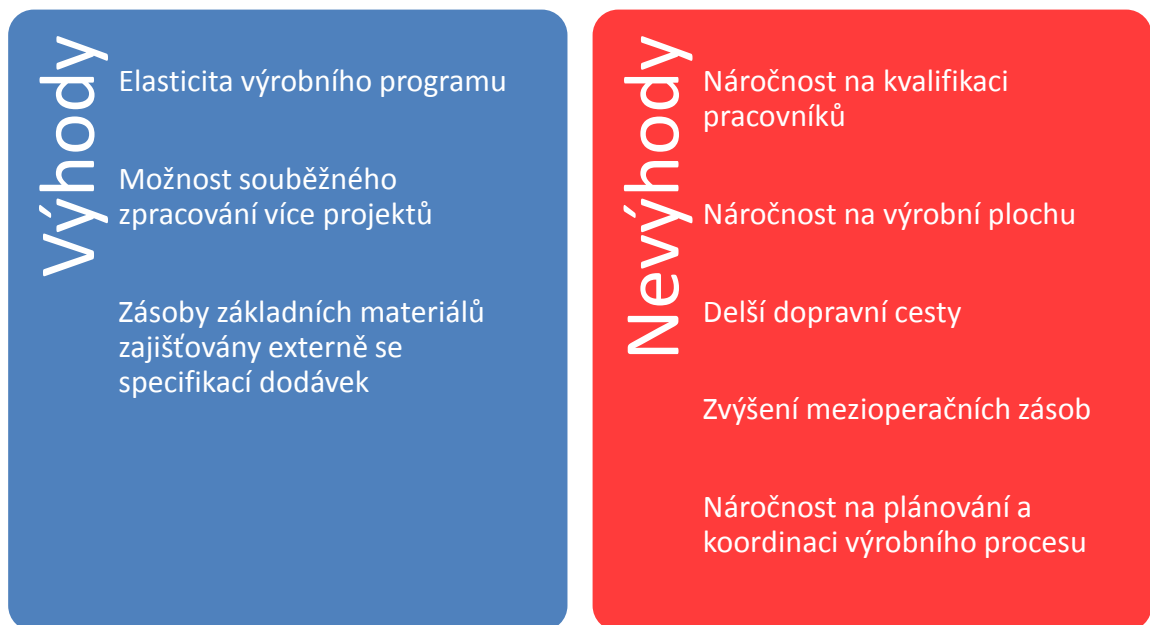
Skupinová výroba se využívá při zabezpečení výroby širokého okruhu finálních výrobků, z nichž netvoří žádný rozhodující podíl v produkci. Stroje jsou organizovány předmětně, není však uspořádána v proudu. Pracoviště stejného technologického určení jsou soustředěna do téhož místa a je možné je specializovat použitím přídavných zařízení a přípravků.



(Tuček, Bobák, 2006, s. 45)

4.2.3 Fázová výroba

Předpokladem fázové výroby je neopakovaný nebo nepravidelně opakovaný požadavek na výrobu určitých výrobků. Stanovení výrobních programů je závislé na specifikaci přesného data uskutečnění zakázky. Ve výrobě jsou využívány především univerzální zařízení. Fázová výroba je organizovaná zpravidla technologicky.



(Tuček, Bobák, 2006, s. 45)

4.3 Standardizace

Standardizace představuje jeden z principů zvyšování produktivity celého produkčního systému. Její nejdůležitější aspekt je ten, že přináší do výroby řád a systém a v konečném důsledku určité zjednodušení ve všech fázích produkčního procesu.

Standardizace je proces, který usměrňuje a redukuje rozmanitost a to ve všech sférách, od navrhování výrobku, přes jeho výrobu až prodej. Protipólem pro standardizaci je diverzifikace. (Svobodová, 2007, s. 20-21)

Standardní práce je metoda využívaná k organizaci práce operátorů a zabezpečení efektivního a bezpečného způsobu provedení. Smyslem standardní práce je organizace a specifikace jednotného způsobu provedení. Tyto kroky musí být zdokumentovány a zobrazeny na pracovišti.

Benefity pramenící z aplikace standardní práce:

- redukce plýtvání identifikací a eliminací zbytečných pohybů
- jen standardizovaná práce poskytuje možnost pro další zlepšování
- jen to, co je standardizované, je měřitelné
- jen to, co je měřitelné, je kontrolovatelné a řízené
- možnost predikovat vyrobené množství
 - eliminace rizika nedodání výrobků
 - eliminace nadvýroby
- eliminace nekvality
- možnost vybalancovat pracoviště dle určeného taktu

(Allen, 2001, s. 294)

4.4 Výroba One-Piece-Flow

Pojmem One-Piece-Flow je myšlen tok jednoho kusu. Pro tuto výrobu je nejvhodnější buňkové uspořádání výroby. Cílem je vytvoření prostředí, ve kterém se bude výrobek plynule přesouvat mezi procesy přidávající hodnotu. Nebude tak docházet k tvorbě Work-In-Process (WIP), česky řečeno rozpracované výrobky. (Dolcemascolo, c2006, s. 5)

Smyslem one-piece-flow je takové upořádání pracovišť na kterém může docházet k plynulému toku výroby a nejsou potřebné žádné mezisklady. Tímto způsobem je možné zrychlit průběžný čas výroby a expedovat zákazníkovi zboží rychleji a mnohem flexibilněji než kdyby byly výrobky vyráběny v dávkách, tak jak to bývalo zvykem. (Miletenburg, 2001, s. 303; Witt, 2006, s. 57-59)

4.5 Metoda 5S

Mezi další nástroje lean manufacturing patří 5S. Jedná se o zcela triviální záležitost, ale může znamenat dalekosáhlé důsledky. 5S patří mezi ten nejzákladnější nástroj PI a proto by se neměly implementovat žádné pokročilé metody, dokud není standardizovaná výroba. (Glover, 2012, s. 36-38)

5S ve své podstatě představuje základní kámen pro další implementaci pokročilých metod kaizen a dalších optimalizačních metod a přístupů zeštíhlování, redukci nákladů a zefektivňování procesů. Často je 5S chápáno pouze jako úklid, jeho úkoly však sahají mnohem dál. (Sanders, 2013)

Tato metoda se sestává z pěti kroků:

1. Seiri – roztříd'

Všechny věci na pracovišti je nutné roztřídit dle jejich četnosti používání:

- nepotřebné a je možné okamžitě vyhodit
- potřebné občas (1 × za 30 dní)
- nutné ke každodenní práci

Kategorizace může probíhat pomocí vizualizace. Vytvoří se „5S týmy“, které chodí po pracovišti a kartami označují věci. Použití barev: červená – nepotřebné, zelená – přemístit, žlutá – opravit. (Flinchbaugh, 2006, s. 96)

Po tomto třídění jsou z pracoviště odstraněny veškeré nepotřebné věci.

2. Sieton – uspořádej

Na pracovištích jsou uloženy pouze potřebné věci a to tak, aby respektovaly veškeré ergonomické zásady. Do tohoto kroku taktéž spadá určení optimálního množství materiálu na pracovišti.

3. Seiso – udržuj pořádek

Je dobré začít s tímto krokem radikálně a vytvořit z jednoho pracoviště exemplární příklad a vyčistit skutečně vše. Na čistém pracovišti je okamžitě vidět problém. V tomto kroku se uctívá zásada – zaměstnanci si čistě své pracoviště sami.

4. Seiketsu – standardizuj

V dalším kroku je nezbytné vytvořit standard vzhledu pracoviště. Tento standard by se měl nacházet přímo v prostoru pracoviště. Jeho vizualizace umožní snadnou kontrolu. Pro udržení stavu je nezbytné určit rovněž způsob a interval čištění.

5. Shitsuke – dodržuj

Tento krok apeluje na disciplínu a snahu o další zlepšení. Základním kontrolním prvkem tohoto kroku jsou pravidelné audity, kdy je pracoviště zkontrolováno a následně vyhodnoceno. (Chang, Chen, Chang, 2013, s. 251-263)

5 ZÁSoby

Koncept logistiky, především v automobilovém průmyslu, spočívá v integraci veškerých aktivit s cílem optimalizovat veškeré procesy. Někteří odborníci jsou toho názoru, že automobilový sektor je jediný, kde je transport tak výrazně provázán s nákupem, zásobováním a výrobou. K tomu je nezbytné rozšíření aktivit vně brány podniku a otevřít prostor i dodavatelům a odběratelům k součinnosti a snaze připravit inovativní řešení přinášející úsporu nákladů. (Sixta, Mečát, 2005, s. 178)

5.1 Přepravní prostředky

Mezi přepravní prostředky je možné zařadit:

- ukládací bedny a přepravky
- palety
- roltejnery
- přepravníky
- kontejnery
- výměnné nástavby

5.1.1 Ukládací bedny

Ukládací bedny představují základní manipulační jednotku určenou pro skladování materiálu a pro mezioperační manipulaci, a to jak ve výrobě, tak i ve skladu.

5.1.2 Palety

Palety slouží pro mezioperační manipulaci, skladové operace, ložné operace a meziobjektovou a vnější přepravu v takřka celém rozsahu logistických řetězců. Jejich výhodou je možnost manipulace vidlicovým způsobem za pomoci nízkozdvíhových a vysokozdvíhových vozíků a regálových zakladačů. (Jirsák, 2012, s. 78)

Na základě „Dohody o výměně prostých palet“ je nejčastěji využívaný rozměr 800 × 1200 mm. Z těchto rozměrů vychází prostá paleta EUR (dle ČSN 26911110). (Sixta, Mečát, 2005, s. 180-182)

6 ANALÝZA VÝROBY

6.1 VSM

Mapování toku hodnot, čili Value-stream mapping, je nástroj využívaný organizace k plánování a identifikování interních zlepšení. Rozšířená VSM podchycuje tok materiálu a tok informací od začátku až do po konec procesu včetně dodavatelů a zákazníků. (Dolcemascolo, c2006, s. 7)

VSM je prvním a zároveň kritickým krokem v implementaci nástrojů štíhlé výroby, protože dokáže zabrat spoustu komplexních informací založených na tvrdých faktech a promítnout do schématu. Mapování procesu vyžaduje zkoumání všech aktivit transformujících surový materiál v hotový produkt. Mapování poskytuje vysokou úroveň rozhledu nad totální efektivitou a ne jen separovanou efektivitu, kterou generují individuální buňky nebo pracovní skupiny. VSM obsahuje veškerá data vztahující se k celému procesu až k zákazníkovi. (Allen, 2001, s. 72)

VSM umožňuje organizacím zacílit s kaizeny na správné oblasti a navrhnout, změřit a ověřit efekty, které zlepšení přinese. (Dolcemascolo, c2006, s. 15)

Williams a Sayer (2012, s. 134) ve své knize přirovnávají tok materiálu a výroby k toku vody. V případě, že v korytě nejsou žádné překážky a teče správné množství vody je tok volný a snadný. V realitě však existuje spousta překážek, které plynulost toku narušují. Ve výrobě mezi tyto překážky je možné zařadit všech 7 výše zmíněných druhů plýtvání.

VSM je efektivní cesta k zachycení současné situace, identifikování plýtvání a navržení budoucí vize = VSD.

Ukazatele ve VSM:

- run rations – dostupný čas/počet dobrých OK kusů
- scrap rates – počet vyprodukovaných NOK kusů, které nejsou opravitelné
- manpower – počet operátorů v procesu
- work hours/schedules – počet hodin dostupných za den a počet směn za den
- changeover time – čas potřebný pro přestavbu z jednoho projektu na jiný
- machine cycle time – aktuální cyklový čas stroje
- inventory levels – množství a lokace veškerých dílů včetně surového materiálu a hotových výrobků

(Allen, 2001, s. 74)

Výstupem z VSM je grafické znázornění posloupnosti kroků a informačních toků. Velkou nevýhodou VSM je skutečnost, že odráží pouze stav zachycený k jednomu konkrétnímu datu, k jednomu konkrétnímu okamžiku. V případě, že v daný moment došlo ve výrobě k abnormalitám, celkový stav není ošetřen a je tudíž promítnut do závěru.

6.2 Simulační software

Tomaszewski a Lundberg (2006) zdůrazňují potřebu využívat software jako konkurenční výhody. Mezi programy, které tuto konkurenční výhodu dokážou vytvořit, jsou programy k simulování výroby.

Simulační technologie jsou významným nástrojem pro plánování, implementaci a ověření provozu skutečných reálných systémů.

Využití simulačních softwarů vzrůstá zejména kvůli nástupu trendů:

- zvyšování složitosti a různorodosti výrobků
- zvyšování požadavku na kvalitu společně se snižováním nákladů
- zvyšování poptávky s ohledem na flexibilitu
- zkracování životních cyklů výrobků
- zmenšování výrobních dávek
- zvyšování konkurence

Simulací je myšlena reprodukce reálného systému s jeho dynamickými prvky v názorném modelu. Cílem je získat data ze simulace pro reálné použití. V širším slova smyslu simulace značí přípravu, implementaci a ohodnocení specifických experimentů v simulačním modelu. (Bangsow, c2010, s. 1-3)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 PŘEDSTAVENÍ KORPORACE

Denso Corporation je globální výrobce automobilových součástek se sídlem v Japonsku ve městě Kariya, prefektura Aichi. Od svého založení v roce 1949 vzrostl vliv společnosti zejména díky výzkumu a kvalitě výrobků.



Obrázek 2: logo společnosti (interní zdroje)

Skupina Denso, se svými 130 000 zaměstnanci ve více než 30 zemích světa, patří mezi největší dodavatele automobilového průmyslu. Celkové tržby korporace za fiskální rok 2013 se vyšplhaly na částku 38,1 miliard amerických dolarů.

7.1 Filosofie

Společnost má stanovenou filosofii, kterou se snaží prezentovat jak na veřejnosti, tak dbá na to, aby byla skutečně dodržována.

Tato filosofie je vyjádřena větou: „Filosofie Denso směřuje akce celé korporace k pokračování budování důvěry.“

7.2 Mise

Mise korporace koresponduje s nastavenou filozofií. Mísí pro společnost Denso je: „Přispívat k budování lepšího světa tvorbou hodnoty s vizí pro budoucnost.“

7.3 Vize

Vize je zaměřena na tři fundamentální úlohy:

- úsilí vytvoření závodů kategorie World-class excellence
- jednat!

- inovovat skrz globální spolupráci

7.4 Výrobní portfolio

Rozmanitost výrobního portfolio skupiny Denso odpovídá velikosti celého koncernu. Stěžejní část produkce tvoří výrobky pro automobilový průmysl. Mezi hlavní výrobní oblasti patří:

- hnací jednotky
- elektronické systémy
- termální systémy
- informační a bezpečnostní systémy
- malé motory

Mezi další obory patří:

- spotřebitelské zboží (centrální klimatizace, automatické kohoutky, pumpy...)
- průmyslové systémy (čtečky QR kódů, průmysloví roboti...)

8 DENSO MANUFACTURING CZECH, S. R. O.

Název firmy: DENSO MANUFACTURING CZECH, s. r. o.

Sídlo: Liberec – Průmyslová zóna Jih

Heyrovského 476

463 12 Liberec XXIII – Doubí

Tel.: +420 488 101 111

Fax: +420 488 101 000

E-mail: info@denso.cz

Web: <http://www.denso.cz/>



Obrázek 3: pohled na výrobní závod DMCZ (interní zdroje)

Denso Manufacturing Czech s. r. o. (dále DMCZ) bylo založeno 12. 7. 2001. Japonská mateřská společnost Denso Corporation tímto krokem chtěla reagovat na rostoucí trh v oboru automobilových klimatizací a potřebu přiblížit se svým evropským zákazníkům. Na severu Čech bylo nalezeno strategicky výhodné místo, jelikož umožňuje dobrou logistickou obsluhu automobilových závodů v ČR a v Německu. Další faktor, který zcela jistě nahrával umístění závodu v Liberci, potažmo v ČR, je dostupnost lidského kapitálu,

jak co se týče vědomostí a schopností převážně díky absolventům a studentům Technické univerzity Liberec, tak, například v porovnání s Německem, levné pracovní síly.

8.1 Historie DMCZ

2001 – 13. 11. 2001 byl položen základní kámen budoucí továrny DMCZ

2003 – zahájení sériové výroby na první montážní lince klimatizačních jednotek pro zákazníka Volkswagen

2004 – získání certifikátu ISOTS 16949:2002 a oficiální zahájení provozu

2005 – úspěšné uzavření fáze zkušebního provozu

2007 – získání certifikátu ISO 14001:2005 a dokončení zavádění Environmental management system

8.2 Základní ukazatele

Počet zaměstnanců: 1550 (průměrný počet zaměstnanců za fiskální rok 2012)

Plocha závodu: 45 000 m²

Obrat: 8,567 miliard Kč (za fiskální rok 2012)

8.3 Portfolio zákazníků

Denso je výrobce klimatizačních jednotek a jednotlivých komponent pro nejvýznamnější automobilové závody. Mezi ně jednoznačně patří:

- VW
- AUDI
- Škoda Auto
- Lamborghini
- Suzuki
- TPCA
- Ned Car
- BMW
- Mercedes – Benz

a další...

8.4 SWOT analýza

Silné stránky

- Zázemí silné mateřské spol.
- Dobré jméno společnosti
- Vysoká životnost výrobků
- Geografická poloha

Slabé stránky

- Strop výrobních kapacit
- Vysoká fluktuace zaměstnanců
- Závislost na jediném odvětví

Příležitosti

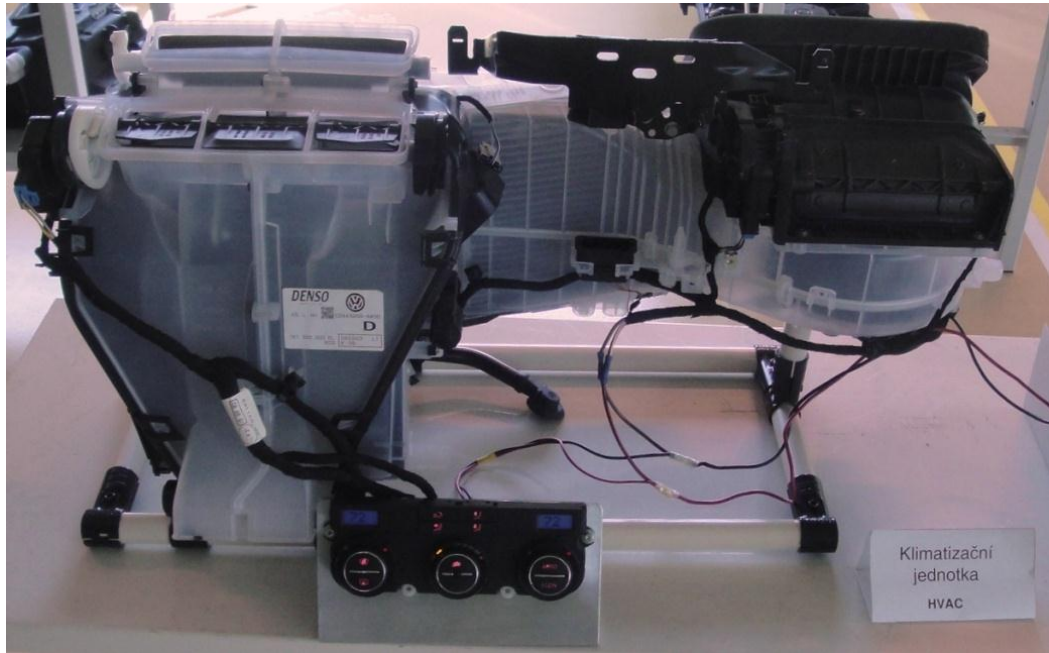
- Vstup na nové trhy
- Výroba inovovaných produktů
- Automatizace výroby
- Zastřešení procesů informačním systémem
- Prohloubení spolupráce se zákazníky

Hrozby

- Finanční/automobilová krize
- Stroje na/za zenitem životnosti
- Rostoucí konkurence
- Zdražení vstupních surovin
- Kurzové rozdíly

9 KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA

Klimatizační jednotka – anglicky HVAC – heating, ventilation, aircondition – se stará o ventilaci, ohřev a ochlazování vzduchu proudícího do kabiny automobilu. Klimatizační jednotka je ukryta pod palubní deskou automobilů.



Obrázek 4: ukázka klimatizační jednotky (vlastní zpracování)

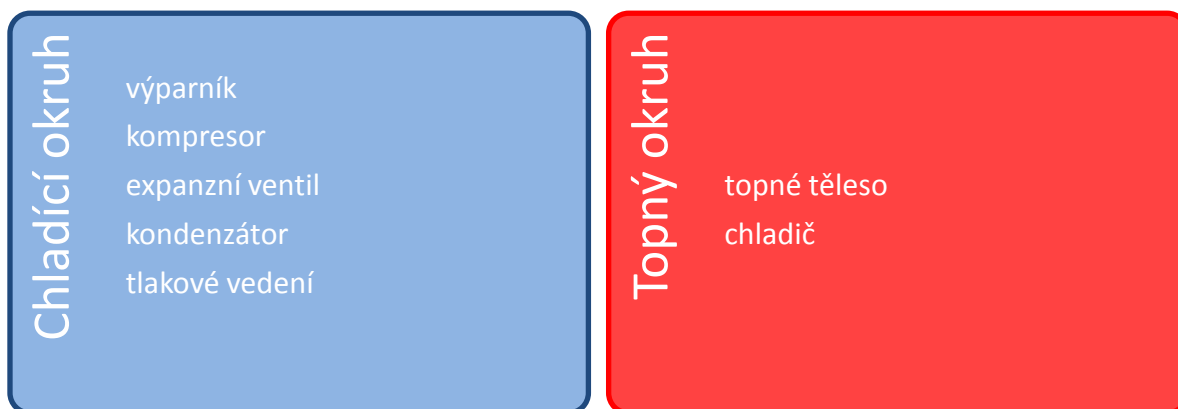
Společnost DMCZ se zabývá výrobou klimatizačních jednotek do osobních automobilů a nejdůležitějších součástí pro tyto klimatizační jednotky. Mezi tyto komponenty je možné zařadit následující:

- topné těleso (Heater Core)
- výparník (Evaporator)
- kondenzátor (Condenser)
- chladič (Radiator)
- skříň klimatizace

Mezi další klíčové komponenty, ze kterých se klimatizace skládá, jsou:

- Kompresor
- Expanzní ventil
- Tlakové vedení

Uvedené komponenty tvoří dva uzavřené systémy. Jedná se o chladicí a topný okruh. Vstupující komponenty jsou uvedeny v seznamech.



9.1 Princip fungování chladicího okruhu

Jelikož se diplomová práce zabývá střediskem Evaporátor, čili střediskem, kde se vyrábí výparníky, je zde uveden detailnější popis funkce chladicího okruhu.

Chladicím systémem proudí chladicí médium. Jako chladicí médium je možné použít amoniak, CO_2 , fluorovodíky a fluoruhlodíky. Chladiva na bázi freonů jsou v současnosti, kvůli ochraně životního prostředí, přísně regulována a postupně vytlačována. Chladicí médium musí mít určité vlastnosti. Těmi vlastnostmi jsou: velká tepelná kapacita, nízká viskozita, chemicky inertní, nehořlavé a nezpůsobující korozi chladicího systému.

Medium v uzavřeném systému mění svůj tlak, skupenství a teplotu. Těmito změnami je dosahováno výměny tepla mezi samotným zařízením a vzduchem proudícím do interiéru auta.

Srdcem celého systému je kompresor klimatizace. Ten je poháněn motorem auta pomocí klínového řemene a stará se o cirkulaci chladicího média.



Obrázek 5: kompresor (vlastní zpracování)

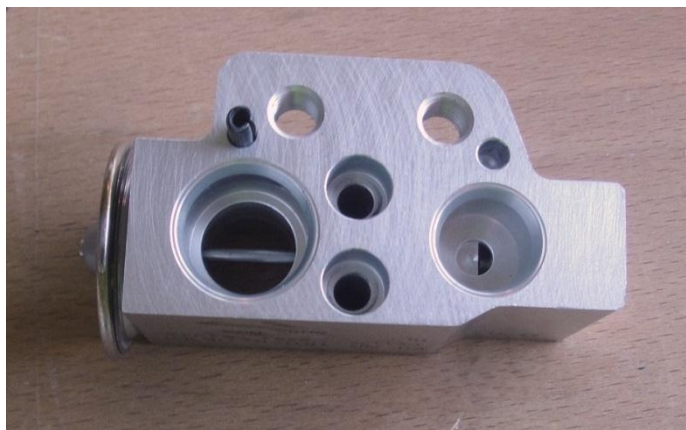
Kompresor nejprve nasává chladicí médium z prostoru výparníku. Poté ho pumpuje do prostoru kondenzátoru. Pumpováním chladicího média do chladicího okruhu se v tomto prostoru zvyšuje tlak. Zvýšení tlaku způsobuje ohřev média v plynném stádiu na cca. 80°C. Z chladicího okruhu putuje ohřátý plyn do kondenzátoru.

V kondenzátoru je médium ochlazováno atmosférickým vzduchem proudícím skrz masku automobilu, kondenzátor a chladič. Proudící vzduch odebírá teplo z kondenzátoru a způsobuje tak pokles teploty na cca. 54°C. V důsledku toho chladicí médium v plynné podobě přejde do kapalného skupenství, čili kondenzuje.



Obrázek 6: kondenzátor (vlastní zpracování)

Kapalina je ale stále pod vysokým tlakem a dostává se až k expanznímu ventilu. Tento ventil reguluje tlak kapaliny a umožňuje vstřikování kapaliny do prostoru výparníku. V tomto prostoru je tlak naopak velice nízký. Vstřikovaná kapalina, která byla pod velkým tlakem, se snaží rozprostřít do volného prostoru výparníku. Změna tlaku způsobí změnu skupenství: z kapalného na plynné. Tato změna vyvolá expanzi chladiva, jeho vypaření a náhlé ochlazení na cca. 0°C.



Obrázek 7: expanzní ventil (vlastní zpracování)

Plynné médium o nízkém tlaku a teplotě je nasáváno do kompresoru a celý proces změny tlaků a teplot se opakuje.

Pomocí ventilátoru klimatizační jednotky je veden vzduch skříní klimatizační jednotky přes výparník. Mezi proudícím vzduchem a výparníkem dochází k tepelné výměně, přičemž se proudící vzduch ochlazuje a je dále, pomocí klapek a okruhů veden do interiéru vozidla.

10 DODAVATELÉ A ZÁKAZNÍCI STŘEDISKA EVAPORÁTOR

Výrobu na středisku Evaporátor ovlivňují jeho dodavatelé a určují jeho zákazníci. Jak dodavatele, tak zákazníky je možné rozdělit na interní a externí. Níže jsou popsáni interní subjekty.

Dodavatelé	
Interní	Externí
středisko Press	dodavatelé coilů dodavatelé plochých trubek dodavatelé trubek dodavatelé dalších dílů
Zákazníci	
Interní	Externí
linky HVAC	další výrobci HVAC

10.1 Press

Středisko Press představuje interního dodavatele pro všechna střediska vyrábějící hliníkové komponenty. Výroba probíhá tak, že jsou z pásů hliníku namotaných do cívek pomocí lisů vylišovány požadované díly. Tyto komponenty jsou dle požadavku nadcházejícího procesu upravovány. Úpravami je myšleno odmašťování od oleje přítomného při lisování a nanese ní vrstvy pájecí pasty na plochy, které mají být později v procesu spájeny. Více o středisku Press v kapitole Zásoby.

10.2 HVAC

Středisko HVAC představuje montážní linky, kde jsou vyráběny klimatizační jednotky. Postupně jsou do skříně usazeny potřebné komponenty, včetně ventilátoru, topného tělesa a výparníku. Hotový výrobek je po sérii operací expedován externímu zákazníkovi.

Jeden z principů štihlé výroby je řízení výroby a zásob v souladu s koncepcí JIT (Just in Time). To pro středisko Evaporátor znamená, zejména v případě HVAC linek, vyrábět správné díly, ve správný čas, ve správném množství a v odpovídající kvalitě.

Toho je v praxi dosaženo tím, že jsou sladěny výrobní taktiky HVAC linek s finishingem Evaporátoru. S dostatečnou frekvencí dodávek materiálu, která je zabezpečena AGV, je umožněno minimalizovat zásoby.

11 STŘEDISKO EVAPORÁTOR

Evaporátor je středisko, které je předmětem zkoumání této práce. Na tomto pracovišti jsou vyráběny výparníky, které jsou součástí klimatizačních jednotek osobních automobilů.

Na středisku Evaporátor probíhá výroba ve třech směnách. Nominální časový fond na jednu směnu pro jednoho pracovníka je 7,25 hodiny.

V případě nutnosti je vyráběno i přes víkend. Nutno dodat, že k tomuto pro firmu nepříznivému jevu dochází poměrně pravidelně a o víkendu je povolávána ještě dodatečná směna.

Celkový počet pracovníků na středisku se pohybuje kolem 380 pracovníků.

přímí výrobní: 300

nepřímí: 80 (mistři, seřizovači, manipulanti)

11.1 Výrobek

Samotný výrobek je hliníková sestava poskládaná z níže uvedených komponent. Hliník je záměrně zvolený materiál jelikož má dobré vodivé vlastnosti tepla či chladu a proto může rychleji probíhat tepelná výměna. Ve prospěch využívání hliníku hovoří taktéž, v porovnání s ostatními kovy s podobnými vlastnostmi, cena suroviny.

Velikost jádra výrobku je cca. 140×255 mm až 300×255 mm.

Výrobky je možné dělit na dvě základní skupiny v závislosti na tloušťce jádra:

- RS38
- RS50

Toto rozdělení s sebou nese specifické technologické postupy ve výrobě. Jedná se zejména o nutnost náročnějších přestaveb při změně projektu.

Portfolio výroby čítá na 50 specifických výrobků.

11.2 Kusovník

Tabulka 1: kusovník (vlastní zpracování)

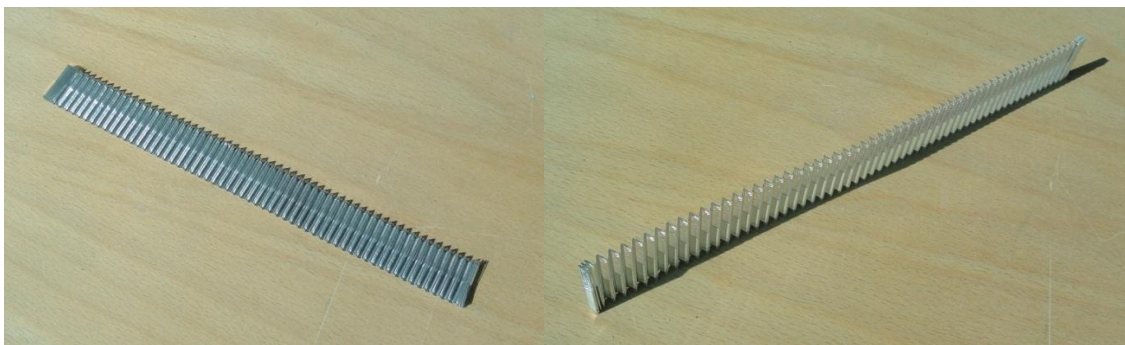
Komponenty	Počet
Finy	22-46
Ploché trubky	42-90
Bočnice	2
Čela	2
Tanky	2
Separátory	2-8
Víčka	3
Příruba	1
Trubky	0 nebo 2

11.3 Popis komponent

V následující kapitole jsou popsány jednotlivé komponenty, ze kterých je složeno jádro výparníku.

Finy

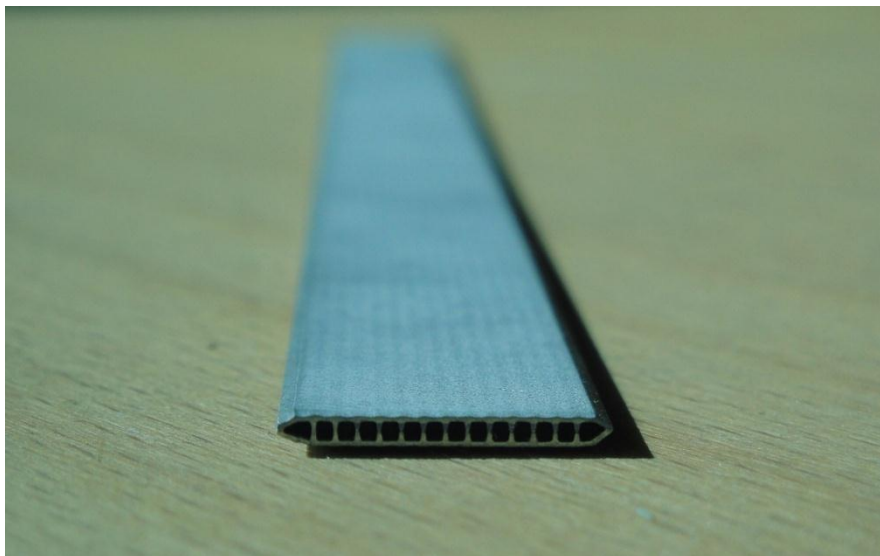
Finy jsou tenké plátky hliníku, vytvarované do specifického designu tvaru harmoniky. Účel tohoto tvaru je vytvoření maximální plochy pro co nejefektivnější transfer tepla mezi ochlazeným médiem ve výparníku a vzduchem proudícím do interiéru auta.



Obrázek 8: finy (vlastní zpracování)

Ploché trubky

Trubky umožňují proudění média a výměnu tepla mezi médiem a vzduchem proudícím do kabiny. V trubkách koluje médium o nízké teplotě a kontakt s finy umožňuje efektivně odebírat ze vzduchu teplo.



Obrázek 9: plochá trubka (vlastní zpracování)

Bočnice

Jejich úkolem je zakrývat finy a zároveň tvoří část rámu jádra, což zabezpečuje jeho stabilitu.

Čela

Čela slouží jako ústí pro ploché trubky. Zároveň pomáhají držet tvar. Drží trubky a finy pohromadě.



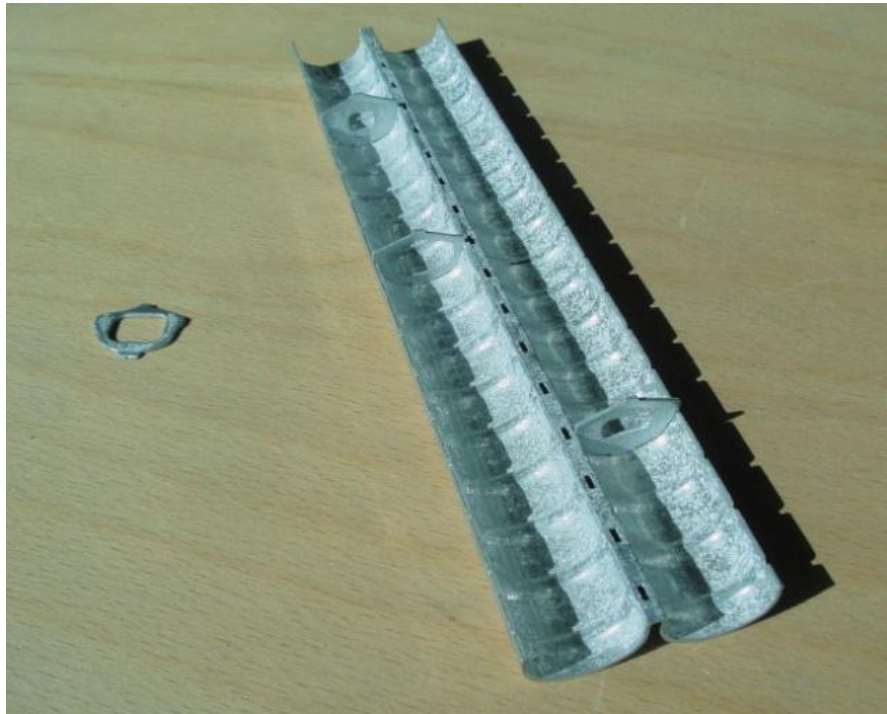
Obrázek 10: čelo (vlastní zpracování)

Tanky

Tanky po připájení k čelům vytvoří komory, do kterých je vstřikováno chladicí médium.

Separátory

Separátory jsou umístěny v tancích a slouží k oddělení komor tanků a umožní tak chladicímu médiu správně ve výparníku proudit.



Obrázek 11: tank se separátory (vlastní zpracování)

Víčka

Slouží k uzavření tanků a tím celého jádra.

Příruba

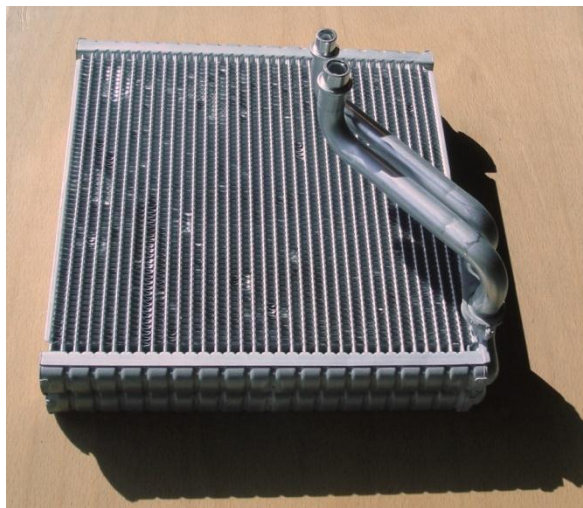
Příruba slouží k připojení trubek na jádro.



Obrázek 12: příruba (vlastní zpracování)

Trubky

Trubky připájené k přírubě umožňují připojení výparníku k expanznímu ventilu a tím k celému chladicímu okruhu.



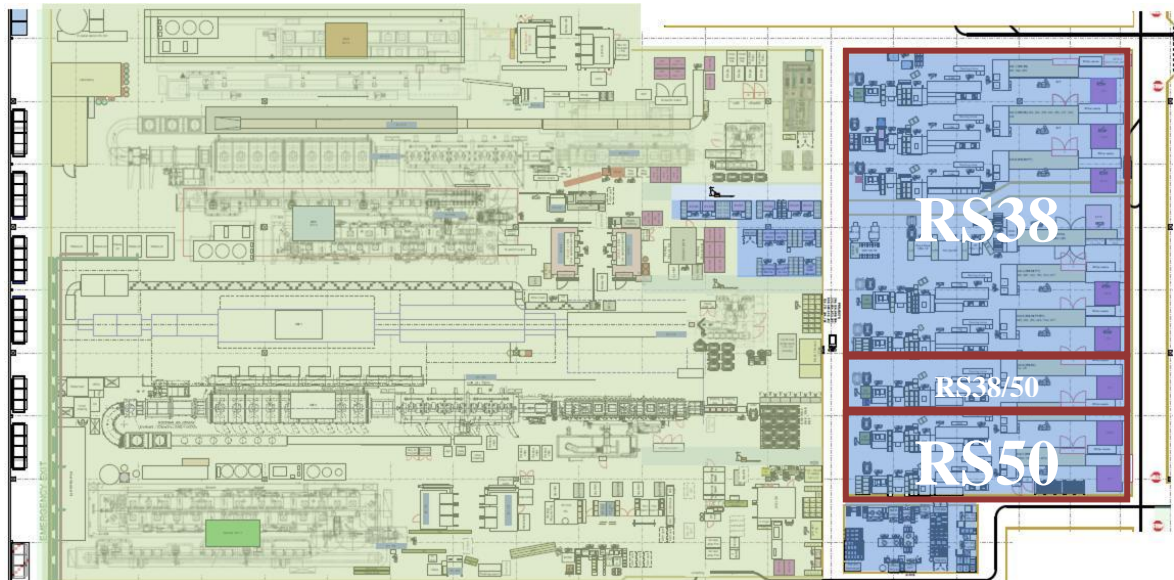
Obrázek 13: jádro s trubkami (vlastní zpracování)

Ne všechny projekty jsou vyráběny i s trubkami. Externí zákazníci připájení trubek nevyžadují z hlediska úspory transportních nákladů. Kvůli trubkám není možné maximálně využít prostor v kartonových krabicích, v nichž jsou výrobky expedovány.

Projekty s trubkami naopak putují internímu zákazníkovi na HVAC linky.

12 PROCES VÝROBY VÝPARNÍKU

Výrobní proces lze rozdělit na dvě hlavní, jak technologické, tak organizační části. První částí je podmontáž a montáž výrobků (modrá část, viz. layout). V druhé části probíhají úpravy smontovaného výrobku, tzv. finishing (zelená část, viz. layout).



Obrázek 14: rozložení výroby (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)

12.1 Montáž jader

Montáž jader probíhá v současné době na 8 CA linkách.

Základem a technologicky nejnáročnějším procesem při montáži jader je tzv. finforming. Tento stroj odvíjí z cívky hliníkový pás a pomocí ozubených kol ho formuje do požadovaného tvaru, poté jsou finy stříhány na požadovanou velikost.

Dále jsou na lince pomocí manuálních a poloautomatických lisů namontovány další, v kusovníku uvedené, komponenty. Výrobek prochází na každé pozici dílčí kontrolou. Na poslední pozici je zkontrolován finálně a následně odložen na vozík. Když je navržena kapacita vozíku, jsou jádra převezena na nakládku do jedné ze tří pecí.

Jednotlivé linky montáží se odlišují v tom, jaké projekty jsou schopné vyrábět. Na layoutu je znázorněné, že linka CA7, CA6, CA5 vyrábí jádra RS50, kdežto zbylé linky vyrábí RS38. Pouze linku CA5 je možné přestavět na oba typy projektů.

12.1.1 Podmontáže

Na podmontážích jsou připravovány díly pro montážní linky. Jedná se o dva druhy podmontáží.

- montáž přírub
- montáž separátorů

12.2 Finishing

12.2.1 Pájení v peci

Na středisku EVA jsou celkem 3 pece. V peci dochází k zapájení komponent do sebe. Tím je zabezpečena těsnost a nepropustnost jádra, což je pro funkci výparníku klíčové.

Před samotným procesem pájení je nezbytné, z důvodu roztažnosti materiálu v teple, zafixovat správný tvar jádra. Toho se v současnosti dosahuje buď umístěním kovového přípravku, který drží tvar jádra nebo svázáním drátem.

Pájení je umožněno díky tomu, že je na určitých plochách jednotlivých komponent nanesena vrstva pájecí pasty. Tato pasta je v peci roztavena a způsobí tak spájení jednotlivých komponent k sobě.

Po zapájení jádra prochází chladicí zónou, kde se odvádí teplota z jader tak, aby se pájecí pasta ochladila a ztvrdla a dále, aby bylo možné s jádry manipulovat, sundat přípravek nebo přestříhnout dráty a následně odložit na paletu nebo vozík pro převoz k dalšímu procesu.

12.2.2 Pájení trubek

Po pecích se materiálový tok rozděluje. Výrobky, které jsou určeny pro interního zákazníka, jsou seřizovači převážena k pracovištím pájení trubek. Na tomto pracovišti jsou obsluhou pájky usazeny 2 trubky na přírubu, nasazen pájecí kroužek (materiál, který má nižší teplotu tání než samotný díl a umožní tak zapájení trubek k přírubě) a vloženy do přípravku k pájení. Po zapájení jsou jádra skládána zpět na palety či vozíky a seřizovači převáženy k zařízení testujícím těsnost.

12.2.3 Heliové testy

Testy těsnosti jsou prováděny tzv. čichacími testy v heliových komorách. Na trubky nebo přírubu jádra se nasadí hadice se spojkou zabezpečující těsné spojení. Následně jsou vý-

parníky vloženy do komory, která se hermeticky uzavře, poté je z komory odsán vzduch, vytvoří se vakuum, posléze je do jádra vpuštěno helium. Pak čichací senzor měří přítomnost značkovacího plynu v komoře, případně rychlost jeho úniku. Pokud je test vyhodnocen v pořádku, může díl odejít do dalšího procesu.

12.2.4 Povrchová úprava

Povrchová úprava (anglicky Surface Treatment – dále ST) je nebytnou součástí procesu. A firmy zde využívají své know-how a tím určují specifické vlastnosti výrobků.

Povrchová úprava se skládá z dvou funkčně odlišných částí. První částí je chemická úprava. Ve druhé části probíhá sušení.

Chemická část je rozdělena na tři různé lázně, kterými si jádro musí projít. V první chemické lázni je povrch jádra očištěn a částečně naleptán kyselinou. Naleptání je prováděno kvůli aplikaci roztoku ve druhé lázni. V druhé části dochází k máčení v lázních, které vytvoří antikorozi a bakteriální vrstvy. Antikorozi vrstva má za úkol prodloužit životnost jádra. Bakteriální vrstva působí na živé organismy ve vzduchu, zejména plísně a další bakterie, proudícím skrz výparník do kabiny automobilu. Poslední fází chemické úpravy je máčení výparníku v polymeru, který na jádru vytvoří film. Tento film učiní předešlé úpravy konzistentními. Navíc je díky filmu upraven povrch tak, že omezuje adhezi vody na výparníku. V případě, že by se voda držela, mohlo by dojít k jejímu zamrznutí a omezení funkčnosti klimatizace.

V druhé části jsou jádra sušena určitou teplotou, která zajistí jednak konzistenci všech vrstev a jednak nepoškození biologické vrstvy.

V DMCZ jsou využívány dva typy technologií povrchových úprav. Starší z těchto dvou je tzv. Non-chrom. Jedná se o technologii, která měla být nahrazena novější technologií, tzv. EPC.

Novější technologie se však nejeví jako spolehlivý substitut, jelikož při vyšším výkonu klimatizace se kvůli EPC povrchové úpravě uvolňuje z výparníku nepříjemný zápach, který proudí do kabiny vozidla. Proto někteří zákazníci vyžadují, aby výparníky do jejich klimatizačních jednotek neprocházely EPC povrchovou úpravou nýbrž Non-chrom.

Další omezení, které se povrchových úprav týká, je uvolnění výrobků po procesu pájení v peci. Povrchové úpravy ST 1 a ST 3 jsou uvolněny pro výrobu jen pro jádra z přísluš-

ných pecí 1 a 3. Není tedy možné v případě poruchy výrobky převézt a vyrábět na vedlejší ST.

12.2.5 Inner leak

Po výstupu z povrchové úpravy jsou jádra testována tzv. inner leak testem. Jedná se o druh testu, kterým se zjišťuje, zda je jádro průchodné právě takovým způsobem, jak je požadováno.

12.2.6 Finální úpravy

Po úspěšném vyhodnocení testu vnitřního úniku je operátory provedena finální kontrola a jsou na jádro lepeny molitanové pásky, které zabezpečí stabilnější usazení ve skříní klimatizační jednotky.

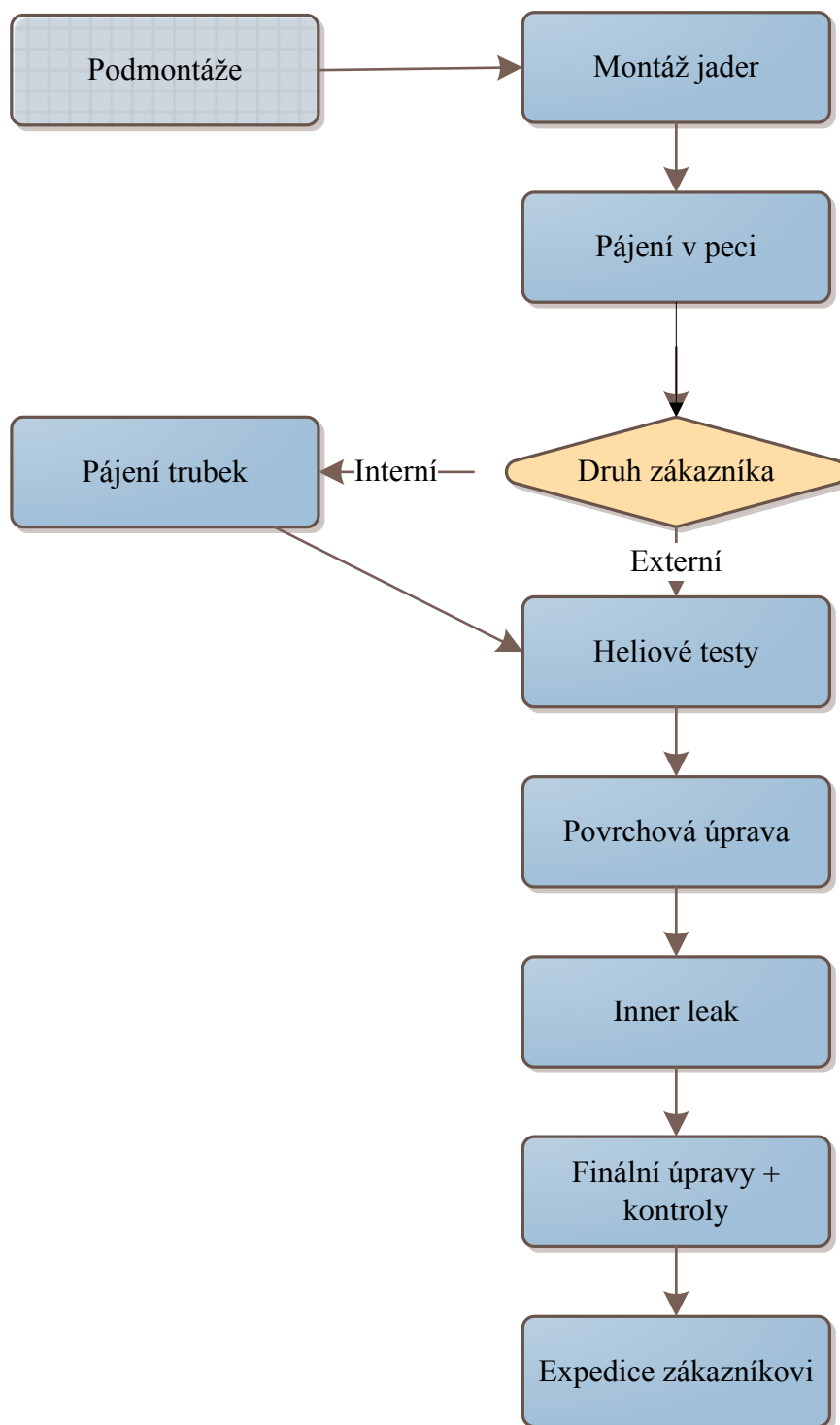
Poté jsou výrobky expedovány zákazníkům.

12.3 Grafické znázornění postupu výroby

12.3.1 Vývojový diagram

Nejprve je na vývojovém diagramu znázorněn technologický postup výroby téměř všech projektů. U minoritního množství výrobků dochází z technologického důvodu k tzv. „double testům“. Tyto testy jsou prováděny v případech, kdy není možné, aby napájené trubky vstupovaly do povrchové úpravy. Proto je nutné, aby bylo jádro nejprve otestováno čichacím testem, poté prošlo povrchovou úpravou, byly napájeny trubky a nato dochází k druhému testování v heliové komoře.

Po ukončení každé operace dochází ke kontrole, kdy je kus vyhodnocován jako OK, v tom případě postupuje dále do procesu, nebo NG. V případě vyhodnocení testu jako NG je v kompetenci seřizovače, aby vyhodnotil, zda je možné kus opravit nebo je nutné jej vyhodit.

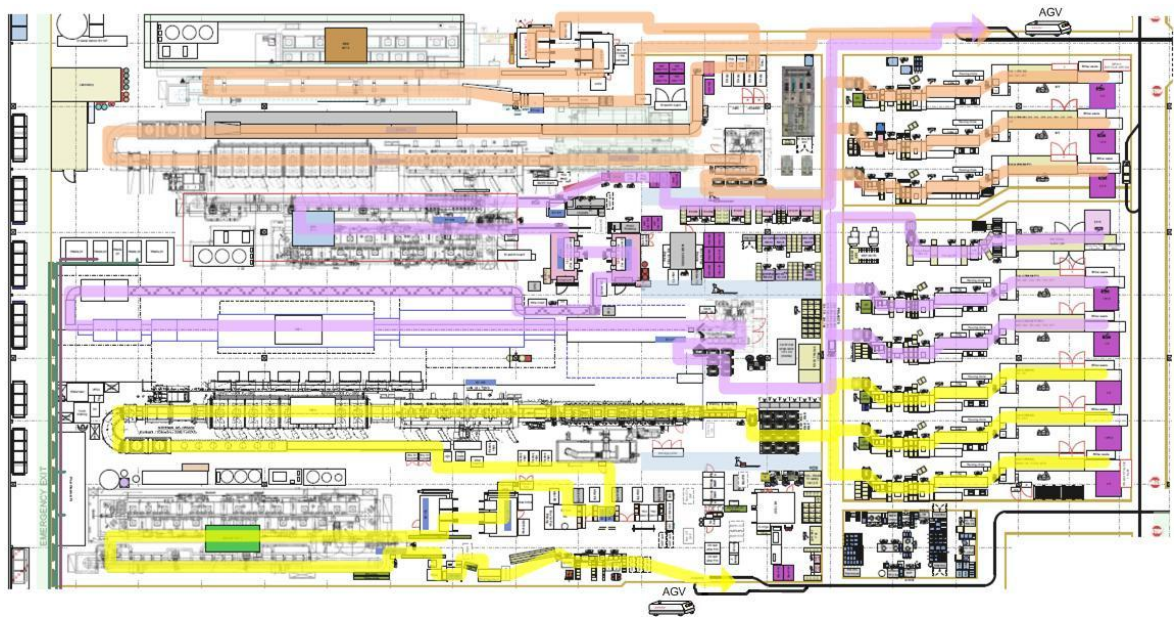


Obrázek 15: schéma výroby (vlastní zpracování)

12.4 Process flow

V layoutu jsou žlutými, fialovými a hnědými čarami znázorněny toky materiálu od montáže jader až po expedici. Barvy jsou rozděleny dle vstupů výrobků do jednotlivých procesů povrchových úprav.

Na prvním obrázku je možné vidět, na dané poměry, poměrně přímý tok výroby. Pro toto rozpoložení je nutná jedna podmínka a to, funkční 9. linka montáže jader. V současné době již probíhají testy a školení obsluhy.

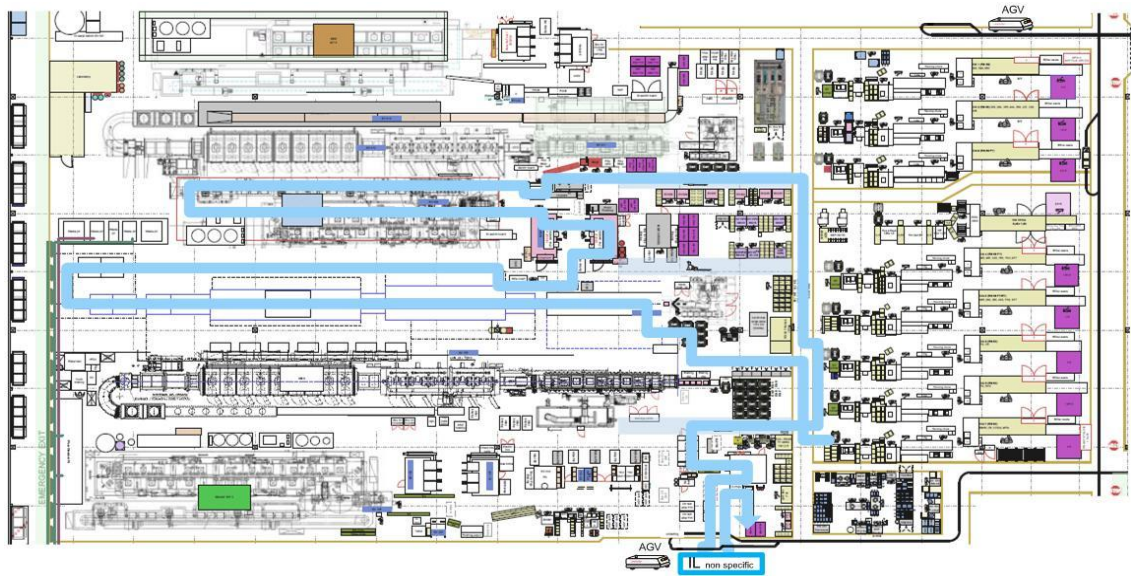


Obrázek 16: tok materiálu (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)

V následujících případech jsou zobrazeny projekty, u nichž je tok výroby řešen nevhodně.

Projekt EV01

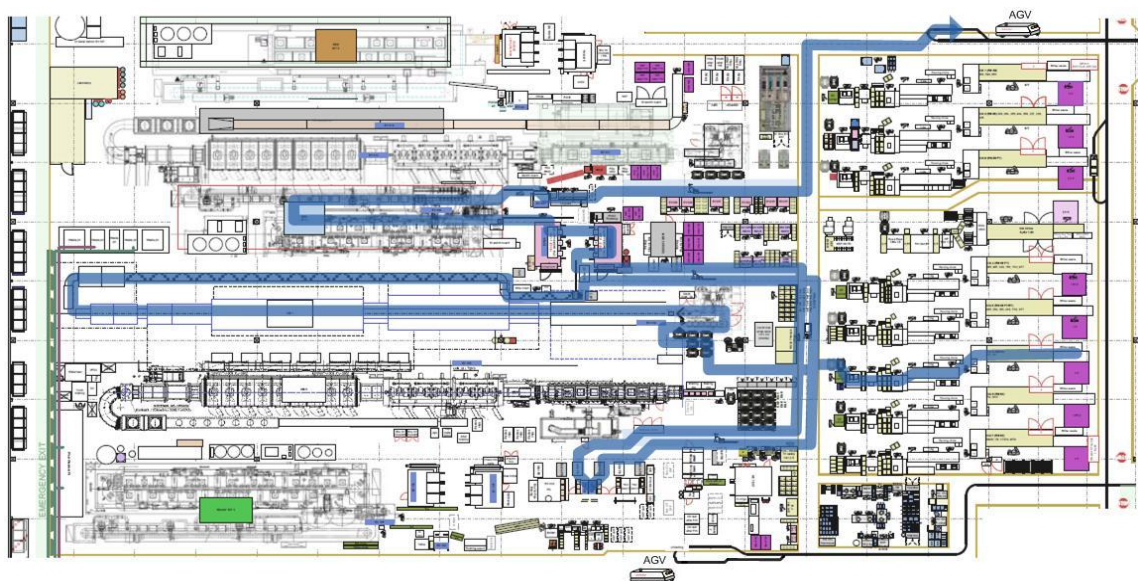
Z obrázku je patrné, že tok výroby je o poznání komplikovanější oproti stavu uvedenému výše. Dochází zde zejména ke zbytečnému transportu a manipulaci. Dalším problémem je nezafixovaná cesta, protože k inner leak testu v realitě dochází na třech možných pracovištích, dle využití kapacit.



Obrázek 17: tok projektu EV01 (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)

Projekt EV02

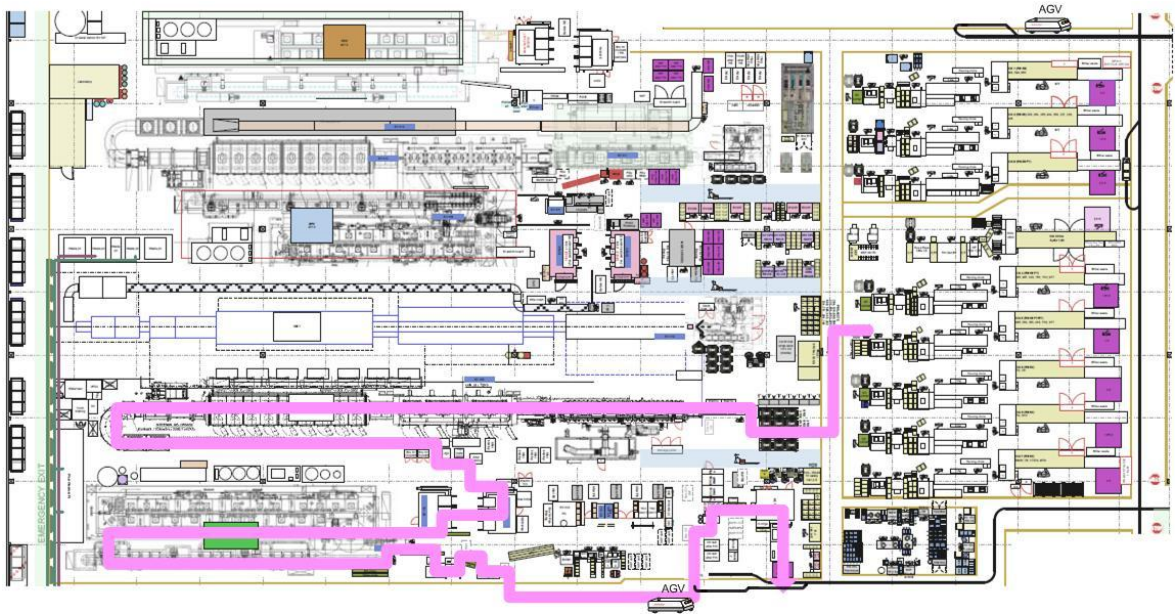
U tohoto projektu je opět vidět, že tok je nesouvislý a opět dochází ke zbytečné manipulaci. Projekt se vrací na proces prostředního finishingu poté co jej opustí kvůli pájení trubek.



Obrázek 18: tok projektu EV02 (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)

Projekt EV03

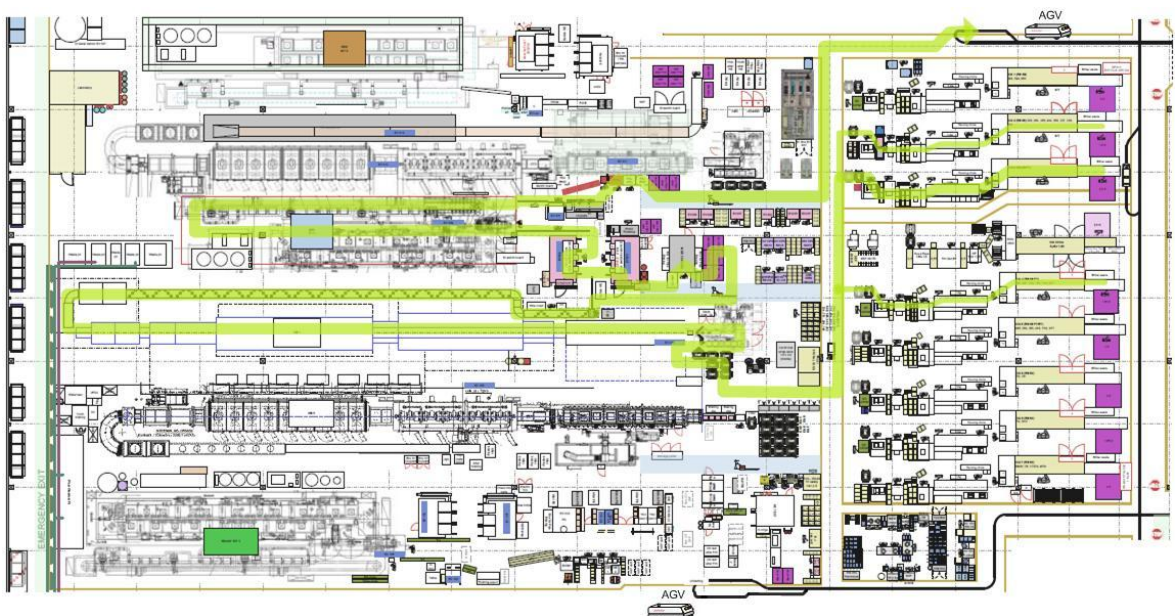
Malé jádro výparníku EV03 má o poznání plynulejší tok výroby. Problém ale spočívá v tom, že je montáž jádra prováděna na CA4 a jádro finišováno na ST2 (čísla linek nejdou posloupně).



Obrázek 19: tok projektu EV03 (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)

Projekt EV04

EV04 je jeden z klíčových projektů pro DMCZ. Jeho montáž probíhá z 85 % na CA8 a finišuje se na ST4.



Obrázek 20: tok projektu EV04 (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)

13 PLÁNOVÁNÍ VÝROBY

O plánování výroby se starají pracovníci Production Control. Ti na základě informačního systému Cigma získávají přehled o požadavcích zákazníků. Tyto požadavky pokrývají interval půl roku. Objemy zakázek jsou každý týden aktualizovány a specifikovány.

Na základě těchto dat je každé úterý sestaven plán výroby pro CA linky na celý týden. Z plánu výroby je každou středu odvozen plán objednávání a dodávek materiálu.

Tabulka 2: plán výroby (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)

RANNÍ	PROJEKT	PLÁN	VYROBENO
8	EV	770	743
7	EV	770	761
6	EV	770	642
5	EV	770	748
4	EV	150	135
	EV	270	248
	EV	350	154
3	EV	270	258
	EV	150	154
	EV	350	187
2	EV	770	768
1	EV	770	798

Prioritou při sestavování plánu výroby jsou HVAC linky. Tyto linky není možné zastavit kvůli nedodání dílů. Tato chyba by sebou mohla nést následující dopady. Za prvé, by se v případě nedodání výparníků zastavila výroba na lince HVAC. A za druhé by takový prostoj mohl způsobit zastavení koncového zákazníka - automobilky – což by znamenalo, jak obrovské finanční náklady v podobě zaplacení způsobeného prostoje na lince automobilky, tak pokles či dokonce ztrátu důvěry a v konečném důsledku ztrátu zákazníka a budoucích obchodů.

Z toho důvodu jsou nejprve rozplánovány objemy výroby pro HVAC na jednotlivé CA linky a zbývající kapacity jsou doplněny pro externí zákazníky. Na základě takového plánu jsou vyráběny, sledovány a kontrolovány objemy výroby. Plán je sestaven pro montážní CA linky. Pro druhou část výroby – finishing – žádný takový plán neexistuje. Mistři finishingu mají za úkol doslova „procpat“ smontované výparníky následujícími procesy až k exportu.

14 ZÁSObY

Následující kapitola se bude věnovat zásobám a jejich distribuci na pracoviště.

Komponenty pro jádra výparníků se zpravidla skladují a přepravují v plastových bednách. Tyto bedny mají své označení písmenem a číslicí značící jejich objem.

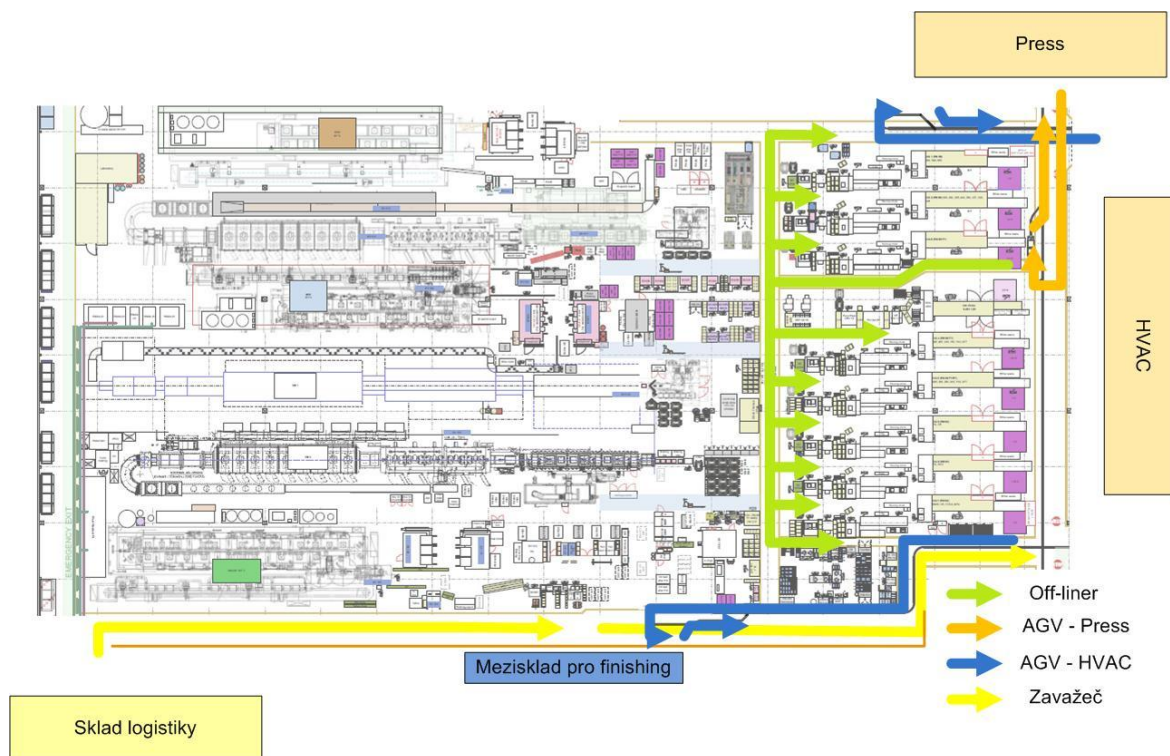
Nejčastěji používanými typy beden jsou B-2 a C-2. V tabulce jsou uvedené vnější rozměry beden v milimetrech.

Tabulka 3: přehled beden (vlastní zpracování)

Označení bedny	Velikost bedny
B-2	200×150×300
C-2	300×150×400

14.1 Transport materiálu

Nejprve je důležité vysvětlit, jakými způsoby je s materiálem v závodě manipulováno. Existuje totiž několik způsobů jak transportovat materiál.



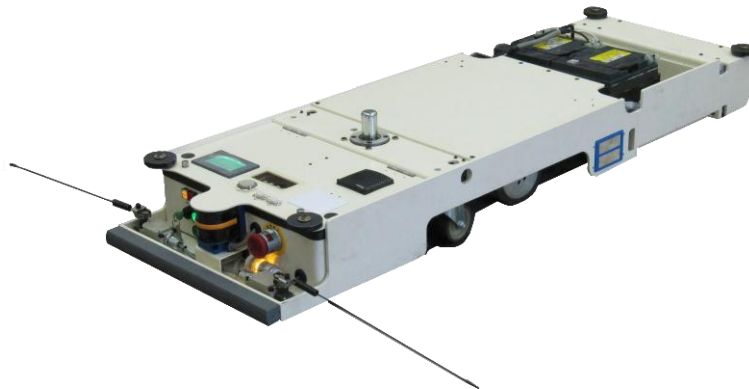
Obrázek 21: zodpovědnosti za transport materiálu (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)

14.1.1 AGV

Zkratka AGV značí automaticky naváděné vozítko (automatic guided vehicle). Ve firmě se využívá pro přepravu materiálu mezi středisky. Středisko Evaporátor využívá AGV jak pro dovážení hliníkových komponent z Pressu, tak pro přepravu výparníků na HVAC linky.

Trasa vozítka je určena magnetickou páskou nalepenou na zemi. Na této trase jsou vyznačené značky, které vozítku sdělují informace. Zejména o tom, kdy odpojit a zapojit vozíky. Díky této funkci mohou AGV fungovat autonomně, bez závislosti na obsluhu. Podmínkou je aby, byl vozík přichystán ve správné poloze.

AGV z Pressu dováží díly po bednách na jednom vozíku. K převozu jader na HVAC linku slouží, co se týče náročnosti na plochu, menší a tudíž flexibilnější vozíky, jichž je možné zapojit více za sebe.



Obrázek 22: AGV (vlastní zpracování)

14.1.2 Off-line pracovník

Termín off-line pracovník nebo off-liner, v jiných firmách např. manipulant, značí pracovníka, který nemá výrobní povinnosti. Stará se pouze o distribuci materiálu. Off-liner na středisku Evaporátor má na starosti distribuci materiálu z podmontáží a ze stanice AGV do příslušných regálů příslušných linek.

14.1.3 Zavažeč - logistika

Zavažeč distribuuje materiál ze skladu logistiky do meziskladů v procesu výroby. Na středisku Evaporátor zavažeč přiváží díly určené k použití na finishingu. Tyto díly na jednotlivá pracoviště nedistribuuje off-liner, tento úkol spadá do kompetence seřizovačů.

Jeden okruh zavažeče, kdy objede svou trasu, nabere ve skladu logistiky dle pick-up kanbanů materiál a vrátí se zpět, je 23 minut.

14.1.4 Seřizovač

Seřizovači jsou pracovníci, kteří mají technické znalosti o strojích a jsou schopni svépomocí odstranit drobné závady, vedou svůj tým pracovníků (cca. 3-5 lidí) a nemají vyloženě přímé výrobní povinnosti. Starají se o suplování pracovníků, kteří potřebují přestávku. Jejich dalšími povinnostmi jsou opravy neshodných kusů, distribuce materiálu na pracovišti, např. připravení beden s materiálem z regálu do stojanu, odvezení hotové produkce na vozíku či paletě na další proces.

14.1.5 Dopravníky

Ve firmě je možné nalézt velké množství gravitačních dopravníků. Těmi je zajištěn transport výrobků mezi procesy na krátké vzdálenosti. Jejich největší výhodou jsou nulové provozní náklady.

Pomocí gravitačních dopravníků jsou řešeny i regály pro skladování materiálu na linkách. Kdy pomocí kolečkových dopravníků v pozici nakloněné roviny je gravitačním spádem umožněn posun materiálu k pracovišti.

14.2 Lokace zásob

V následujících podkapitolách bude upřesněno, kde se zásoby nacházejí.

14.2.1 Press

Na středisku Press jsou vyráběny a skladovány pro komponenty pro Evaporátor. Mezi středisky Press a Evaporátor byl vytvořen pull systém, který reaguje na skutečnou spotřebu jednotlivých komponent na Evaporátoru.

Informace o dodání materiálu z Pressu na Evaporátor je přenášena pomocí pick-up kanbanů. Tyto kanbany jsou na AGV odeslány na Press. Pracovníkem Pressu jsou poté pick-up kanbany přebrány a dle označení lokací uvedených na kartách, nachystá příslušné bedny

s materiálem. Poté vloží do bedny pick-up kanban a vyjme kanban výrobní. Ten umístí do přihrádky na tabuli, kde je vizuálně vyznačeno, při jakém spotřebovaném množství se musí začít vyrábět výrobní dávka daného dílu a doplnit tak zásobu.

14.2.2 Montáž jader

Výparníky vznikají na montáži jader, kde jsou jednotlivé komponenty do sebe poskládány a smontovány. Vstupní materiál na linku tvoří hliníkové komponenty z Pressu a coily hliníku.

Coily

Coily představují tenkého pásku hliníku namotaného do cívek. Jsou materiálem pro tvorbu finů.



Obrázek 23 coily (vlastní zpracování)

Jejich norma spotřeby se liší v závislosti na délce a šířce jádra, na výšce finů a počtu vln na šířku jádra. Coily na pracoviště přivážejí zaměstnanci logistiky. Ti se starají o dodávku coilů na všechna střediska. Jeden coil zpravidla vydrží pro výrobu jader na jedné směně.

Hliníkové komponenty

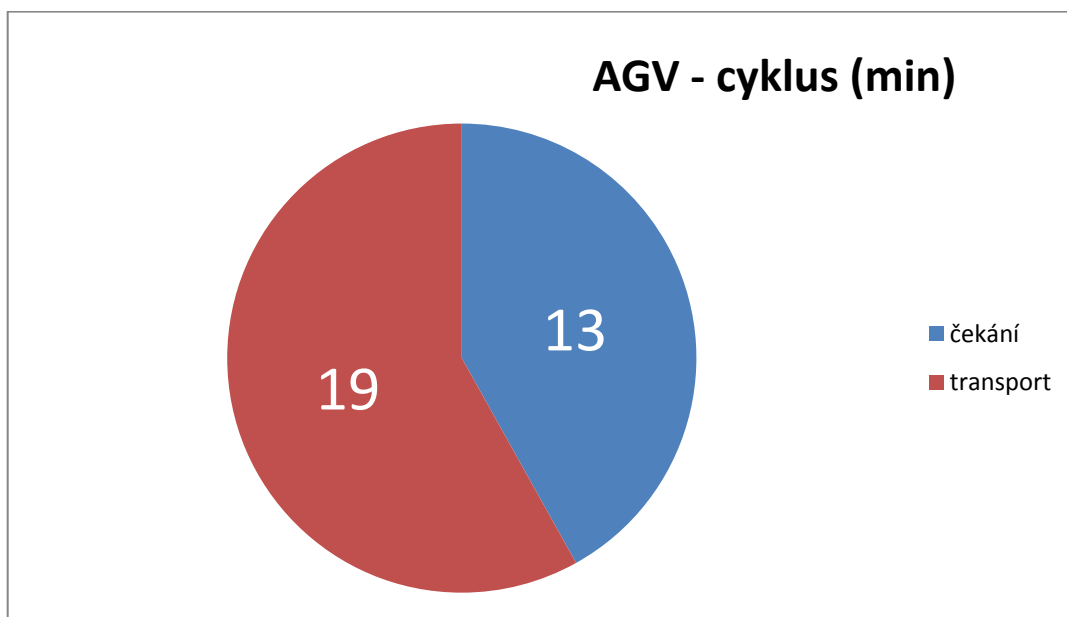
Hliníkové díly, ze kterých se skládá jádro výparníku, jsou dováženy ze střediska Press přímo na jednotlivé montážní linky, anebo jsou upraveny v procesech podmontáží a teprve poté putují na linky.

Na linkách jsou díly skladovány v regálech se spádovými dopravníky. Tyto dopravníky umožňují plynulý odběr materiálu a zrychlují tak sekvenční aktivity operátorů v podobě výměny beden s materiálem.

Hliníkové komponenty z Pressu jsou k montážním linkám dováženy AGV z Pressu a dále jsou distribuovány off-linerem ze stanice AGV na jednotlivé linky.

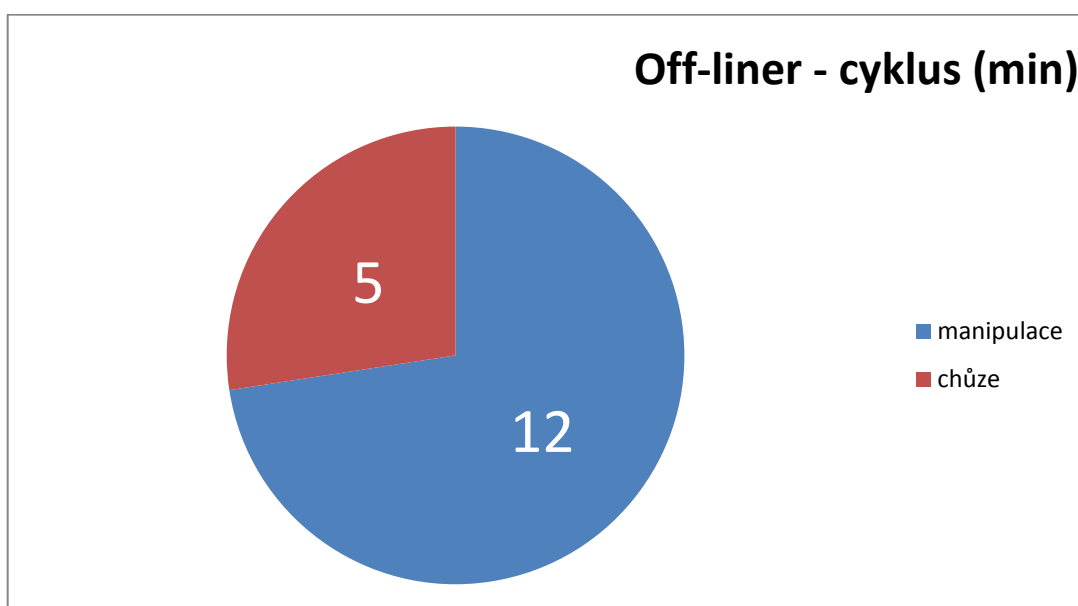
Z tohoto důvodu je nutné ověřit, v jakých časových intervalech operuje AGV a off-liner. Hodnoty byly vytvořeny na základě průměru pěti cyklů naměřenými stopkami.

Bylo zjištěno, že jeden cyklus AGV trvá 32 minut. Jedná se však o čas, ve kterém jsou započítány prostoje, které vznikají čekáním na obsluhu, čekáním na odstranění překážky v cestě, „vykolejením“. Tato zdržení dosáhla hodnoty 13 minut.



Graf 1: cyklus AGV (vlastní zpracování)

Další graf zobrazuje cyklus a složení činností off-linera. Jeho celkový cyklus činil 17 minut.



Graf 2 cyklus off-linera (vlastní zpracování)

S ohledem na zavázeční cyklus off-linera byla vytvořena následující tabulka, která zobrazuje minimální množství beden s materiálem na lince. Jedná se o komponenty přepravované off-linerem. Jednotkou času bylo zvoleno 30 minut, což odpovídá cyklu off-linera i s nezbytnou rezervou na neočekávané události.

Ve výrobě se pochopitelně používá velké množství druhů jednotlivých komponent a pro každou komponentu má bedna odlišnou kapacitu, což se týče množství. Proto bylo záměrně vybráno to nejmenší možné, aby byly zabezpečeny veškeré případy.

Tabulka 4: spotřeba beden na 30 minut (vlastní zpracování)

Název dílu	Počet beden / 30 min	Velikost bedny
bočnice	0,6	C-2
tank	1,1	C-2
čelo	1,2	C-2
příruba	2,9	B-2
víčka	1,0	C-2

Z tabulky je patrné, že největší spotřeba beden je s přírubami. Ty je nutné dodávat do cyklu na linku v počtu 3 kusů. Důvodem je především malá kapacita bedny. Používat větší velikost bedny by však v tomto případě bylo kontraproduktivní. Velikost bedny je optimální pro dané pracoviště, jelikož umožňuje umístit materiál do nejkratší možné dosahové vzdálenosti operátora.

Příruby

Příruby jsou rozstříhány a slisovány v podmontáži, kde jsou poté i skladovány. Dle kalkulace počtu kanbanových karet, počtu kusů v bedně a maximální hodinové spotřeby vychází následující zásoba v hodinách.

Z tabulky lze vyčíst, že minimální zásoba, která byla stanovena, odpovídá 1,6 hodinám. Naopak maximální časy jsou v takové výši, jelikož tyto díly mohou vstupovat do více projektů vyráběných ve stejný čas na více linkách.

Tabulka 5: množství přírub (vlastní zpracování)

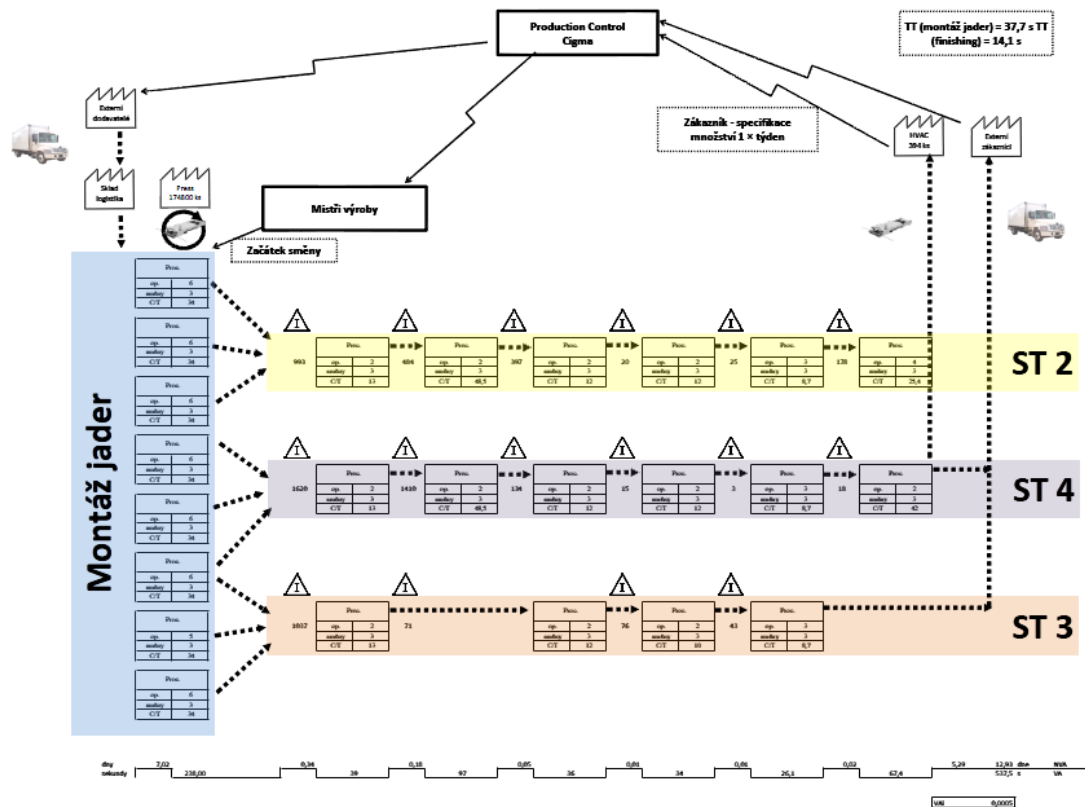
Název dílu	zásoba v hodinách
CZ 447686 - 0010	6,3
CZ 447686 - 0080	18,9
CZ 447686 - 0085	18,9
CZ 447686 - 0086	16,8
CZ 447686 - 0020	2,2
CZ 447686 - 0040	2,2
CZ 447686 - 0041	2,2
CZ 447686 - 0030	2,2
CZ 447686 - 0031	2,2
CZ 447686 - 0050	3,2
CZ 447686 - 0070	5,3
CZ 447686 - 0090	5,3
CZ 447686 - 0060	7,6
CZ 447686 - 0100	2,5
CZ 447686 - 0110	1,6
CZ 447686 - 0120	3,2
CZ 447686 - 0130	7,6

Z tabulky vyplývá, že zásoba je opravdu minimální a je nesmírně důležitá flexibilita a včasná reakce na doplnění zásob a na změnu programu. Jelikož jsou příruby montovány na ručních lisech, kterých je dostatek, eventuálně nevyžadují přestavbu, je změna na jiný projekt poměrně snadná. Aby se však informace donesla co nejrychleji, byl instalován tzv. ball-kanban.

Jedná se o systém trubek a hadic vedoucích z linek, z pracoviště montáž přírub, na podmontáž. Tento systém je napojený na vysavač, který je spuštěn v momentě, kdy je aktivován senzor. Senzor se aktivuje tak, že je do schránky vložen ping-pongový míček. Míček je vysavačem nasáván z montážní linky až do schránky v podmontáži. Čili, míček je nositelem informace o spotřebě materiálu a následně o spuštění výroby na podmontáži. Ball-kanban umožňuje velmi snadné a rychlé přenášení informace a dovoluje tak výrobě flexibilně reagovat na poptávku.

15 VSM

Pro detailnější pochopení výroby a odhalení příčin plýtvání bylo provedeno mapování toku hodnot a následně sestavena VSM. Zde je uvedeno pouze schéma. VSM pro čtení je součástí přílohy.



Obrázek 24: VSM (vlastní zpracování)

15.1.1 VA index

Po roztřídění operací na ty, které přidávají hodnotu, a na ty, které hodnotu nepřidávají, je možné určit VA index (Value Added index) = index přidané hodnoty.

Ten se zjistí poměrem času, kdy je výrobku přidávána hodnota a celkovou dobou, po kterou výrobek vzniká.

Z dané VSM vyplývá, že index přidané hodnoty je 0,000481.

V projektové části jsou uvedeny kroky zakreslené do VSD, které pomohou index přidané hodnoty zvýšit.

16 PROJEKTOVÁ ČÁST

Tato část práce se zabývá navržením řešení, jak odstranit problémy, na které upozornila analytická část.

16.1 Hlavní problémy:

- navržený materiálový tok
- čekací doby rozpracované výroby
- křížení tras materiálu
- rozpracovaná výroba
- manipulace a handling s rozpracovanými výrobky

16.2 Cíle projektu

- optimalizace toku materiálu

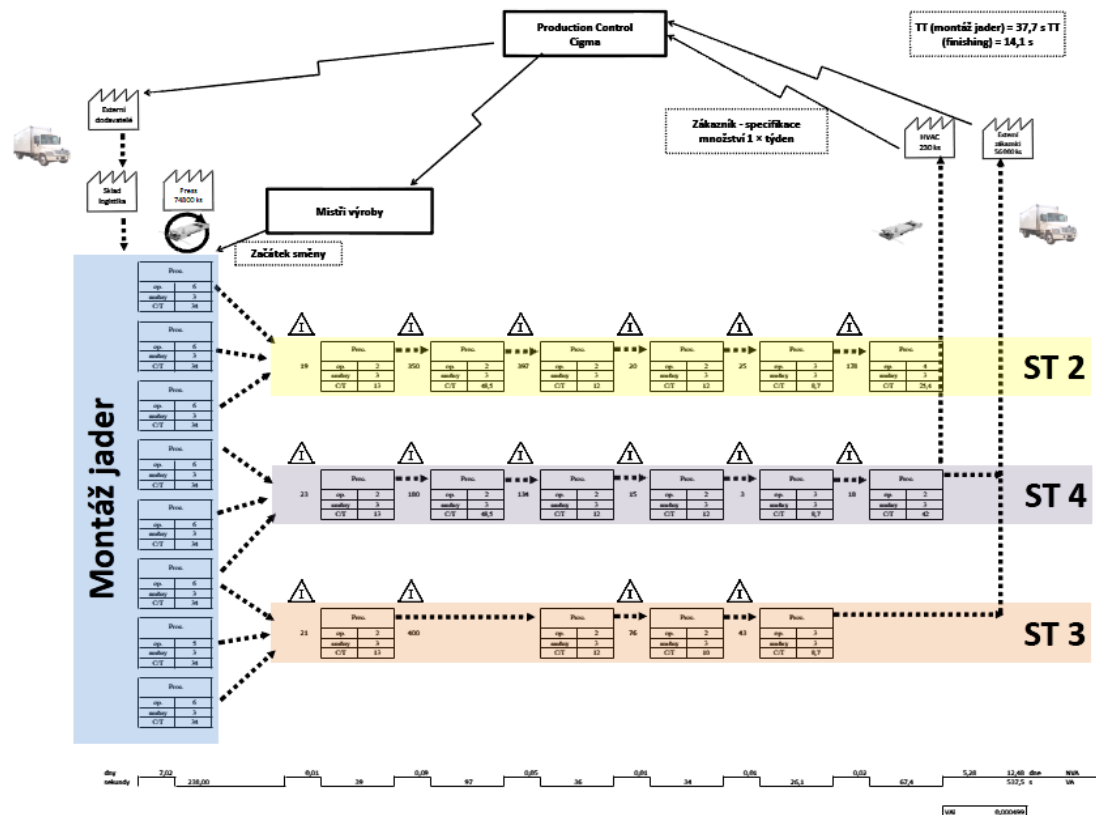
16.3 Dílčí cíle

- zmapování současného stavu procesu
- redukce zásob
- úspora místa
- zkrácení lead time
- zkrácení transportních vzdáleností
- redukce operátora

16.4 Omezení projektu

- finanční náročnost na přesun strojů
- finanční náročnost na nákup nových technologií
- omezení technologickými postupy
- omezení požadavky zákazníka

16.5 VSD



Obrázek 25: VSD (vlastní zpracování)

16.5.1 VA index

Po aplikaci navržený řešení bude možné zvýšit podíl přidané hodnoty v procesu. VAi se dostane na hodnotu 0,000499.

16.6 Návrhy na řešení:

16.6.1 Optimalizace toku výroby

Z layoutů v kapitole Process flow vyplývají problémy, které by bylo možné eliminovat uzpůsobením výrobního toku. Konkrétně to pro jednotlivé projekty to znamená následující:

EV01, EV02

Výrobu projektů EV01 a EV02 je z hlediska napřímení toku materiálového toku nutné přesunout na povrchovou úpravu ST2.

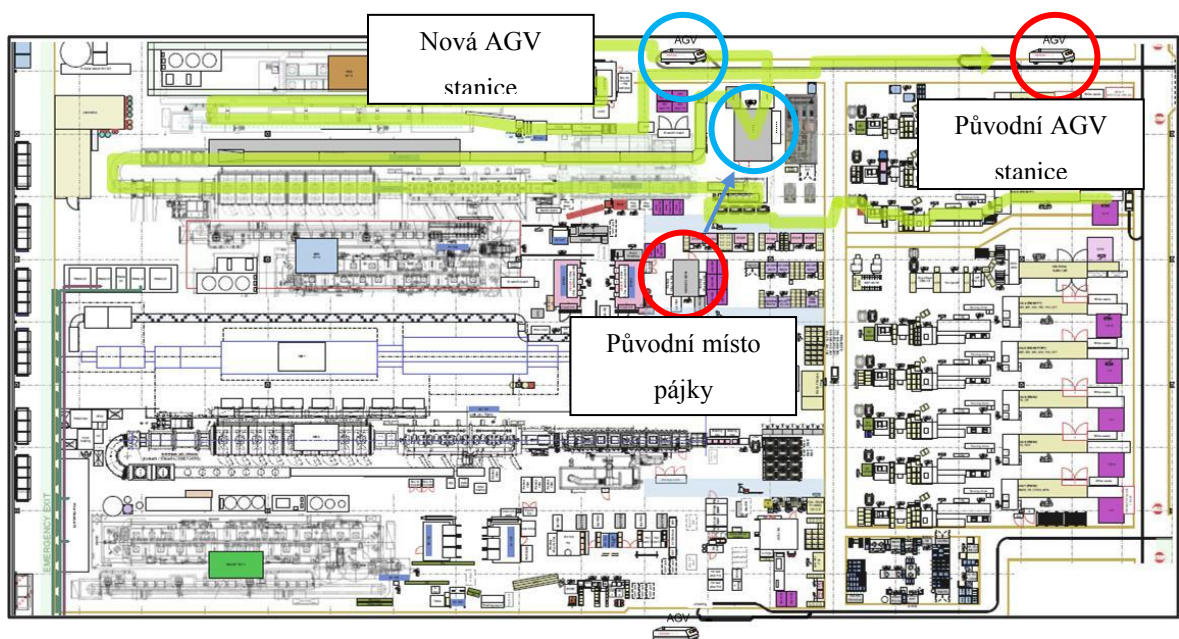
EV03

Projekt EV03 je vyráběn na CA4, jelikož se jedná o projekt typu RS38. Ale zároveň vstupuje na finishing ST2. Řešením plynulosti toku materiálu je využití přestaveb na montážní lince CA5 a výrobě právě v tento čas.

Tímto úkolem se bude muset řídit plánovač výroby.

EV04

Projekt EV04 patří mezi ty nejvíce objemové, proto je nutné, aby na něj ve zlepšovacích procesech byla kladena ta největší priorita. Jelikož je v současné době projekt převážně vyráběn na povrchové úpravě vně střediska, navrhuji, aby byla výroba přesunuta na finishing RS3. Toto umístění je výhodně zejména díky tomu, že je možné až k finishingu vést dráhu AGV. Takovou změnou je možné uspořit čas seřizovači daného pracoviště. Seřizovač je po naplnění kapacity vozíku nucen vozík převést k původní AGV stanici a vrátit se zpět s prázdným vozíkem.



Obrázek 26: návrh toku EV04 (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)

S touto změnou musí přijít i změna layoutu. Jelikož projekt EV04 je komponentou klimatické jednotky vyráběné v DMCZ, jsou na jádro napájené trubky. Z tohoto důvodu bude nezbytné přestěhovat pájku z původní pozice do pozice uvedené v layoutu.

Náklady:

Tabulka 6: propočet vzdáleností (vlastní zpracování)

činnost	vzdálenost
přesun pájky	78000
prodloužení dráhy AGV	5000
suma	83000

V tabulce jsou uvedené vzdálenosti a časy jednoho cyklu odvezení plného vozíku a přivezení prázdného (vzdálenosti v metrech, čas v sekundách):

Tabulka 7: kalkulace změny (vlastní zpracování)

stav	vzdálenost	čas
původní	75	93,8
změna	18	22,5
rozdíl	57	71,3

V další tabulce je situace promítnuta do ročního množství. Nyní jsou už vzdálenosti uváděny v kilometrech a čas v hodinách

Tabulka 8: kalkulace změny za rok (vlastní zpracování)

stav	vzdálenost	čas
původní	810	281
změna	194,4	68
rozdíl	615,6	214

V případě úspory 214 hodin ročně činí úspory 40 600 Kč. Vzhledem k tomu, že u projektu je očekávaný růst objemu, kalkulace úspor se může změnit.

16.6.2 Dopravníky z CA linek

Před nakládkou do pece je nutné zafixovat jádro před teplotní deformací. Pro tyto účely jsou využívány ocelové přípravky vytvořené na míru dle velikosti výrobku. Tuto činnost prováděli operátoři.

Činnost usazování přípravků na jádra je však možné eliminovat pomocí využití robota, který uchopí jádro a sváže jej drátem, který rovněž plní funkci fixaci jádra. V tomto případě operátoři slouží pouze k manipulaci s výrobky z vozíku na elektrický dopravník do vázacího robota.

Momentálně je v provozu jeden vázací robot a už brzy bude uvolněn do výroby druhý. A v průběhu tohoto roku bude dokončen i třetí. To znamená úplnou automatizaci fixace jader. Operátoři jsou za současných podmínek u procesu nezbytní, jelikož nakládají jádra do vázacích robotů.

Činnost nakládky by se ovšem podařilo eliminovat vhodným řešením elektrických dopravníků. Díky tomuto řešení, by bylo možné redukovat 9 operátorů v procesu (3 pracovníci na 3 směnách). Což znamená úsporu 1 050 000 Kč.

Další přínosy, které by s sebou přineslo přímé napojení toku výrobků z linek do pece:

- úplně odstranění manipulace s vozíky
- úspora podlahového prostoru o 35 m²
- zkrácení lead time

Podmínky:

- zafixovaný tok výroby z CA linek do pecí
- překlenutí uličky
- modifikace vázacích robotů
- záložní řešení v případě poruchy dopravníků

Náklady:

Tabulka 9: kalkulace nákladů na dopravníky (vlastní zpracování)

	RS2	RS4	RS3
dopravníky	288 730 Kč	308 230 Kč	300 430 Kč
senzory	25 000 Kč	25 000 Kč	25 000 Kč
konstrukce	17 000 Kč	24 200 Kč	19 100 Kč
úprava robota	0 Kč	50 700 Kč	50 700 Kč
suma	330 730 Kč	408 130 Kč	395 230 Kč

16.6.3 Modifikace vozíků

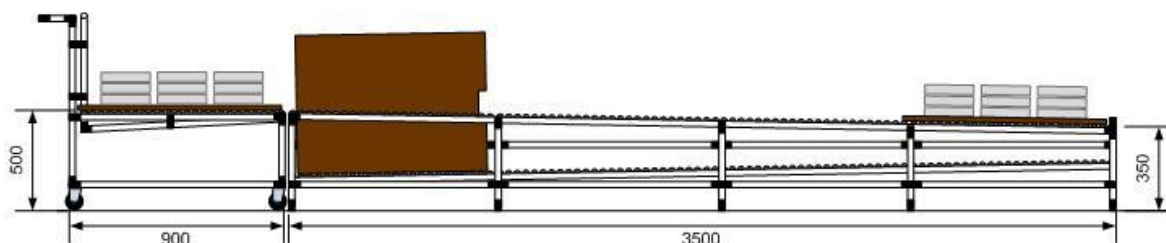
Další variantou, v případě neschválení použití elektrických dopravníků, by bylo možné zmodifikovat konstrukci vozíků, na kterých jsou převážena jádra z CA linek k vázacím robotům u pecí.

V současné době jsou smontovaná jádra převážena na vozících k peci. Zde čekají na volnou kapacitu pece. Operátor na nakládce postupně odebírá z jednoho vozíku jádra a polo-

huje je na dopravník vedoucí do pece. Jakmile dokončí výrobní dávku, odebere poslední kus z vozíku, musí převézt prázdný vozík do volného prostoru a připravit si plný vozík. V tento čas operátor netvoří žádnou přidanou hodnotu a není využita kapacita pece.

Modifikací vozíků a umístěním spádových dopravníků, by bylo možné dopravovat dávky smontovaných jader až k operátorovi na nakládce a efektivněji využít jeho čas a kapacitu pece.

Na obrázku je náčrt vozíku a spádového dopravníku.



Obrázek 27: výkres vozíku a dopravníku (vlastní zpracování)

V případě tohoto řešení seřizovač CA linky po dokončení dávky jader převezme vozík k nakládce do pece, odjistí brzdu na vozíku a přesune paletku s jádrem na dopravník. Paletka poté sjíždí na místo určené k operátorovi na nakládce do pece. Tento operátor postupně odebírá jádra z paletky. Po dokončení dávky vezme paletku a vloží ji do dopravníku se zpětným spádem. Mezitím sjede do domácí pozice plná paleta a operátor může plynule pokračovat v práci.

V tabulce níže je uveden původní stav kompletní výměny vozíků a dále stav po implementaci změn. Rovněž je vykalkulovaná časová úspora v sekundách na jeden cyklus výměny prázdného vozíku/paletky před a po změně a následný rozdíl.

Tabulka 10: kalkulace změny (vlastní zpracování)

stav	čas výměny
před	35
po	7
rozdíl	28

S projekcí na výrobní množství v celém roce by úspora činila 667 hodin. Což je cca. 126 000 Kč.

Tabulka 11: kalkulace roční změny (vlastní zpracování)

stav	čas výměny
před	833
po	167
rozdíl	667

Úsporu místa, kterou by tato změna zapříčinila, je možné odhadnout na 27,5 m².

Kalkulace nákladů

V následujících tabulkách jsou uvedené náklady na realizaci. Ceny jsou uvedeny v českých korunách. Práci je možné provést ve vlastní režii.

Tabulka 12: kalkulace nákladů na vozík (vlastní zpracování)

kalkulace 1 vozík	množství	cena
trubky	17 m	1048,1
vodící kolejky	2 m	331,0
spojky	19 ks	830,3
kolečka	4 ks	375,7
paletka	1 ks	267,8
suma		2852,9

Tabulka 13: kalkulace nákladů na dopravník (vlastní zpracování)

kalkulace 1 dopravník	množství	cena
trubky	35 m	2157,9
vodící kolejky	12 m	2986,0
kolejky	4 m	526
spojky	40 ks	1575
suma		7244,9

Tabulka 14: kompletní náklady (vlastní zpracování)

kalkulace celá výroba	množství	cena
vozík	18 ks	51352,8
paletky	9 ks	2410,2
dopravník	3 ks	21734,7
suma		53763,0

16.6.4 Andony údržby

Mezi nevýhody linkové výroby patří to, že porucha na jakémkoliv pracovišti znamená zastavení celé linky a zastavení výroby nadcházejících procesů. Neznamena to ovšem zastavení procesů předchozích. Jelikož na středisku Evaporátor neexistuje systém pull nýbrž je vyráběno systémem push, dochází k tomu, že předcházející pracoviště vůbec nemusí o zastavení stroje, v procesu o krok dále, vědět. V tomto okamžiku dochází k hromadění rozpracované výroby před nefunkčním pracovištěm.

Jako protiopatření samozřejmě existuje TPM, ale v případě aktuální akutní poruchy navrhuji, aby byl u pracoviště údržby umístěn andon, který bude signalizovat zastavení stroje.

Andony by měly být instalovány ke strojům, u kterých hrozí poruchy častěji a není v kompetencích seřizovačů tyto opravy provádět.

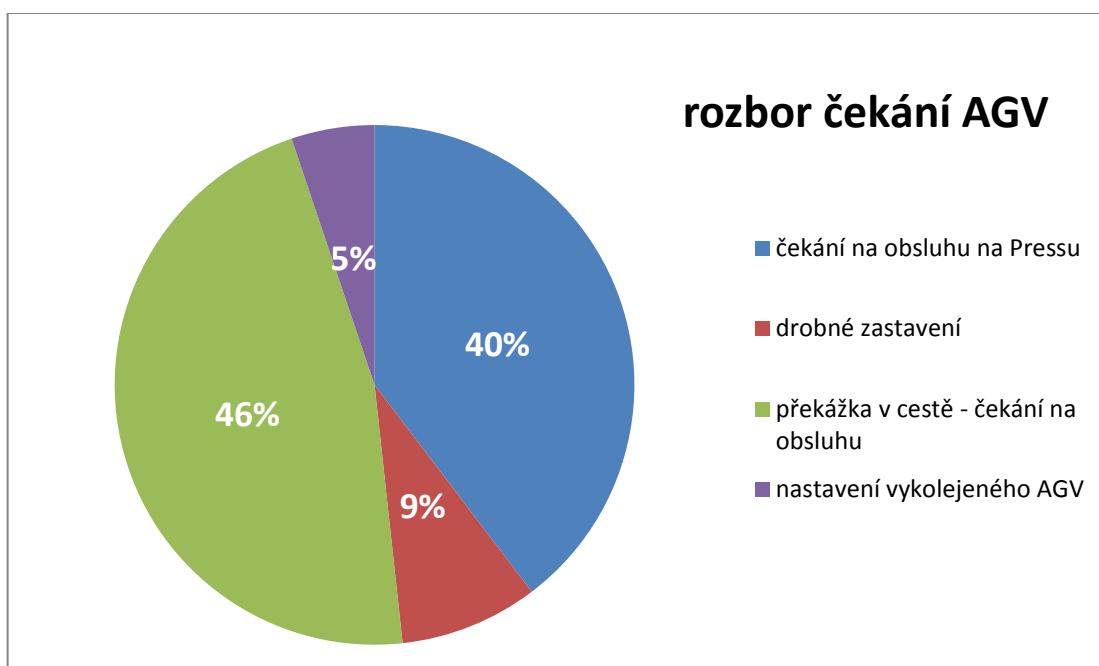
Náklady:

Tabulka 15: náklady na andony (vlastní zpracování)

	RS2	RS4	RS3
pec	570 Kč	570 Kč	570 Kč
ST	570 Kč	570 Kč	570 Kč
suma	1 140 Kč	1 140 Kč	1 140 Kč

16.6.5 Eliminace čekání AGV

Z analýzy cyklu AGV vyplývá, že 40 % času čeká. Čekání je způsobeno následujícími vlivy:



Graf 3: rozběr čekání AGV (vlastní zpracování)

Z grafu vyplývá, že největší prostoje vznikají zastavením AGV překážkou v trase a čekáním na obsluhu na nakládce.

Překážky v cestě tvoří zejména špatně narovnané vozíky, které má AGV naložit. Operátoři, kteří tyto vozíky polohují, se mohou řídit značkami na podlaze. Značky jsou nalepeny na místě, kde by měla stát kola vozíku. Přes dno vozíku však není tyto značky vidět.

Označením středů přední a zadní strany vozíku bude možné, pomocí těchto dvou bodů, vyrovnat vozík do přesné polohy, tak aby jej AGV mohlo naložit a nenabouralo do něj.

Druhou nejvýznamnější položku tvoří čekání na obsluhu na Pressu. Off-liner na Pressu má za úkol dle pick-up kanbanů nachystat požadovaný materiál na vozík. Problém nastává, když provádí jinou činnost a není v prostoru AGV stanice.

Druhý problém je ten, že AGV je schopné jezdit zcela autonomně, bez závislosti na obsluze. V případě AGV stanice na Pressu je však nutné při každém odjezdu vozítko tlačítkem vypustit.

Čekání je možné zabránit naprogramováním AGV tak, aby jej nebylo nutné při každém odjezdu vypouštět. Tím se zbaví přímé závislosti na off-line pracovníkovi.

Další možností jak eliminovat čekání je umístění andonu na Pressu. Tento andon bude spuštěn příjezdem AGV. Off-linerovi bude jasné, že přijelo AGV, přivezlo prázdný vozík s pick-up kanbany a že by tedy měl nachystat další dávku materiálu.

Cena andonu: 570 Kč.

16.6.6 Ball-kanban

Z propočtů spotřeby materiálu vyplynulo, že největší problém se zásobováním je u přírub. Spotřeba beden s tímto materiálem je 2,9 bedny na půl hodiny, což znamená cyklus off-linera.

Pro flexibilitu a rychlou reakční dobu byl vybudován, v analytické části zmíněný, ball-kanban. V současné době se však tento systém nevyužívá z důvodu poškození prvků zařízení.

Opravu ball-kanbanu bude možné spojit s jeho rozšířením na novou CA linku. Z toho důvodu bude nutné vykalkulovat správné množství zásoby.

16.8 Nákladová analýza

Zde jsou uvedeny dvě nákladové analýzy pokrývající dvě vzájemně se vylučující řešení. Nejprve je zobrazena méně nákladová varianta s modifikací vozíků. Poté je uvedena nákladová analýza pro implementaci dopravníků.

Tabulka 18: nákladová analýza – modifikace (vlastní zpracování)

	květen 2014	červen 2014	červenec 2014	srpen 2014	září 2014	říjen 2014	listopad 2014	prosinec 2014	leden 2015	únor 2015	březen 2015	duben 2015	květen 2015
Optimalizace toku výroby													
protažení trasy AGV		5 000 Kč											
přesun pájky MQB		78 000 Kč											
Modifikace vozíků													
vytvoření vozíků	53 763 Kč												
vytvoření dopravníků		21 735 Kč											
Andon údržby	3 420 Kč												
Eliminace čekání AGV													
andon pro off-linera	570 Kč												
Ball-kanban													
oprava stávajícího řešení		1 352 Kč											
instalace na CA9				950 Kč									
Suma	57 753 Kč	106 087 Kč	0 Kč	950 Kč			0 Kč	0 Kč				0 Kč	

Tabulka 19: nákladová analýza – dopravníky (vlastní zpracování)

	květen 2014	červen 2014	červenec 2014	srpen 2014	září 2014	říjen 2014	listopad 2014	prosinec 2014	leden 2015	únor 2015	březen 2015	duben 2015	květen 2015
Optimalizace toku výroby													
protažení trasy AGV		5 000 Kč											
přesun pájky MQB		78 000 Kč											
Dopravníky z CA linek													
fyzická úprava robota			50 700 Kč				50 700 Kč						
instalace dopravníků				357 430 Kč				344 530 Kč				330 730 Kč	
Andon údržby	3 420 Kč												
Eliminace čekání AGV													
andon pro off-linera	570 Kč												
Ball-kanban													
oprava stávajícího řešení		1 352 Kč											
instalace na CA9				950 Kč									
Suma	3 990 Kč	84 352 Kč	50 700 Kč	358 380 Kč			50 700 Kč	344 530 Kč				330 730 Kč	

16.9 Riziková analýza

Tabulka 20: riziková analýza (vlastní zpracování)

Riziko	Pravěpodobnost vzniku			Stupeň dopadu			Výsledek
	Nízká	Střední	Vysoká	Nízký	Střední	Vysoký	
Nechválení projektu	0,2				0,4		0,08
Zpoždění projektu			0,8		0,4		0,32
Nedostatek financí	0,2					0,7	0,14

Vysoké riziko

Zpoždění projektu – projekt se může zpozdít, zejména kvůli odladění prvního vázacího robota a termínu instalace třetího. Projektu bude nutné určit příslušnou prioritu, aby byli volní pracovníci technologie a údržby.

Střední riziko

Nedostatek financí – vzhledem k postavení společnosti nehrozí riziko, že by profitabilní investice nebyla schválena. Kdyby k tomu ovšem došlo, znamenalo by to stopnutí projektu, anebo realizaci náhradního řešení, které je připravené v podobě modifikace vozíků.

Nízké riziko

Nechválení projektu – Pravděpodobnost je nízká, znamenalo by to ovšem střední dopad. Pravděpodobně by bylo nutné nalézt další řešení.

ZÁVĚR

Denso Manufacturing Czech, s. r. o. je od roku 2004 jedním z největších zaměstnavatelů v libereckém kraji. Má za sebou silnou mateřskou společnost, která poskytuje stabilitu a zaručuje dobré jméno.

To samo o sobě nestačí. Nejdůležitější je přesvědčit zákazníky o tom, že chtějí odebrat právě tyto výrobky a žádné jiné. DMCZ je součástí automobilko průmyslu, což představuje velice turbulentní prostředí s tlakem na zvyšování produktivity a snižování ceny výrobku. V automobilovém průmyslu platí zlaté pravidlo 3×3. Znamená to, že dodavatel se zaváže k tomu, že po prvním, druhém a třetím roce výroby sníží cenu výrobku o 3 %. Z tohoto důvodu je nezbytné nikdy nepřestat uvažovat o zlepšování procesů, jelikož to je neustálý a nikdy nekončící příběh.

Jednou z oblastí zlepšování procesů je i správné navržení materiálového a procesního toku. V první části této diplomové práce jsou představeny metody, které je možné při designu toku použít. Další částí je zasvěcení do výroby a analýzy, pomáhající rozklíčovat problém. V projektové části jsou představena řešení, která vedou ke zlepšení procesu.

Klíčovou částí jsou elektrické dopravníky vedoucí z linek přímo do vázacích robotů, jelikož díky tomuto řešení bude možné eliminovat 3 operátory, ze 3 směn. Navíc díky dopravníkům vznikne výroba one-piece-flow, což pomůže zkrátit celkový lead time. Dalším benefitem je získání podlahové plochy, kterou je možné využít pro výrobní účely a ne pro skladování výrobků.

JIRSÁK, Petr, Michal MERVART a Marek VINŠ, 2012. *Logistika pro ekonomy - vstupní logistika*. Vyd. 1. Praha: Wolters

MYERSON, Paul, c2012. *Lean supply chain and logistics management*. New York: McGraw-Hill, xviii, 270 s. ISBN 978-0-07-176626-5

KLUWER ČESKÁ REPUBLIKA, 263 S. ISBN 978-80-7357-958-6. SEZNAM POUŽITÉ

LITERATURE

1. ALLEN, John. Lean Manufacturing: A Plant Floor Guide. . 2001, . ISSN:-.
2. BANGSOW, Steffen, c2010. *Manufacturing simulation with Plant Simulation and Simtalk: usage and programming with examples and solutions*. Berlin: Springer, xvii, 297 p. ISBN 36-420-5074-3.
3. BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.
4. BEITINGER, Gunter, 2012. Lean Manufacturing. *Plant Engineering*. vol. 66, no. 10 s. 37-40. ISSN:0032-082X.
5. BENNEYAN, James C; CHUTE, Alan D., 1993. SPC Process Improvement and the Deming PDCA Circle in Freight Administration. *Production and Inventory Management Journal*. vol. 34, no. 1 s. 35-40. ISSN:0897-8336.
6. BENNEYAN, James C; CHUTE, Alan D., 1993. SPC Process Improvement and the Deming PDCA Circle in Freight Administration. *Production and Inventory Management Journal*. vol. 34, no. 1 s. 35-40. ISSN:0897-8336.
7. BENNEYAN, James C; CHUTE, Alan D., 1993. SPC Process Improvement and the Deming PDCA Circle in Freight Administration. *Production and Inventory Management Journal*. vol. 34, no. 1 s. 35-40. ISSN:0897-8336.
8. BRIŠ, Petr, 2010. *Management kvality*. Vyd. 2., uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 208 s. ISBN 978-80-7318-912-9.
9. CARTER, Pam, 2010. Six Sigma. *AAOHN Journal : Official Journal of the American Association of Occupational Health Nurses*. vol. 58, no. 12 s. 508-510. ISSN:0891-0162.
10. COIMBRA, Euclides A., c2013. *Kaizen in logistics and supply chains*. New York: McGraw-Hill Education, c2013, xx, 363 s. ISBN 978-0-07-181104-0.
11. DARLINGTON, John, 1999. Chasing Muda. *Management Accounting*. vol. 77, no. 1126. ISSN:0025-1682.
12. DEIS, Paul, c2012. *Production and inventory management in the technological age*. Lexington, KY: Paul Deis, xii, 364 s. ISBN 978-1482717143.
13. DOLCEMASCOLO, Darren, c2006. *Improving the extended value stream: lean for the entire supply chain*. New York: Productivity Press, xiii, 209 p. ISBN 978-156-3273-339.

14. FLINCHBAUGH, Jamie. Planning 5S? First Know Why. *Assembly*. 2006, vol. 49, no. 696. ISSN:1050-8171.
15. GLOVER, John. Implementing 5S in Assembly Plants. *Assembly*. 2012, vol. 55, no. 336. ISSN:1050-8171.
16. CHANG, Yung-Chia, CHEN, Chuan-Yung a Kuei-Hu CHANG, 2013. Self-assessment of an 5S Audit in Semiconductor Manufacturing. *Information Technology Journal*. vol. 12, no. 2 s. 251-263. ISSN:1812-5638.
17. IMAI, Masaaki, 2004. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, vi, 272 s. ISBN 80-251-0461-3.
18. JOHNOSON, Corinne, 2002. *Quality Progress*. Milwaukee: American Society for Quality, roč. 35, č. 5. ISSN 0033524X.
19. JIRSÁK, Petr, Michal MERVART a Marek VINŠ, 2012. *Logistika pro ekonomy - vstupní logistika*. Vyd. 1. Praha: Wolters
20. KLEČKA, Jiří a Marcel MATĚJKA, 2004. *Nové podnikové systémy: materiály ke cvičením*. Vyd. 1. Praha: Oeconomica, 143 s. ISBN 80-245-0702-1.
21. KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta, 2011. *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 344 s. ISBN 978-80-251-2524-3.
22. MCMANUS, Kevin, 2004. *Management Muda*. *Industrial Engineer*. vol. 36, no. 622. ISSN:1542-894X.
23. MYERSON, Paul, c2012. *Lean supply chain and logistics management*. New York: McGraw-Hill, xviii, 270 s. ISBN 978-0-07-176626-5
24. MIKA, Geoffrey, 2001. Eliminate All Muda. *Manufacturing Engineering*. vol. 126, no. 418. ISSN:0361-0853.
25. MILTENBURG, J. 2001. One-piece Flow Manufacturing on U-shaped Production Lines: A Tutorial. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*. vol. 33, no. 4 s. 303-321. ISSN:0740-817X.
26. PANDE, Peter S, Robert P NEUMAN a Roland R CAVANAGH, 2000. *The Six Sigma way: how GE, Motorola, and other top companies are honing their performance*. New York: McGraw-Hill, xxiv, 422 p. ISBN 00-713-5806-4.
27. ŘEPA, Václav, 2012. *Procesně řízená organizace*. 1. vyd. Praha: Grada, 301 s. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4128-4.

28. SANDERS, Seiche, 2013. Retooling 5S. *Quality Progress*. vol. 46, no. 105. ISSN:0033-524X
29. SIXTA, Josef a Václav MAČÁT, 2005. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.
30. SVOBODOVÁ, Hana, 2007. *Produkční management*. Vyd. 1. ISBN 978-80-86730-30-1.
31. TODD, Stephen, 1998. Lean Manufacturing. *New Zealand Manufacturer*. 36. ISSN:1171-5375.
32. TOMASZEWSKI, Piotr a Lars LUNDBERG, 2006. The Increase of Productivity over Time—an Industrial Case Study. *Information and Software Technology*. vol. 48, no. 9 s. 915-927. ISSN:0950-5849.
33. TUČEK, David a Roman Bobák, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-731-8381-1.
34. WILLIAMS, Bruce a Natalie J SAYER, 2012. *Lean for dummies*. 2nd ed. Chichester: John Wiley [distributor], xv, 388 p. ISBN 11-181-1756-5.
35. WILLIAMS, J Clifton, 1994. Reengineering. *Baylor Business Review*. vol. 12, no. 18. ISSN:0739-1072.
36. WITT, Clyde E. One-Piece Flow. *Material Handling Management*. 2006, vol. 61, no. 1257. ISSN:1529-4897.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EVA	Středisko Evaporator
HVAC	klimatizace – heating, ventilation, air conditioning
CA	linka montáže jader – core assembly
AGV	Automatic Guided Vehicle
DMCZ	Denso Manufacturing Czech s. r. o.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek	1:	PDCA	cyklus	
				(totalqualitymanagement.wordpress.com/2009/02/25/deming-cycle-the-wheel-of-continuous-improvement/)
				19
Obrázek 2:				logo společnosti (interní zdroje)
				35
Obrázek 3:				pohled na výrobní závod DMCZ (interní zdroje)
				37
Obrázek 4:				ukázka klimatizační jednotky (vlastní zpracování)
				40
Obrázek 5:				kompresor (vlastní zpracování)
				42
Obrázek 6:				kondenzátor (vlastní zpracování)
				42
Obrázek 7:				expanzní ventil (vlastní zpracování)
				43
Obrázek 8:				finy (vlastní zpracování)
				46
Obrázek 9:				plochá trubka (vlastní zpracování)
				47
Obrázek 10:				čelo (vlastní zpracování)
				47
Obrázek 11:				tank se separátory (vlastní zpracování)
				48
Obrázek 12:				příruba (vlastní zpracování)
				49
Obrázek 13:				jádro s trubkami (vlastní zpracování)
				49
Obrázek 14:				rozložení výroby (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)
				50
Obrázek 15:				schéma výroby (vlastní zpracování)
				54
Obrázek 16:				tok materiálu (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)
				55
Obrázek 17:				tok projektu EV01 (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)
				56
Obrázek 18:				tok projektu EV02 (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)
				56
Obrázek 19:				tok projektu EV03 (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)
				57
Obrázek 20:				tok projektu EV04 (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)
				57
Obrázek 21:				zodpovědnosti za transport materiálu (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)
				60
Obrázek 22:				AGV (vlastní zpracování)
				61
Obrázek 23:				coily (vlastní zpracování)
				63
Obrázek 24:				VSM (vlastní zpracování)
				67
Obrázek 25:				VSD (vlastní zpracování)
				69
Obrázek 26:				návrh toku EV04 (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování)
				70
Obrázek 27:				výkres vozíku a dopravníku (vlastní zpracování)
				73

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: kusovník (vlastní zpracování).....	46
Tabulka 2: plán výroby (interní zdroj DMCZ, vlastní zpracování).....	58
Tabulka 3: přehled beden (vlastní zpracování).....	60
Tabulka 4: spotřeba beden na 30 minut (vlastní zpracování).....	65
Tabulka 5: množství přírub (vlastní zpracování).....	66
Tabulka 6: propočet vzdáleností (vlastní zpracování).....	71
Tabulka 7: kalkulace změny (vlastní zpracování).....	71
Tabulka 8: kalkulace změny za rok (vlastní zpracování).....	71
Tabulka 9: kalkulace nákladů na dopravníky (vlastní zpracování).....	72
Tabulka 10: kalkulace změny (vlastní zpracování).....	74
Tabulka 11: kalkulace roční změny (vlastní zpracování).....	74
Tabulka 12: kalkulace nákladů na vozík (vlastní zpracování).....	75
Tabulka 13: kalkulace nákladů na dopravník (vlastní zpracování).....	75
Tabulka 14: kompletní náklady (vlastní zpracování).....	75
Tabulka 15: náklady na andony (vlastní zpracování).....	76
Tabulka 16: náklady na ball-kanban (vlastní zpracování).....	78
Tabulka 17: časový plán (vlastní zpracování).....	78
Tabulka 18: nákladová analýza – modifikace (vlastní zpracování).....	79
Tabulka 19: nákladová analýza – dopravníky (vlastní zpracování).....	79
Tabulka 20: riziková analýza (vlastní zpracování).....	80

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: cyklus AGV (vlastní zpracování).....	64
Graf 2 cyklus off-linera (vlastní zpracování).....	64
Graf 3: rozbor čekání AGV (vlastní zpracování).....	76

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I: VSM.....	90
Příloha II: VSD	91

