

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh montážní stanice ve vztahu k nové produktové řadě

Autor: **Bc. Jakub Albl**
Vedoucí práce: doc. **Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc.**

Akademický rok 2019/2020
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Akad. rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Do originálu práce se vloží originál podepsaný vedoucím katedry a děkanem (nečísluje se)

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Albl	Jméno Jakub	
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 “Průmyslové inženýrství a management”		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Jméno Jana	
PRACOVÍŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Návrh montážní stanice vzhledem k nové produktové řadě.		

FAKULTA	strojní		KATEDRA	KPV		ROK ODEVZD.	2020
----------------	---------	--	----------------	-----	--	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	59		TEXTOVÁ ČÁST	59		GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	--	---------------------	----	--	----------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Zajištění produkce výparníku HP v požadovaném množství. Navržení úprav staršího stroje pro výrobu nového produktu. Navržení tří variant nových montážních stanic. Výběr nejlepší nové montážní stanice. Následně porovnání nejlepšího řešení nové montážní stanice s upraveným starším strojem a výběr optimálního řešení pro zajištění produkce.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p style="text-align: center;">Montážní stanice, montáž, výparník, produkce.</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Albl	Name Jakub	
FIELD OF STUDY	2301T007 “Industrial engineering and management”		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Kleinová, CSc	Name Jana	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Design of an assembly machine complying with the new product line.		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial engineering and management	SUBMITTED IN	2020
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	59	TEXT PART	59	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	To cover production of a newly designed evaporator in sufficient volume. To retrofit an older assembly station for production of newly designed product HP. Design of a new assembly station dedicated only for a new product. To compare retrofitted station with three new designs and choose optimal way to cover the production.
KEY WORDS	Assembly station, assembly, evaporator, production.

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí své diplomové práce doc. Ing. Janě Kleinové, CSc. za profesionální a konstruktivní vedení práce, odborné rady a podnětné poznámky, které mě vedly správným směrem. Také bych rád poděkoval panu Ing. Jakubu Zápotockému za kvalitní doporučení a návrhy při řešení této práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za psychickou, ale i materiální podporu v průběhu mého studijního života.

Obsah

Obsah.....	7
Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	11
Přehled použitých zkratk a symbolů.....	12
Úvod	13
1 Výroba.....	14
1.1 Výrobní proces	14
1.2 Typologie výroby z hlediska objemu	15
2 Montáž	16
2.1 Historie montáže	16
2.2 Pracovní činnosti při montáži	16
2.3 Druhy montáže a montážních systémů.....	17
2.4 Montážní linka.....	18
2.5 Druhy strojních montážních systémů.....	18
2.5.1 Lineární uspořádání.....	18
2.5.2 Čtvercové, kruhové uspořádání	19
2.5.3 Montážní buňka.....	19
2.6 Mechanizace a automatizace v průmyslu	20
3 Štíhlý podnik.....	22
3.1 Štíhlá výroba.....	22
3.2 Výkonnostní ukazatele	24
4 Představení společnosti Valeo	25
5 Analýza současného stavu	27
5.1 Výparník R744	27
5.2 Výparník HP	28
5.3 Proces výroby těla produktů	29
5.4 Montážní stanice CA CO ₂	31
5.4.1 Struktura CA CO ₂	31
5.4.2 Podsestavy vstupující do montážního procesu	32
5.4.3 Vlastní části výparníku.....	32
5.4.4 Pomocné přípravky.....	33
5.4.5 Proces montáže	34
5.5 Shrnutí analýzy současného stavu.....	37
5.5.1 Konstrukční důvody.....	37

5.5.2	Důvody výrobních objemů	37
5.5.3	Koncept stroje	37
5.5.4	Výstup analýzy současného stavu	38
6	Podsestavy vstupující do montážního procesu navrhovaných variant.....	39
6.1	Vlastní části výparníku.....	39
6.2	Pomocné přípravky.....	40
7	Úprava CA CO ₂	41
7.1	Část vedení trubek.....	41
7.2	Stroj na výrobu lamel	42
7.3	Pohyblivý montážní stůl	43
7.4	Pracoviště operátora	43
7.5	Pájecí podložky a rámy	44
7.6	Shrnutí úprav CA CO ₂	44
8	Navržení nové montážní stanice	45
8.1	Varianta A	45
8.1.1	Strukturní řešení varianty A.....	45
8.1.2	Funkční řešení varianty A	46
8.1.3	Výhody a nevýhody	46
8.1.4	Cena	47
8.2	Varianta B	47
8.2.1	Strukturní řešení varianty B.....	47
8.2.2	Funkční řešení varianty B	48
8.2.3	Výhody a nevýhody	49
8.2.4	Cena	49
8.3	Varianta C	50
8.3.1	Strukturní řešení varianty C.....	50
8.3.2	Funkční řešení varianty C	51
8.3.3	Výhody a nevýhody	52
8.3.4	Cena	52
8.4	Výběr nejlepšího návrhu nové montážní stanice	53
8.5	Shrnutí a závěr návržení nové montážní stanice.....	55
9	Výběr optimální alternativy řešení.....	56
10	Zhodnocení vybrané alternativy	57
11	Závěr.....	58
12	Seznam použité literatury	59

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 - Výroba jako proces [Vlastní zpracování].....	14
Obrázek 1-2 - Schéma struktury výrobně-montážního systému [1]	15
Obrázek 2-1 - Činnosti při montáži [4]	16
Obrázek 2-2 - Dělení montáže podle pohybu montovaného výrobku [4].....	17
Obrázek 2-3 - Lineární uspořádání montážní linky [4].....	18
Obrázek 2-4 - Kruhové uspořádání montážní linky [Vlastní zpracování]	19
Obrázek 2-5 - Buňka do tvaru U [Vlastní zpracování]	19
Obrázek 3-1 - Pilíře štíhlého podniku [10].....	22
Obrázek 4-1 - Produkty Valeo Žebrák [Vlastní zpracování]	26
Obrázek 5-1 - Sestava R744 [Vlastní zpracování]	27
Obrázek 5-2 - Tělo výparníku HP [Vlastní zpracování]	28
Obrázek 5-3 - Proces výroby R 774 [Vlastní zpracování]	29
Obrázek 5-4 - Hlavní části montážní stanice R744 [Vlastní zpracování]	31
Obrázek 5-5 - Části vstupující do CA CO ₂ [Vlastní zpracování].....	32
Obrázek 5-6 - Horní nádržka [Vlastní zpracování]	32
Obrázek 5-7 - Trubka [Vlastní zpracování]	32
Obrázek 5-8 - koncová deska [Vlastní zpracování]	33
Obrázek 5-9 - Pájecí podložka [Vlastní zpracování]	33
Obrázek 5-10 - Pájecí rám [Vlastní zpracování]	33
Obrázek 5-11 - Tok materiálu CA CO ₂ [Vlastní zpracování]	34
Obrázek 5-12 - Řazení trubek [Vlastní zpracování].....	34
Obrázek 5-13 - Lamelové nosiče [Vlastní zpracování].....	35
Obrázek 5-14 - Rovnání trubek do vertikální polohy [Vlastní zpracování].....	35
Obrázek 5-15 - Pohyblivý montážní stůl [Vlastní zpracování].....	36
Obrázek 6-1 - Podsestavy vstupující do montážního procesu [Vlastní zpracování]	39
Obrázek 6-2 - Horní nádržka [Vlastní zpracování]	39
Obrázek 6-3 - Lamela [Vlastní zpracování]	40
Obrázek 6-4 - Trubka [Vlastní zpracování]	40
Obrázek 6-5 - Pájecí podložka HP [Vlastní zpracování]	40
Obrázek 6-6 - Pájecí rám HP [Vlastní zpracování]	40
Obrázek 7-1 - Porovnání šířky trubek [Vlastní zpracování]	41
Obrázek 7-2 - Řadič trubek do vertikální polohy a senzory [Vlastní zpracování].....	41

Obrázek 7-3 - Porovnání lamel [Vlastní zpracování].....	42
Obrázek 7-4 - Nástroj stroje na výrobu lamel [Vlastní zpracování]	42
Obrázek 7-5 - Pohyblivý montážní stůl a přípravky [Vlastní zpracování]	43
Obrázek 7-6 - Porovnání polohy datamatrixu [Vlastní zpracování]	43
Obrázek 8-1 - Tok materiálu varianty A [Vlastní zpracování]	45
Obrázek 8-2 - Tok materiálu varianty B [Vlastní zpracování].....	48
Obrázek 8-3 - Tok materiálu varianty C [Vlastní zpracování].....	51

Seznam tabulek

Tabulka 9-1 - Varianta A - ceny.....	47
Tabulka 9-2 - Varianta B - ceny.....	49
Tabulka 9-3 - Varianta C - ceny.....	52
Tabulka 9-4 - Váhy jednotlivých kritérií.....	53
Tabulka 9-5 - Hodnocení navržených variant.....	54
Tabulka 10-1 - Váhy kritérií - Saatyho metoda.....	56
Tabulka 10-2 - Výběr konečného řešení.....	57

Přehled použitých zkratk a symbolů

AGV	Automated guided vehicle - automaticky řízený vozík
CO ₂	Oxid uhličitý
GWP	Global warming potential - potenciál globálního oteplování
HP	High Performance (označení pro novější typ výparníku)
HVAC	Heating, ventilation, and air conditioning – Systém úpravy a rozvodu vzduchu v kabině vozidla.
MES	Manufacturing execution system - systém tvořící vazbu mezi systémy automatizace výroby a podnikovým informačním systémem
PLC	Programovatelný logický automat
R744	Označení staršího typu výparníku
TRP	Production rate of return
TRS	Synthetic rate of return

Úvod

Progresivní prostředí automobilového průmyslu je díky velké konkurenci neustále tlačené k vysoké úrovni inovativnosti. Inovativnosti nejen na poli nových, lepších výrobků, ale i inovativnosti výrobních postupů a technologií. Společnost, která následuje nejmodernější trendy ve výrobě a dosahuje nejvyšší produktivity je společnost, která v tomto prostředí přežije a prosperuje.

Zkrácení pracovního procesu o jedinou operaci, nebo ušetření jediné sekundy, znamená v globálním měřítku velkosériové nebo hromadné výroby, ušetření značných částek. Z tohoto důvodu se při navrhování nového, nebo modernizaci staršího stroje klade velký důraz na vytvoření co nejefektivnějšího procesu, který nebude náchylný ke vzniku chyb.

Tato studie si klade za cíl navržení moderní montážní stanice, která odpovídá novodobým trendům v hromadné produkci velkosériové výroby. Montážní stanice, která je efektivní ve smyslu výroby a modulární z hlediska jejího možného rozšíření a vyššího stupně automatizace k dosažení ještě výkonnějšího procesu ve společnosti Valeo.

1 Výroba

Výroba je proces transformace vstupů na výstupy (Obrázek 1-1). Statky jsou fyzické komodity, tedy věci vyráběné pro spotřebu. Služby jsou úkony sloužící k uspokojení poptávky. Cílem výroby je stav, kterého má být dosaženo v budoucnu. Z hlediska ekonomiky spadá výroba jako taková do sekundárního sektoru, tudíž do ní patří zpracování produktů z prvního sektoru a výroba hmotných statků.



Obrázek 1-1 - Výroba jako proces [Vlastní zpracování]

1.1 Výrobní proces

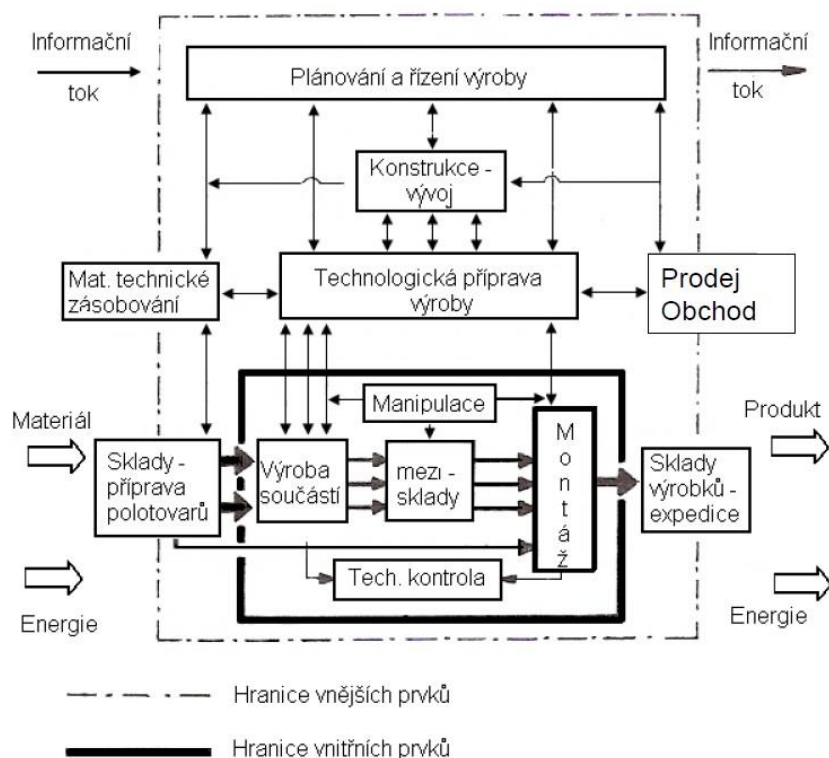
Výrobní proces je charakterizován jako souhrn technologických, manipulačních, kontrolních a řídicích činností, jejichž účelem je měnit tvar, rozměry, složení, jakost a spojení výchozích materiálů a polotovarů z hlediska požadovaných technickoekonomických podmínek vyráběného výrobku.

Výrobní proces je realizován prostřednictvím výrobních systémů. Ty lze v obecném pojetí charakterizovat jako věcně, technologicky, časově, prostorově a organizačně jednotné seskupení hmotných zdrojů (materiálů, energií, výrobních a pracovních prostředků) a pracovních sil využívaných pro výrobu vybraného sortimentu výrobků.

Technologicko-organizační úroveň výrobních systémů, jejich specializační struktura, stupeň mechanizace, kooperace a integrace jsou závislé na vzájemném působení řady faktorů (prvků a požadavků). Nejdůležitějšími faktory jsou dle [1]:

- výrobek - jeho konstrukčně technologická koncepce a frekvenční požadavky,
- materiál a polotovary,
- výrobní stroje, dopravní a kontrolní zařízení,
- technologie - tváření, slévání, obrábění, montáže apod.,
- pracovníci - jejich kvalifikace, odbornost, pracovní prostředí apod.,
- energie - druh, způsob předávání, množství atd.,
- organizace - časová a prostorová struktura.

Základem celého výrobního procesu je v podstatě plánování a řízení výroby za cílem zpracování zakázek. [2] Výroba se dále dělí na tři základní etapy. První etapou je technická příprava výroby. V této fázi se zajišťují potřebné pracovní předměty a pracovní prostředky. Druhou fází tvoří vlastní výroba a proces je ukončen odbytovou etapou, kdy produkt pokračuje ke skladování, balení, expedici atd. První a třetí fáze je řazena ze strukturního hlediska výrobně-montážního systému do vnější části a proces vlastní výroby, montáže a kontroly spadá do vnitřní části. Dělení vnitřních a vnějších prvků je vidět na obrázku 1-2. Členění struktury na vnitřní a vnější je nezbytné nejen z hlediska časové, obsahové a prostorové návaznosti toku informací, materiálu, rozmístění a využití výrobních prostředků, činnosti pracovních sil, ale také z hlediska pravomoci a odpovědnosti prvků systému tj. v podstatě vymezení jejich rozhodovací, obsahové a časové náplně. [1]



Obrázek 1-2 - Schéma struktury výrobně-montážního systému [1]

1.2 Typologie výroby z hlediska objemu

Z hlediska objemu výroby a šíře sortimentu se průmyslová výroba dělí na tři základní typy.

Kusová výroba - kusová výroba je charakteristická velkým rozsahem druhů výrobků a jejich poměrně malou opakovatelností. Objem výroby je malý, jelikož každý výrobek je něčím specifický a vyžaduje samostatnou přípravu, proto je kusová výroba poměrně časově náročná na výrobu jednoho kusu. Práci obvykle provádí vysoce kvalifikovaní pracovníci.

Sériová výroba - výroba produktů probíhá v sériích. Výrobky jedné série jsou si podobné, proto se využívá standardizovaných postupů. Podle velikosti série se tato výroba dělí na malosériovou, středně sériovou a velkosériovou výrobu.

Hromadná výroba - v tomto případě je sortiment výrobků poměrně malý, avšak vyráběný objem je až několikanásobně větší než u předchozích dvou typů výroby. Hromadná výroba je charakteristická vysokou specializací, vysokou úrovní technické přípravy výroby a masivním stupněm mechanizace a automatizace. [3]

2 Montáž

Montáž se nachází v konečné fázi druhé etapy výroby a její charakter je specifický pro daný výrobek a druh výroby. Montáží se rozumí činnost, mající za cíl sestavení jednotlivých částí produktu v jeden konečný celek. Proces montáže musí být organizován, tak aby probíhal plynule, byl efektivní a co nejméně energeticky náročný. V průmyslu se často jedná o automatizovaný proces ve formě montážní linky.

2.1 Historie montáže

Slovo montáž pochází z francouzského slova mont, což znamená hora. Česky by se dalo říci kupa, kupit nebo dávat do kupy. Nicméně ještě na začátku 20. století byla montáž výhradně ruční záležitostí. Teprve s rozvojem hromadné výroby, hlavně v automobilovém průmyslu začínají vznikat první montážní linky. Průkopníkem v tomto směru byl Henry Ford, ten uvedl v roce 1913 do provozu automobilovou továrnu v Detroitu, kde poprvé použil pohyblivý montážní pás. Dělníci s poměrně nízkou kvalifikací byli rozděleni podél tohoto pohyblivého pásu a vykonávali jednoduché úkony v předem daném pořadí. Linka pracovala ve stanoveném konstantním taktu a na konci pohyblivého dopravníku bylo hotové auto. Montážní linku Henryho Forda charakterizovaly tři základní efekty. Označil je jako „tři S“:

- Zjednodušení (Simplification);
- Specializace (Specialization);
- Standardizace (Standardization).

Tyto efekty mu umožnily značně snížit výrobní náklady ve srovnání s konkurencí, ovšem za cenu nelidskosti systému. [4] Způsob výroby za pomoci montážní linky se i přes své nevýhody rozšířil do ostatních částí průmyslu a je v modifikované podobě (zvýšená mechanizace a automatizace) využíván dodnes.

2.2 Pracovní činnosti při montáži

Hlavními pracovními činnostmi při montáži jsou skládání a spojování jednotlivých částí konečného produktu. S tímto procesem souvisí i množství dalších přípravných činností, které transformují jednotlivé díly, aby mohla být provedena vlastní montáž (Obrázek 2-1). Přípravou dílu jsou například úpravy povrchu spojovaných dílů, dále pak úpravy tvaru a rozměrů součástí. Po procesu vlastní montáže nastává potřeba kontroly a manipulace hotových produktů. [5]



Obrázek 2-1 - Činnosti při montáži [4]

2.3 Druhy montáže a montážních systémů

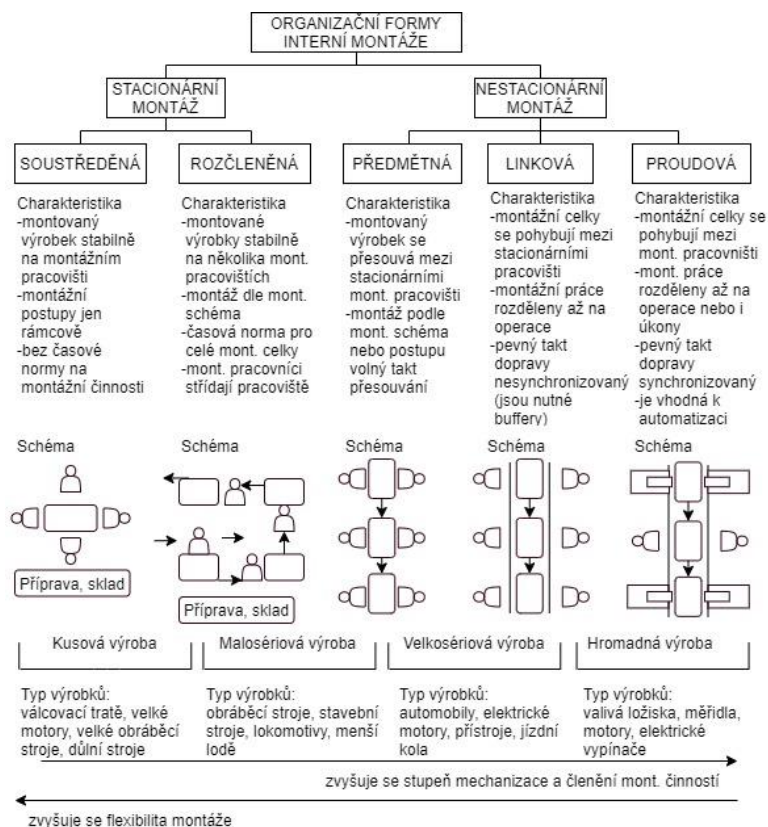
Funkce montážního systému je vždy zabezpečena synergii:

1. materiálních (montované součásti a montážní prostředky)
2. dispozičních (rozvržení, plánování a řízení montáže)
3. operativních

složek.

Montáž lze rozdělit podle následujících složek dle [4]:

1. místa provádění montáže
 - interní montáž - provádí se v naší výrobní firmě
 - externí montáž - externí montáž probíhá mimo prostory firmy, tedy až u zákazníka, to je často dané velikostí produktu, nebo typem produktu (výrobní stroje)
2. pohybu montovaného výrobku během montáže
 - Druhy montáže podle pohybu montovaného výrobku jsou zobrazeny na obrázku 2-2 - Dělení montáže podle pohybu montovaného výrobku [4].



Obrázek 2-2 - Dělení montáže podle pohybu montovaného výrobku [4]

3. kumulace montážních činností

- fázová montáž - obvykle univerzální pracoviště, kde se ve fázích montují různé druhy výrobků
- skupinová montáž - provádí se montáž předemtně zaměřených činností v ne tolik univerzálním pracovišti
- proudová montáž - specializovaná montážní linka určena jen pro daný druh produktů

4. stupně mechanizace a automatizace
 - ruční montáž
 - poloautomatická montáž
 - automatická montáž
5. pružnosti změny montážního programu
 - jednoúčelový montážní systém
 - pružný (flexibilní) montážní systém

2.4 Montážní linka

Montážní linka je systém, ve kterém se produkt pohybuje řadou stanovišť, přičemž každé stanoviště je vybaveno potřebnými prostředky (materiál, nástroje, přípravky, instrukce atd.) k provedení jedné operace, za účelem sestavení konečného produktu. Na lince jsou zakládány jednotlivé díly do zásobníků a zbytek procesu obvykle probíhá bez nutnosti lidské práce. Linka v sériové a hromadné výrobě je složena ze specializovaných montážních automatů. Montovaný produkt putuje na montážní lince vždy jen jeden a vždy jen jedním směrem, cesta o jeden operační úsek nazpět není povolena. [6]

2.5 Druhy strojních montážních systémů

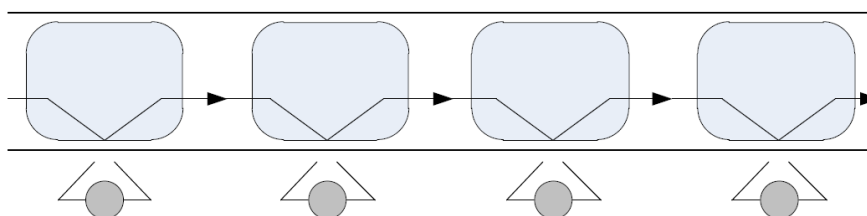
Při volbě druhu montážního systému hraje největší roli druh montážního úkolu. Ten je omezen omezujícími veličinami:

- Výrobek - varianty, velikost, rozměry, hmotnost a složitost
- Výroba - počet kusů, velikost zakázky, výrobní časy,
- Výrobní prostory - tok materiálu a půdorys výrobní haly
- Provozně ekonomické - velikost investice, požadavky na flexibilitu

2.5.1 Lineární uspořádání

Veškeré montážní stanice jsou umístěny podél lineárního dopravníku, viz obrázek 2-3. Obsazení těchto pozic může být z obou stran nebo jen z jedné strany. Montážní úloha je rozdělena na jednoduché úkoly, které jsou prováděny v jednotlivých stanicích. Nadcházející úkol musí vždy navazovat na ten předcházející, tak aby se dodržovala posloupnost montážního procesu. Lineární linka má jednotný takt, který je dán délkou nejdelší prováděné operace.

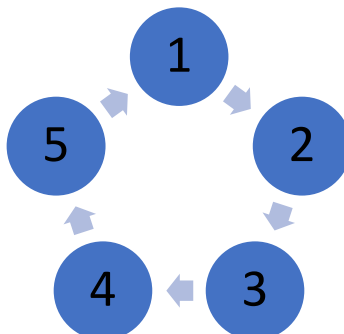
Výhodou tohoto typu montáže je dobrý přístup k dopravníkům z obou stran. Naopak nevýhodou je omezení taktu linky délkou nejdelší prováděné operace a malá možnost variantního přestavení linky.



Obrázek 2-3 - Lineární uspořádání montážní linky [4]

2.5.2 Čtvercové, kruhové uspořádání

Uspořádání s pevným pořadím stanic, je charakteristické sousední polohou vstupní a výstupní stanice. K transportu se využívá vratná část dopravníku. [4] Schéma sestavy je zobrazeno na obrázku 2-4.



Obrázek 2-4 - Kruhové uspořádání montážní linky [Vlastní zpracování]

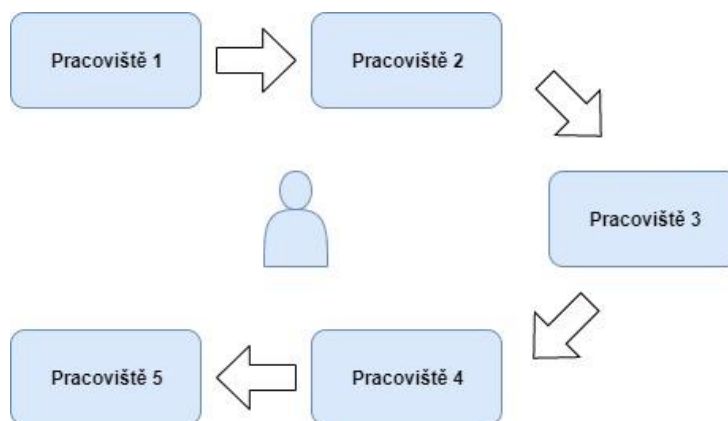
2.5.3 Montážní buňka

Zvláštním typem montážní linky je montážní buňka. Jedná se o místo, kde se obvykle montují produkty menších rozměrů jako například ovladače k televizi, nebo podvolantové moduly automobilu. Výstupem může být také montážní podskupina jiného většího produktu.

Montážní buňky jsou obvykle menší než montážní linky a často jejich chod obsluhuje pouze jeden operátor. Buňka je obvykle uspořádána tak, aby měl operátor všechny potřebné díly při ruce a neztrácel čas zbytečným pohybem. Doplňování spotřebním materiálem je zajištěno z druhé strany anebo tak aby nebyla přerušena práce operátora.

V případě, že v buňce pracuje více, než jeden operátor je přemístění dílů a podsestav zajištěno dopravníky. Je obvyklé, že jsou díly tak malé, že si je operátoři mezi sebou podávají. Od tohoto druhu transportu se, ale upouští, jelikož s ním spojena velká rizika. Půdorysné rozložení se volí podle druhu a náročnosti montáže, mezi obvyklé plány patří sestava do tvaru U a typ karusel (Obrázek 2-5).

Montážní buňky jsou staveny tak, aby byla práce prováděna ve stoje nebo vsedě. Výška pracovní roviny je nastavena tak, aby u stejného pracovního místa mohl být člověk jakékoli výšky a velikosti. Pozice montovaných dílů by měly být rozmístěny podle pravidel ergonomie a bezpečnosti práce. [6]



Obrázek 2-5 - Buňka do tvaru U [Vlastní zpracování]

2.6 Mechanizace a automatizace v průmyslu

Díky mechanizaci a automatizaci se změnila povaha montáže. A to z činnosti, kterou prováděl jen člověk na činnost, při které člověk v mnohých případech už jen asistuje plně automatickému montážnímu stroji.

- **Mechanizace**

Mechanizace, jakožto znak industrializace, je proces změny provádění práce výhradně rukami nebo zvířaty k usnadnění činnosti za pomoci strojů. K mechanizaci práce patří lepší organizace práce a tím i zvýšení produktivity práce. Stroje se s příchodem elektrifikace staly komplexnější a vyvinuly se k automatickým strojům a zařízením. S rozšířením mechanizace o elektrické logické obvody přišla automatizace.

- **Automatizace**

Termín „automatizace“ podle cambridgeského slovníku znamená: využití strojů a počítačů k splnění úkolu bez potřeby lidského zásahu. [7] Obecně pojem zahrnuje věci od domácího termostatu až po ovládání internetového bankovníctví. V průmyslu je automatizace primárně zaměřena na procesy výroby, montáže a kontroly kvality.

- **Automatizace montáže**

Efektivnost automatizace montážních prací je podmíněna určitou hromadností výroby. S hromadností souvisí, také podmínka standardizace metod a přiměřená složitost montovaných výrobků, tak aby se zamezilo například používání montážních přípravků. Z těchto důvodů je automatizace nejvíce využívána v sériové a hromadné výrobě, kde značný počet konstrukčně podobných výrobků umožňuje nasazení jednoúčelových nebo stavebnicových automatických stanic. [4]

Automatické montážní stanice musí být schopné podat součást ze zásobníku k místu montáže. Před montážní operací se musí vzájemně orientovat jednotlivé součásti vůči sobě a následně se spojit. Další nutnou operací je smontovanou podskupinu přemístit buďto do zásobníku, nebo k místu následující montážní operace. Důležitou operací montážního procesu bývá kontrola kvality. Kontroluje se jak finální produkt, tak i vstupující díly, které musí mít odpovídající kvalitu, aby je automatický stroj mohl zpracovat. [4]

S trendem zvyšujících se stupňů automatizace a mechanizace se zvyšují i požadavky na technologičnost konstrukce výrobků a přesnost jejich provedení. [5]

Požadavky na montované součásti jsou:

- vhodný tvar ploch pro uchopení manipulátory, upnutí, orientování a spojení,
- zvýšená přesnost součástí pro bezproblémové polohování.

Hlavní oblasti využití automatizace v montážních stanicích jsou:

- manipulace,
- spojování,
- kontrola.

K automatické manipulaci s jednotlivými produkty mezi montážními stanicemi slouží dopravní systémy. Vhodný manipulační systém je volen podle vlastností dopravovaného produktu. Mezi základní kritéria při jeho výběru patří váha a složitost produktu. Často využívanými dopravními zařízeními jsou pásové a válečkové dopravníky, tyčové podavače a automatické vozíky. [4]

Přínosem automatizace je nahrazení manuální práce a lidského rozhodování mechanizovaným zařízením s automatickými logickými obvody. Dalšími výhodami jsou několikanásobné zvýšení produktivity, menší počet obslužných pracovníků, vyšší bezpečnost práce, vyšší kvalita práce a zvýšená hospodárnost. Díky automatizaci také ubývá monotónních a obtížných prací, které mají špatný vliv na zdraví člověka. [4]

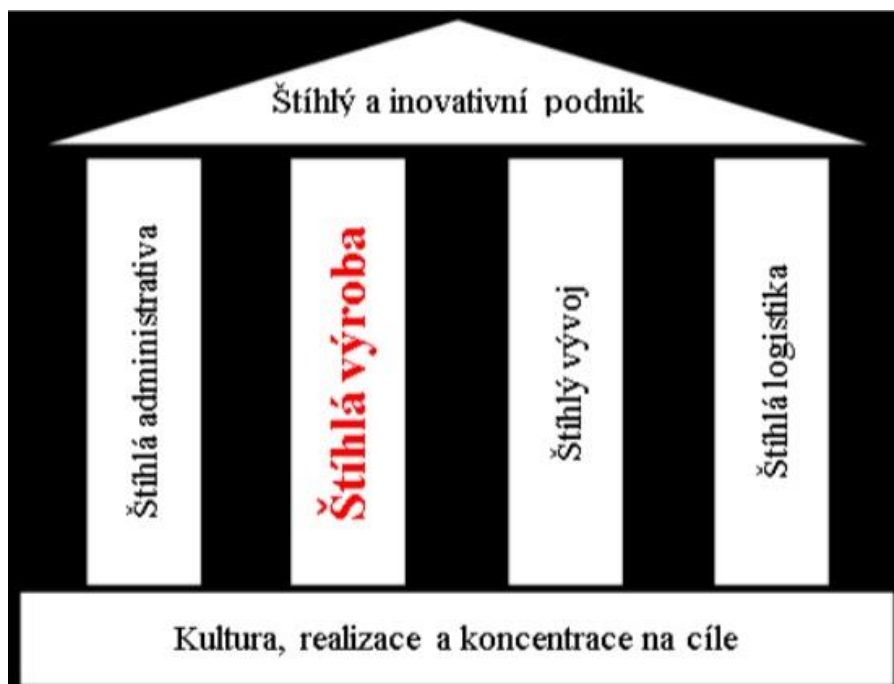
V této kapitole je popsáno, jak lze dosáhnout efektivního montážního procesu pomocí mechanizace a automatizace. V podniku kde jsou tyto dva elementy na vysoké úrovni, je možné zvyšovat efektivitu výrobního procesu i jiným méně nákladným způsobem, a tím je osvojení si principů štíhlého podniku. V procesu montáže se jedná o principy štíhlé výroby, jenž jsou popsány v následující kapitole.

3 Štíhlý podnik

K tomu abychom mohli popsat štíhlý podnik, je důležité vědět, jak evropské právo definuje pojem podnik. „Podnikem se rozumí každý subjekt vykonávající hospodářskou činnost, bez ohledu na jeho právní formu. K těmto subjektům patří zejména osoby samostatně výdělečně činné a rodinné podniky vykonávající řemeslné či jiné činnosti a obchodní společnosti nebo sdružení, která běžně vykonávají hospodářskou činnost.“ [8]

Štíhlý podnik je charakteristický tím, že v něm probíhají jen činnosti, které jsou provedeny správně a to hned na poprvé a zároveň jsou prováděny jen činnosti, které zákazník vyžaduje a za které si platí. Tímto způsobem je zvýšena produktivita podniku, jelikož je podnik schopný za stejnou dobu a ve stejných prostorech dosáhnout vyššího zisku. Takto roste i konkurenceschopnost podniku. S vizí zvyšování produktivity dále souvisí potřeba odstranit plýtvání (Muda). [9]

Štíhlá výroba, která je popsána v následující kapitole, je jen jedním ze čtyř základních pilířů štíhlého podniku (Obrázek 3-1). Zbylé tři oblasti jsou čistě nevýrobní (štíhlá administrativa, štíhlý vývoj, štíhlá logistika), to vybízí k zamyšlení se nad tím, jak důležitá je nevýrobní část podniku.



Obrázek 3-1 - Pilíře štíhlého podniku [10]

3.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba je soustava principů a metod, které se zaměřují na minimalizaci ztrát a zároveň maximalizaci produktivity, efektivnosti a zisku ve výrobě. Základní principy štíhlé výroby a štíhlého smýšlení se začalo formovat v továrnách Henryho Forda. Výrobní způsob, jak jej založil H. Ford, spočíval na několika zásadách:

- uniformní, jednodušný výrobek,
- hluboká dělba práce,
- nucený pohyb výroby (unášející běžícím pásem),
- jednoduché řízení práce. [11]

Další fáze vývoje štíhlé výroby se vyvinula v poválečném prostředí japonského výrobního průmyslu. Za zakladatele moderního pojetí štíhlé výroby jsou považováni Taiichi Ohno a Shigeo Shingo. Tito dva zaměstnanci společnosti Toyota Production System navrhli systém zaměřený na zákazníka, kde se vyrábělo jen to, co konečný spotřebitel chtěl a za co zaplatil. Změnili způsob výroby a implementovali do něj několik nových vlastností, které zvýšily produktivitu a flexibilitu výroby:

- hromadná zakázkovost,
- plné uspokojení konečného spotřebitele,
- zkrat mezi výrobou a spotřebou,
- vysoká výrobní rychlost a nízké výrobní vstupy,
- vyváženost v zatížení zdrojů,
- vysoké konečné zhodnocení (přidaná hodnota). [11]

S implementací těchto cílů se zrodili nové metody průmyslového inženýrství, mezi základní patří:

- JIT - Just in time – dodávky přesně v čas
- TQC - Total quality control – totální kontrola kvality
- TQM - Total quality management – totální řízení kvality
- 5S - Metoda pěti základních kroků k odstranění plýtvání
- SMED - Single minute exchange of die - metoda zkrácení času přestavení strojního zařízení na změnu vyráběného produktu.
- Poka Yoke – Metoda zabránění vzniku chyb ve výrobním procesu

Ve štíhlé výrobě je také velká snaha o to odstranit plýtvání zdrojů, času a celkově všech procesů, které nepřidávají hodnotu výslednému produktu, japonsky „muda“. [12]

Sedmi základními druhy plýtvání ve výrobě jsou:

- zbytečné přemísťování materiálu,
- nadměrné zásoby,
- nepotřebné pohyby výrobních jednotek a zaměstnanců,
- čekání, prostoje,
- nadbytečná výroba do skladu,
- vyrábění přesnějších výrobků, výrobků z lepšího materiálu, než které jsou potřebné a za které si zákazník neplatí,
- zmetkovitost.

K odstranění plýtvání je důležité znát efektivitu jednotlivých procesů ve štíhlém podniku. K monitorování efektivity a výkonosti se využívá výkonnostních ukazatelů. Souhrn těch, které jsou využity v této studii, je v následující kapitole.

3.2 Výkonnostní ukazatele

Se zvyšováním efektivity práce a zkracováním výrobních časů souvisí zlepšování ukazatelů produktivity. V této práci jsou použity ukazatele, které jsou obvykle používány v podniku Valeo. [13]

- Prvním ukazatelem je TRP (production rate of return) neboli produkční míra návratnosti.

$$\text{TRP} = \frac{\text{užitečná pracovní doba}}{\text{plánovaný čas využití stroje}} [\%] \quad (1)$$

- Užitečná pracovní doba = počet bezchybně vyrobených dílů X jednotkový čas cyklu stroje.
- Plánovaný čas využití stroje = celkový čas (den, týden, rok) – čas plánovaných odstávek.

- Dále TRS (synthetic rate of return) syntetická míra návratnosti

$$\text{TRS} = \frac{\text{užitečná pracovní doba}}{\text{čas kdy je stroj zapnutý}} [\%] \quad (2)$$

- Čas výrobního cyklu je čas od zahájení výroby jednoho kusu, do zahájení výroby dalšího kusu.
- Čas taktu: „Předpokládejme, že dokončíme jeden produkt po druhém, a to konstantní rychlostí po dobu čistého produktivního času. Potom je takt množství času, které musí uběhnout mezi dvěma po sobě jdoucími dokončeními produktu k naplnění potřeby zákazníka.“ [6]
- Počet potřebných operátorů

S efektivností výroby souvisí také počet pracovníků potřebných k provádění výkonu práce na pracovišti. Samozřejmě nejlepší je když výrobní nebo montážní celek nevyžaduje asistenci žádného operátora, jelikož lidský faktor vnáší do systému riziko chyby. Často se, ale bez lidské podpory výrobní systém neobejde a v tomto případě odhadneme počet potřebných operátorů jednoduchým výpočtem:

$$\text{Odhad počtu operátorů} = \frac{\text{Suma času všech manuálních činností}}{\text{Čas výrobního cyklu}} [\text{osob}] \quad (3)$$

4 Představení společnosti Valeo

Skupina Valeo je nadnárodní společnost specializující jak na dodávku dílů pro automobilový průmysl, tak na vývoj technologií budoucnosti.

Společnost byla založena roku 1923 v Saint-Quen ve Francii pod jménem Ferodo Ltd UK. Ve třicátých letech se firma specializovala na výrobu brzdových destiček a spojkových obložení. Šedesátá a sedmdesátá léta byla ve znamení diverzifikace, nejdříve se byznys rozšířil na celé brzdné soustavy, dále následoval rozvoj do chladících, světelných a elektrických systémů. Roku 1980 se společnost přejmenovala na Valeo a s rychlým růstem automobilového průmyslu se vyvinula do dnešní podoby.

V současné době Valeo působí ve 33 zemích světa, kde zaměstnává přes 113 000 zaměstnanců v 186 výrobních závodech a 59 výzkumných centrech. V České republice se nachází celkem čtyři výrobní závody a jedno vývojové centrum v Praze. Konkrétně se společnost zaměřuje na vývoj a výrobu součástí, integrovaných systémů a modulů pro automobilový průmysl. Společnost také vyrábí náhradní díly, které tvoří menšinový podíl prodeje. Valeo se dělí na celkem 4 základní divize:

- Systémy asistence jízdy - vyvíjí chytré senzory, které slouží jako parkovací systémy anebo systémy kontroly jízdy při autonomním řízení vozidla. Tímto senzory poskytují zvýšenou bezpečnost a komfort uvnitř vozidla.
- Pohonné systémy - nabízí pohonné systémy určené ke snížení CO₂ emisí a celkové spotřeby pohonných hmot.
- Tepelné systémy - vyvíjí a vyrábí moduly a komponenty určené ke kontrole a řízení teploty uvnitř vozidla.
- Systémy viditelnosti - vyvíjí systémy zlepšující komfort vozidla v oblasti viditelnosti, patří sem vývoj osvětlení a stěračů vozidla.

Strategie skupiny je zaměřena na redukci tvorby CO₂ emisí a vývoji moderních technologií k upevnění své pozice na trhu. K dosažení těchto cílů se společnost zaměřuje na vývoj ve třech probíhajících revolucích automobilového průmyslu.

Nejambicióznějším směrem vývoje jsou autonomní vozidla. Aby se vůz stal autonomní, tak musí spoléhat na celou řadu senzorů. Valeo vyvíjí technologii Light Detection and Ranging zkráceně LiDAR. LiDAR je snímač, který umožňuje vozidlu aby "vidělo" až na 250 metrů od vozidla.

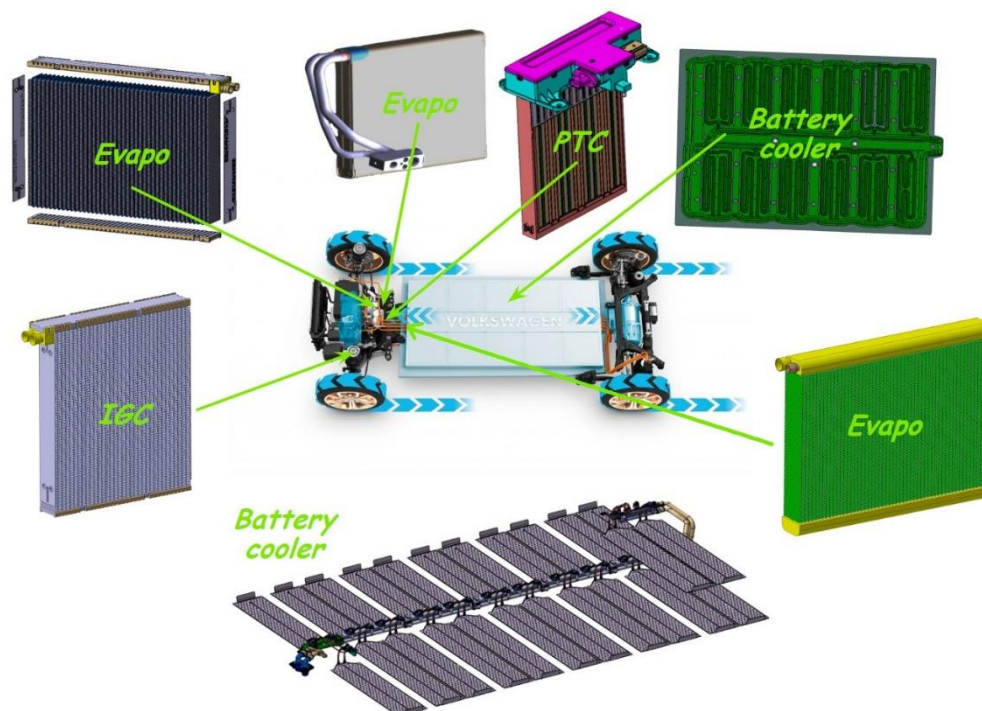
Druhým revolučním směrem je digitální, propojená a sdílená mobilita. V době kdy jsou města přeplněna osobními automobily, Valeo razí teorii sdílení automobilů. Když majitel automobil zrovna nevyužívá, tak ho může sdílet pomocí sdíleného klíče Valeo InBlue.

V neposlední řadě společnost Valeo přispívá ke snížení produkce CO₂ emisí díky vývoji na poli elektro mobility. V nabídce firmy je široká škála produktů od chladičů baterií po nízkonapěťové systémy pro pohon malých elektromobilů. [14]

Výrobní závod v Žebráku

Valeo v Žebráku je moderní výrobní závod, který vznikl v roce 2001, a patří do produktové divize tepelné systémy, která se soustředí na technologie přispívající k většímu komfortu v jízdě v kabině. Valeo Žebrák je výrobcem několika druhů výparníků určených pro montáž do klimatizace osobních i nákladních automobilů. V současné době závod zaměstnává okolo 900 zaměstnanců. Zákazníky společnosti jsou především další závody skupiny Valeo patřící do produktové divize tepelné systémy, které montují výparníky jako součásti klimatizačních jednotek, a ty jsou následně dodávány automobilkám, jako jsou Škoda, Audi, Volkswagen, BMW, Nissan, Opel, Renault, Toyota, Mazda, Mercedes-Benz, BMW, Mini, Opel, Seat, MAN, Volvo, Renault, Nissan, Peugeot, Citroën, Toyota, Ford a mnoho dalších [15].

Dalšími produkty výrobního závodu v Žebráku (Obrázek 4-1) jsou chladicí moduly baterií a PTC (Positive Temperature heating) pro vozidla s hybridním pohonem a elektromobily. Chladicí moduly vozidla jsou systémy udržující optimální teplotu článků lithium iontových baterií. Tím zajišťují jejich nejlepší možnou efektivitu, výdrž a dlouhodobou trvanlivost. PTC jsou samoregulační elektrické ohřívače dvou druhů. První jsou používány k doplnění hlavního ohřívače. Obvykle se nachází většinou právě za hlavním ohřívačem nebo také v potrubí HVAC. Tato verze byla zavedena do systémů regulace teploty, aby kompenzovaly nedostatek tepla u vysoce účinných motorů. Druhá verze nahrazuje hlavní ohřívač a využívá se k ohřívání vzduchu proudícího do kabiny v elektromobilech.



Obrázek 4-1 - Produkty Valeo Žebrák [Vlastní zpracování]

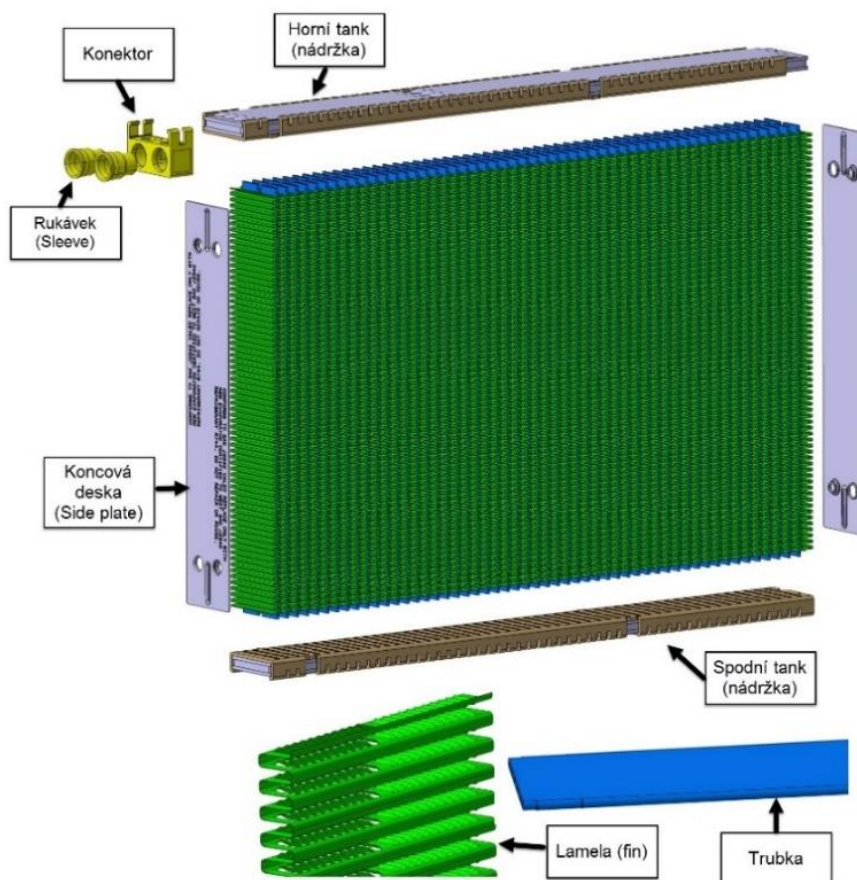
5 Analýza současného stavu

V této kapitole je analyzován výparník R744 a nový typ výparníku HP. Následně je popsán proces výroby obou již zmíněných produktů, a také současný stav montážní buňky na výrobu R744 - CA CO₂.

5.1 Výparník R744

Výparník s označením R744 (Obrázek 5-1) je novým inovativním produktem sériově vyráběným ve výrobním závodě v Žebráku. Tento druh výparníku využívá jako pracovní médium oxid uhličitý namísto zastaralejších druhů chladiv jako R-134a nebo R-1234yf. Výhodou využití zmíněného media je nižší potenciál globálního oteplování o hodnotě jedna oproti R-1234yf s vyšší hodnotou GWP 4 a R-134a s hodnotou 1430. Na druhou stranu nevýhodou tohoto produktu je poměrně vysoký maximální pracovní tlak, který se přibližuje až ke 12 MPa.

Základ výparníku tvoří podsestava dvou nádržek, spodní a horní, a mezi nimi sendvičově proložené trubky a lamely. Funkcí nádržek je rovnoměrně rozvést chladicí médium do jednotlivých trubek, tak aby prošlo skrz labyrint tvořený trubkami a účinně proběhla výměna tepla mezi vnějším prostředím a chladicím médiem. Nádržky jsou složeny ze čtyř společných komponent. Těmito komponenty jsou čtyři druhy plechů s označením Header Plate, Distribution plate, Intermediate Plate a Cover plate. Header plate funguje jako pouzdro, které v sobě pomocí krimpování drží distribution, intermediate a cover plate.



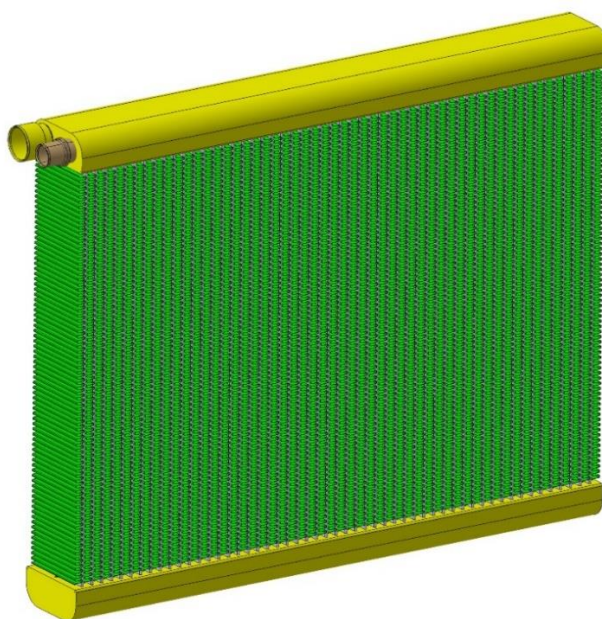
Obrázek 5-1 - Sestava R744 [Vlastní zpracování]

Pro připojení výparníku k chladicímu systému je horní tank opatřen hliníkovým konektorem a rukávky (sleeve). Další komponentou výparníku jsou trubky s kanálky, kterými proudí již zmíněné chladicí médium. Tato komponenta je vyráběna pomocí extruze a byla navržena jako kompromis mezi maximální velikostí kanálů pro co nejmenší ztráty tlaku a odolností materiálu proti cyklickému zatěžování. Jak už bylo zmíněno, trubky jsou sendvičově proloženy s lamelami. Funkcí lamel je zvětšit funkční plochu výparníku pro účinný přenos energie mezi chladicím médiem a vzduchem proudícím okolo těla výparníku. Pro ochranu těla výparníku a krajních lamel jsou boky výparníku opatřeny takzvanými side plate neboli koncovými deskami. Na obrázku 5-1 je zobrazen rozpad těla R744.

5.2 Výparník HP

HP neboli High Performance výparník (Obrázek 5-2) je novým druhem produktu, který je v současné době ve fázi vývoje. Produkt je vyvíjen za účelem získání vyššího výkonu, a účinnosti chladicího cyklu. S vyšší účinností souvisí nižší spotřeba pohonných hmot nebo elektrické energie (v případě elektromobilu), a tím i snížení emisí vyprodukovaných vozidlem. Pracovním médiem je chladivo s označením R-1234yf, tím pádem je i pracovní tlak tohoto produktu několikrát nižší než již zmíněné R744.

Ze strukturního hlediska je produkt HP velice podobný R744. Základem jsou dvě nádržky, spodní a horní, a mezi nimi sendvičově složeny trubky a lamely. Funkcí horní nádržky je opět rozvést chladicí médium skrz tělo výparníku tak, aby správně prošlo připraveným labyrintem a zajistilo přechod energie mezi chladicím médiem a proudícím vzduchem. Střed těla výparníku je opět tvořen sendvičem z trubek a lamel. Rozdílem oproti R744 jsou trubky, které jsou v případě HP dvou druhů. Prvním druhem jsou extrudované trubky stejně jako je tomu u R744. V druhém případě to jsou skládané trubky, které jsou v plánu implementovat do produktu v pozdější fázi projektu, a to zejména z důvodu snížení výrobních nákladů. Plán výroby produktu s dvěma druhy trubek, hraje roli hlavně v procesu výroby a montáže výparníku, a také se musí brát v úvahu při designování montážní stanice. Připojení k chladicímu systému je též zajištěno dvěma rukávkami, do kterých se vsunou připojovací trubice.

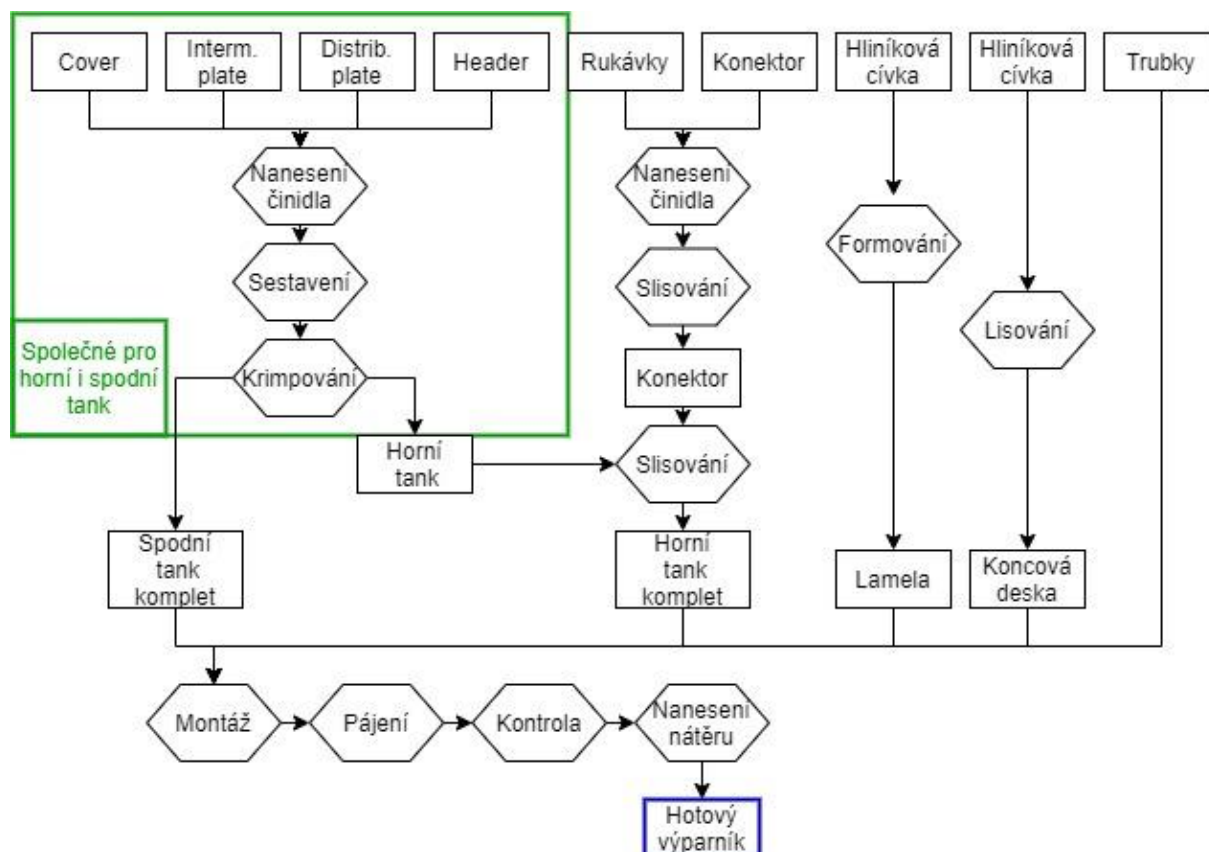


Obrázek 5-2 - Tělo výparníku HP [Vlastní zpracování]

5.3 Proces výroby těla produktů

R744

Pro potřeby této studie je nutné znát proces výroby výparníku R744. Jeho popis je omezen pouze na půdu výrobního závodu v Žebráku, to znamená, že jsou opomenuty procesy předcházející dodání součástí a procesy následující výrobu výparníků R744 osazeného konektorem a rukávky. Proces je schematicky znázorněn na obrázku 5-3.



Obrázek 5-3 - Proces výroby R 774 [Vlastní zpracování]

Celý proces začíná dodáním osmi základních komponent do prostor Valeo Žebrák, a to buď od externích, nebo interních dodavatelů. Těmito komponenty jsou cover plate, intermediate plate, distribution plate a header. Tyto čtyři komponenty jsou každý dvou druhů, jeden pro horní nádržku a druhý pro spodní. Pro horní nádržku je dodáván ještě konektor a sada dvou rukávků.

Cover, intermediate a distribution plate jsou uzavřeny do header plate. Header plate je opatřen malými zobáčky, které se mechanicky uzavřou a celý produkt tak drží pohromadě. Ještě před sestavením je na jednotlivé díly naneseno činidlo (flux), které je důležité pro spájení finálního produktu. V následujícím kroku jsou do bloku konektoru nalisovány dva rukávky, a tato podsestava je dále zakrimpována s podsestavou uzavřenou v header plate, tím vznikne podsestava s názvem horní tank komplet. Proces vzniku spodního tanku (nádržky) vzniká podobně, pouze s tím rozdílem, že se nepřipojuje konektor s rukávkou.

Pro výrobu koncové desky je dodána hliníková cívka, ze které se ve Valeo Žebrák lisují hotové výrobky. Lamely výparníku jsou také vyráběné z nezpracovaného materiálu hliníkové cívky v závodě v Žebráku. Extrudované trubky jsou dodávány již vyrobené ve stavu připraveném k dalšímu zpracování v montážní stanici.

Následujícím krokem je montáž v montážní stanici CA CO₂, do této stanice vstupuje zakrimpovaná horní a spodní nádržka, koncové desky, lamely a trubky. Jelikož je tento stroj předmětem zájmu této studie, je jeho struktura a funkce detailně rozebrána v následující kapitole 5.4 - Montážní stanice CA CO₂.

Výstupem procesu je sestavené tělo výparníku uzavřené mezi dvěma pájecími podložkami za pomoci pájecího rámu. Takto sestavený výparník putuje do pece, v které se přibližně za 40 minut spájí všechny jeho části dohromady.

Po pájení je z těla výparníku nutné ručně sundat pájecí podložky a pájecí rám, zkontrolovat jeho těsnost a nanést na povrch lamel ochranný nátěr. Nátěr je nanášen z důvodu zamezení rezivění a tvorbě zápchů, které by mohly vniknout do kabiny automobilu.

HP

Jak již bylo zmíněno, produkt HP se v současné době nachází ve vývojovém stádiu. Z toho důvodu není proces výroby definitivní.

Díky strukturální podobnosti výparníku HP a R744 jsou výrobní procesy obou produktů značně podobné. Do tohoto procesu stejně tak jako do procesu montáže R744 budou vstupovat podsestavy horní nádržky, spodní nádržky a samostatné díly trubek a lamel. Je požadavek, aby se lamely opět vyráběly z hliníkové cívky přímo v místě montážní stanice HP. Výstupem procesu musí být smontovaný blok správné výšky a se správným počtem trubek. Proces montáže HP a R744 se liší v tom, že HP neobsahuje koncové desky.

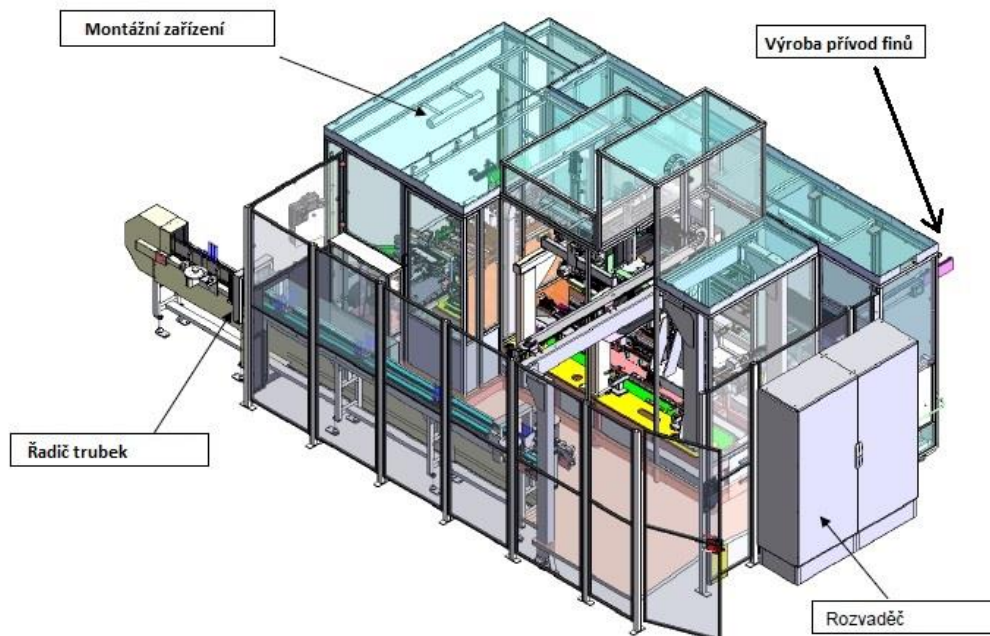
5.4 Montážní stanice CA CO₂

Jedním z posledních kroků sériového procesu výroby jak produktu R744, tak i produktu HP je montáž trubicového svazku neboli bloku. Proces bezchybné montáže je klíčovým krokem efektivní a výdělečné produkce výparníkůvých bloků.

V první části této kapitoly jsou představeny jednotlivé strukturní části montážní stanice. Následně jsou popsány části výparníku R744, které vstupují do montážního procesu, a v poslední části je vysvětlen proces montáže produktu jako takového.

5.4.1 Struktura CA CO₂

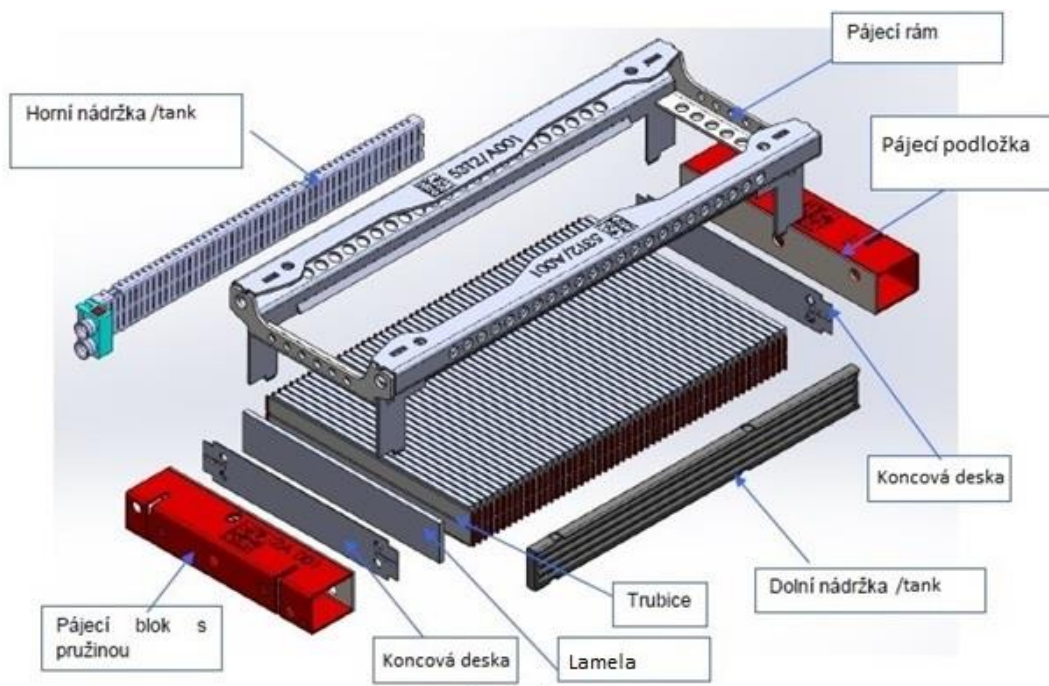
Toto zařízení bylo navrženo a zkonstruováno pro montáž trubicových svazků k výrobě výparníků R744. Zařízení na obrázku 5-4 pracuje v poloautomatickém režimu. Pracovník obsluhy musí zajistit přísun trubek, koncových desek, nádržek (tanků), pájecích podložek a pájecích rámců. Na konci výrobního cyklu pracovník odebírá hotové produkty. Montážní stanice na výrobu produktu R744 je 7,5 metru dlouhá, přibližně 4 metry široká a 3,5 metru vysoká buňka, která je navržena tak, aby mohla být obsloužena při využití časového fondu 1,5 operátora. Montážní buňka se skládá z pěti základních dílů. Prvním je vlastní montážní zařízení, které tvoří jádro celého stroje a je detailně popsáno v kapitole 5.4.5 - Proces montáže. V zadní části zařízení se nachází rozvaděč elektrické energie, datových kabelů a pracovních médií. Z pohledu operátora se po jeho pravici nachází řadič trubek. Po levé straně montážní stanice se nachází stroj na výrobu lamel a hned za ním je umístěn jejich řadič. Prostory, ve kterých se pohybují funkční části stroje, jsou z bezpečnostních důvodů opláštěné ochranným krytem. V přední části stroje, kde se pohybuje operátor stroje, jsou ze stejných důvodů nainstalované laserové závory. Zastavěná plocha stroje i se strojem na výrobu lamel je 55 m².



Obrázek 5-4 - Hlavní části montážní stanice R744 [Vlastní zpracování]

5.4.2 Podsestavy vstupující do montážního procesu

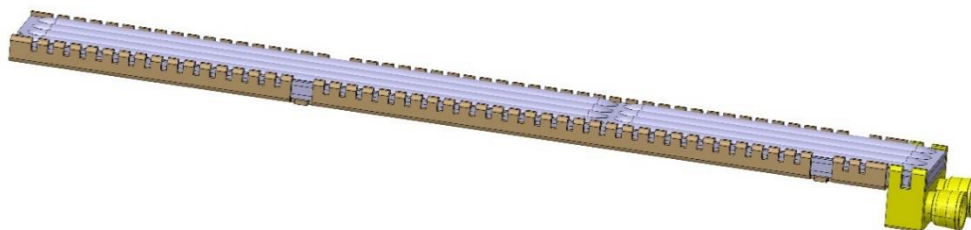
Na obrázku 5-5 jsou zobrazeny veškeré součásti vstupující do montážního procesu. Tyto části jsou dvou druhů. Prvním druhem jsou vlastní části výparníku, které jsou montážní buňkou montovány za účelem získání výsledného produktu. Druhým typem částí vstupujících do procesu jsou pomocné přípravky, které slouží k úspěšnému dokončení montáže.



Obrázek 5-5 - Části vstupující do CA CO₂ [Vlastní zpracování]

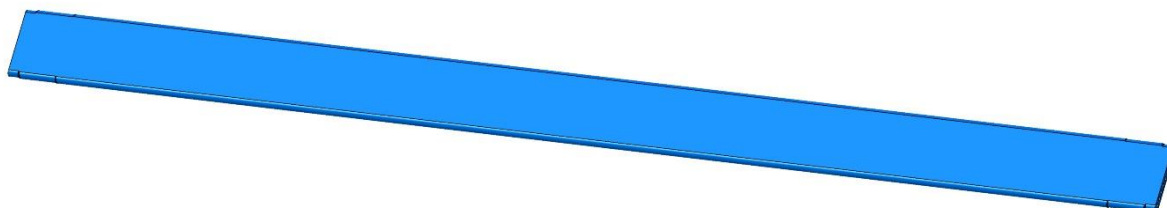
5.4.3 Vlastní části výparníku

V předchozích částech výrobního procesu byly smontovány podsestavy horní a spodní nádržky (tanku), které do procesu montáže na tomto stroji vstupují jako dva celky. Na obrázku 5-6 je zobrazena horní nádržka.



Obrázek 5-6 - Horní nádržka [Vlastní zpracování]

Mezi horní a spodní nádržky vstupují sendvičově proložené lamely a trubky, viz obrázek 5-7.



Obrázek 5-7 - Trubka [Vlastní zpracování]

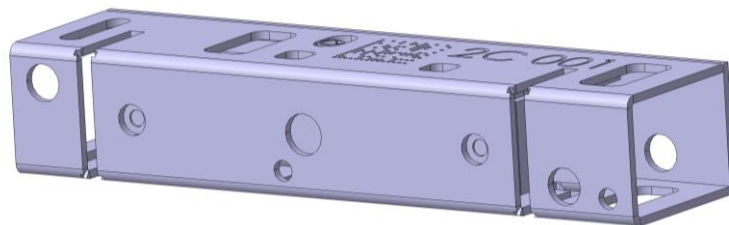
Z každé strany bloku jsou montovány ochranné koncové desky „side plate“ (Obrázek 5-8).



Obrázek 5-8 - koncová deska [Vlastní zpracování]

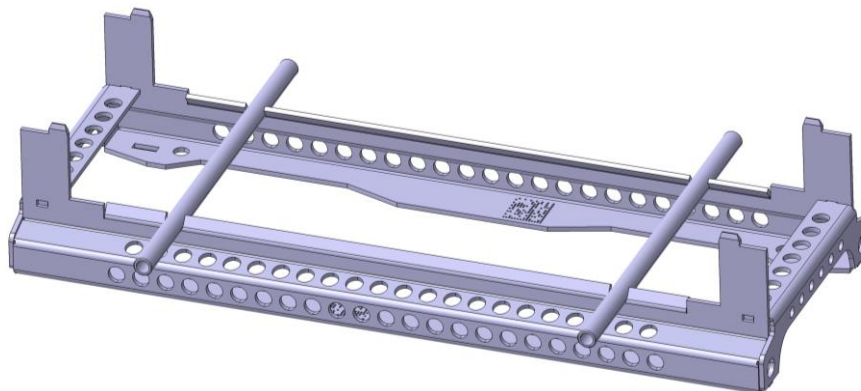
5.4.4 Pomocné přípravky

Z předchozí kapitoly 5.3 - Proces výroby těla vyplývá, že po montáži těla výparníku na stroji CA CO₂ je nutné, aby produkty prošly pájecím procesem. Při pájení se jednotlivé díly mezi sebou propojí za pomoci pájky.



Obrázek 5-9 - Pájecí podložka [Vlastní zpracování]

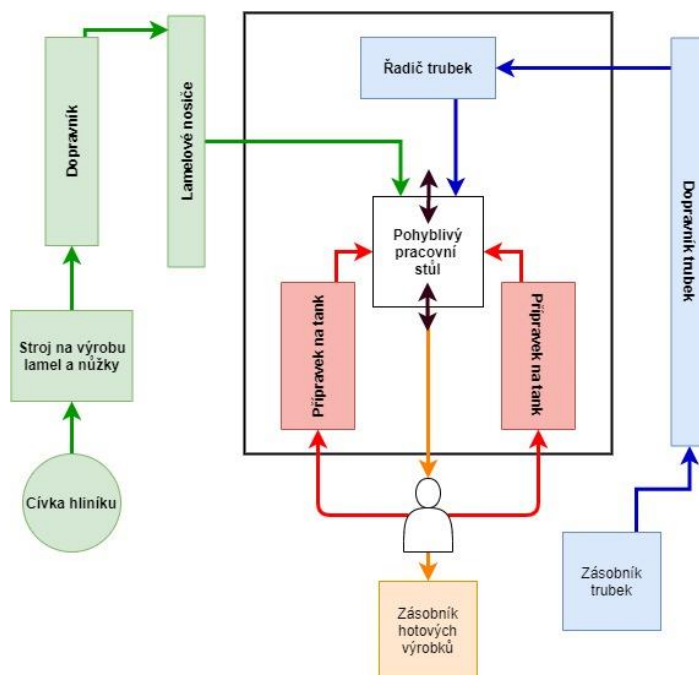
Montážní stanice CA CO₂ jednotlivé podsestavy vůči sobě pouze polohuje, proto je nutné, aby byla jejich poloha před pájením, zajištěna pomocí přípravků. Těmito přípravky jsou dvě pájecí podložky (Obrázek 5-9), umístěny každá z jedné strany těla výparníku a pájecí rám. Jedna z dvojice pájecí podložek je pružná a zajišťuje tak potřebnou kompresi pro manipulaci s blokem a také během pájecího procesu. Druhým přípravkem je pájecí rám (Obrázek 5-10), který udržuje všechny díly v jednom celku a je zkonstruován tak, aby zapadal do dalších rámců při stohování. To je výhodné při skladování, ale primárně je to určeno pro budoucí automatizaci. Automatické odebírání rámců robotickým ramenem a automatické stohování plných rámců, by zvýšilo produktivitu procesu a odstranilo potřebu zaměstnávání operátora. Následně by se bloky automaticky přepravily k peci pomocí AGV a opět automatické vykládání do pece.



Obrázek 5-10 - Pájecí rám [Vlastní zpracování]

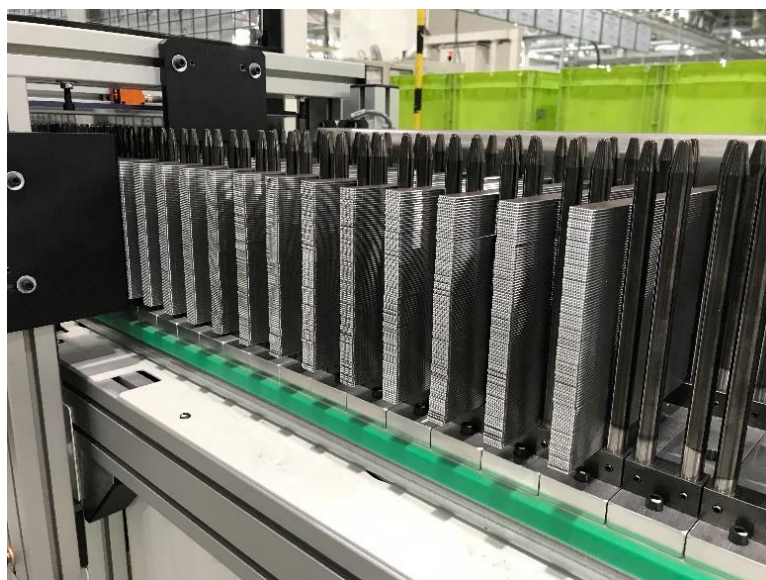
5.4.5 Proces montáže

Zjednodušené schéma a tok materiálu strojem je zobrazen na obrázku 5-11, kde je tok lamel označen zeleně, trubky jsou označeny modře, nádržky červeně a hotové sestavy oranžově.



Obrázek 5-11 - Tok materiálu CA CO₂ [Vlastní zpracování]

Proces montáže výparníků R744 začíná vyskladněním a zarovnáním trubek operátorem do řadiče trubek po jeho pravici (Obrázek 5-12). Trubky jsou ručně řazeny na pohyblivý pás mezi soustavu trnů. Dále jsou pásem dopraveny k místu vyzvednutí, kde si je převezme robotické rameno a převezme je k řadiči trubek.



Obrázek 5-12 - Řazení trubek [Vlastní zpracování]

Z opačné strany montážní stanice se nachází stroj na výrobu lamel takzvaný „fin mill“. Do tohoto stroje vstupuje hliníkový plech o tloušťce 70 mikrometrů a za pomoci soustavy ozubených kol se perforuje a ohýbá do podoby lamely. Ještě před tím, než lamela vstoupí do

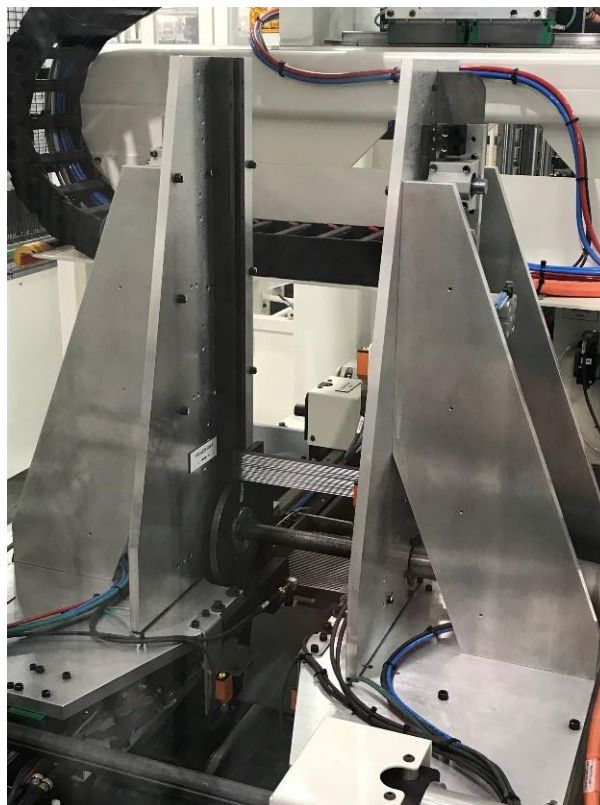
montážní stanice, tak je nastříhána na příslušné délky, které jsou dané odpovídající výškou výparníku. Stříhání lamel je kontinuální proces nacházející se hned za strojem na jejich výrobu.

Na základě počtu trubkových svazků vstupujících do procesu montáže (dáno šířkou vyráběného výparníku) se určí počet lamel, a ty jsou řazeny do lamelových nosičů (Obrázek 5-13).



Obrázek 5-13 - Lamelové nosiče [Vlastní zpracování]

Další krok montáže je prováděn operátorem. Jeho úkolem je na pohyblivý stůl vložit koncové desky a zajistit jejich pozici uvnitř přípravku na pohyblivém stole za pomoci pájecích podložek.

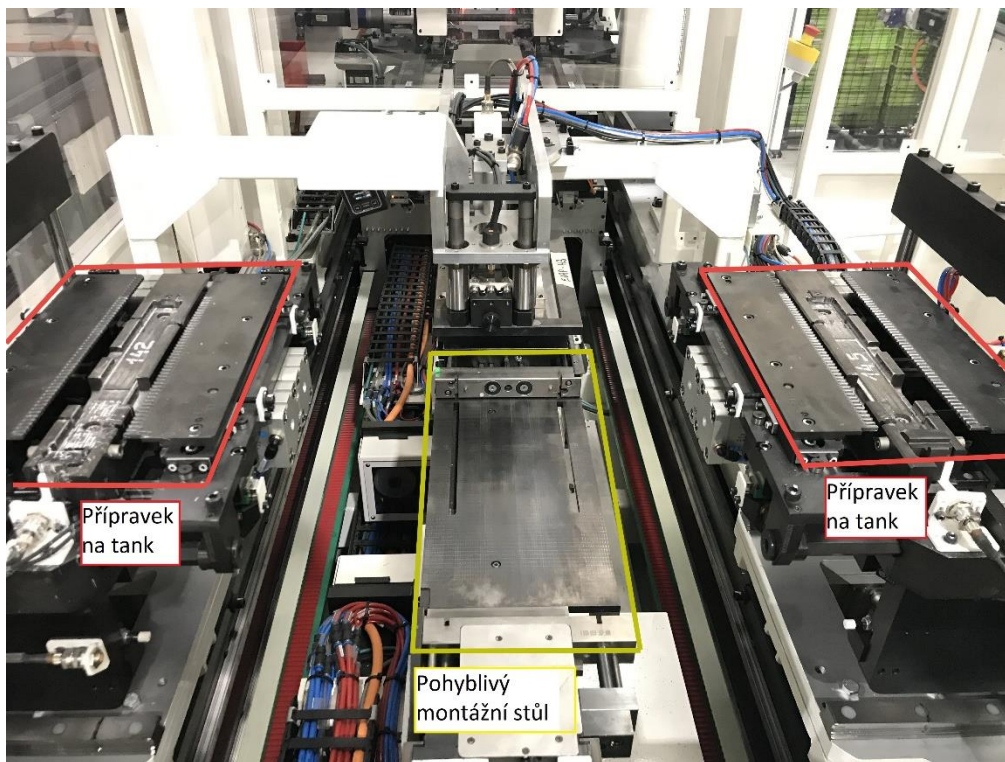


Obrázek 5-14 - Rovnění trubek do vertikální polohy [Vlastní zpracování]

Po zajištění pozice všech dílů operátor stiskne tlačítko inicializace operace. Pohyblivý stůl se v následujícím kroku přesune do zadní části stroje, kde se na něj vloží sendvičově řazené lamely a trubky. Tento proces probíhá, tak že se trubky za pomoci ozubeného kola uspořádají z horizontální do vertikální polohy (Obrázek 5-14). V následujícím kroku jsou trubky umístěny na pohyblivý stůl, tak že je mezi nimi malá mezera. Do těchto mezer se z lamelových nosičů

nasunou lamely tak, aby se vytvořily již zmíněné sendviče. Následně probíhá zarovnání a komprese sendvičů do přesně daných pozic.

Zatímco montážní stanice pracovala, bylo úkolem operátora přemístit horní a spodní tank ze zásobníku do dvou přípravků umístěných po stranách pohyblivého stolu, viz obrázek 5-15. V momentu když je operátor s tímto krokem hotový, přemístí montážní linka pohyblivý stůl zpět do přední části stanice, kde už na ni čeká horní a dolní nádržka. V následujícím kroku jsou automaticky nasunuty obě dvě nádržky na trubky. Předposlední krok je opět prováděn operátorem a spočívá v zajištění soudržnosti sestavy pomocí pájecích rámců, jejich zasunutím do pájecích podložek. V tento moment zbývá už jen vyjmout smontovanou sestavu z montážní linky, umístit ji do zásobníku a cyklus opakovat.



Obrázek 5-15 - Pohyblivý montážní stůl [Vlastní zpracování]

5.5 Shrnutí analýzy současného stavu

I přes velkou strukturní podobnost mezi produkty R744 a HP není možné, aby montážní stanice CA CO₂ v současné podobě, dokázala zároveň vyrábět produkty HP. Rozdíl ve struktuře produktu není jediným důvodem nutnosti změny montážní stanice. V této kapitole jsou popsány veškeré důvody potřeby vývoje nové montážní buňky.

5.5.1 Konstrukční důvody

Z porovnání 3D modelů produktů HP a R744 vyplývá několik důvodů, proč nelze použít současnou konfiguraci montážní stanice k výrobě nového produktu.

Pro správnou funkci produktu HP je vyžadováno, aby byl výparník vybaven jiným druhem lamel, než jsou využívány v R744. Z procesního hlediska to znamená změnu nástroje ve stroji na výrobu lamel. Dále se HP rozlišuje ve tvaru horní a spodní nádržky, z toho důvodu se musí změnit tvar přípravků na nádržky.

Dvojitý druh trubek je další důvodem nutnosti změny. Extrudované a skládané trubky vyžadují jiný způsob a rozměry rovnače trubek do vertikální polohy. Změna je také nutná v případě části stroje, která přitlačuje sendvičově složené trubky a lamely na pohyblivém pracovním stole.

Další překážkou je rozdílná výška produktů HP a R744. Současný montážní stroj je vybaven na montování šesti pevně daných výšek produktů R744. Produktu HP je konstrukčně navržen ve čtyřech odlišných výškách.

5.5.2 Důvody výrobních objemů

V současné době je zákazníkem vyžadován roční objem výroby produktu HP 600 tisících kusů ročně. Z toho vyplývá, že požadovaný čas taktu stroje pro splnění daných podmínek je 25,2 sekundy. To za předpokladu třísměnného pracovního provozu. Současný takt stroje CA CO₂ na výrobu samotného R744 se pohybuje okolo 30 sekund. Montážní stanice v stávající konfiguraci tedy nemá potřebnou kapacitu, aby bylo možné vyrobit dostatečné množství produktů.

5.5.3 Koncept stroje

Vývoj výrobních a montážních strojů jde velice rychle kupředu. Jeho směr udává myšlenka digitalizace průmyslu 4.0. Montážní stanice CA CO₂ již neodpovídá nejmodernějším trendům. Mohla by být tedy modernizována přidáním více čidel, tak aby se mohlo sbírat více druhů přesnějších informací. Jelikož je operátor při současné konfiguraci „úzkým místem“ výrobního procesu mohla by být nahrazena jeho pozice automatickým robotem, který by zakládal jednotlivé díly do stanice a po zhotovení produktu by je stohoval a připravil k dalším procesům. Cílem této modernizace je zvýšit produktivitu montážní stanice a zrychlit takt stroje.

Druhou překážkou v této oblasti je fakt, že je operátor součástí pracovního cyklu stroje. To má za příčinu, že je takt stroje nepravidelný a může být zpožděn chybou operátora.

Dalším problémem je nový standard připojení všech výrobních a montážních strojů do MES, z tohoto důvodu je nutné vybavit současnou montážní stanici, jak novým hardwarem, tak i novým softwarem.

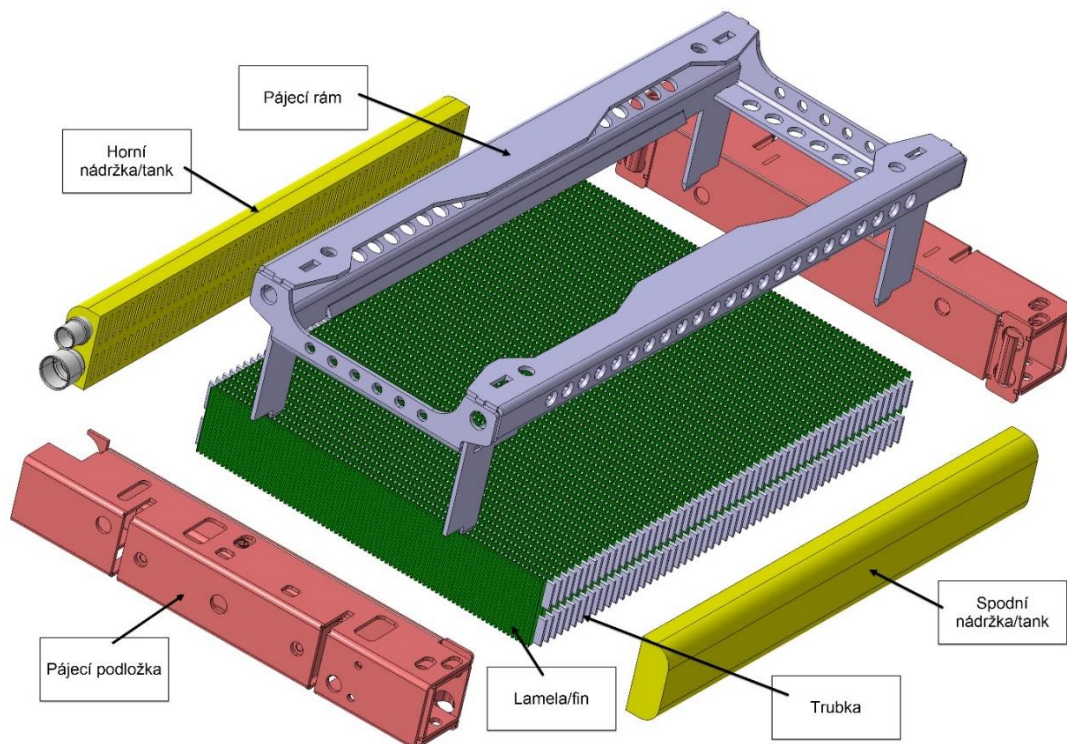
5.5.4 Výstup analýzy současného stavu

Z analýzy současného stavu vyplývá, že montážní stanice v současné konfiguraci není vhodná k montáži nového produktu HP. Následující část této práce je věnována nalezení způsobu jak zajistit výrobu produktu v požadovaném objemu 600 000 kusů ročně, což odpovídá 140 kusům za hodinu při třísměnném provozu a TRP 70%. Z podstaty analýzy vycházejí dvě možná řešení. Prvním je vylepšit pracovní proces a konstrukci současného montážního stroje na takovou úroveň, aby byl schopný vyrábět oba dva produkty v dostatečném objemu. Druhým možným řešením je zanechat montážní stroj v jeho současné podobě a navrhnout celý nový stroj pouze na výrobu nového produktu. Obě možnosti s sebou nesou své výhody a nevýhody, které jsou prozkoumány v následující části této studie.

6 Podstavy vstupující do montážního procesu navrhovaných variant

Před navrhováním úprav staršího stroje nebo konceptu nového stroje je důležité uvědomit si jaké díly a podstavy budou vstupovat do montážního procesu.

V následujících kapitolách jsou popsány varianty montážních stanic, do kterých vstupují podobné podstavy jako tomu je u staršího produktu R744. Tyto podstavy se opět dělí na vlastní části výparníku a pomocné přípravky.

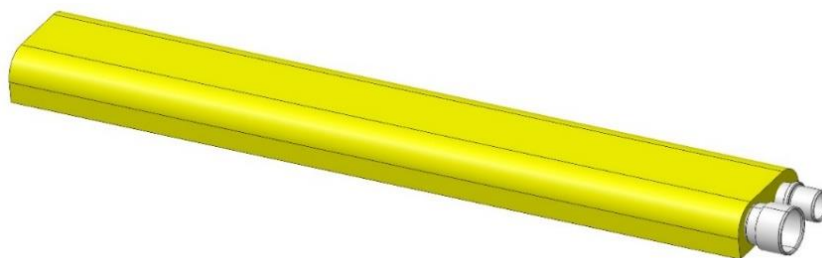


Obrázek 6-1 - Podstavy vstupující do montážního procesu [Vlastní zpracování]

6.1 Vlastní části výparníku

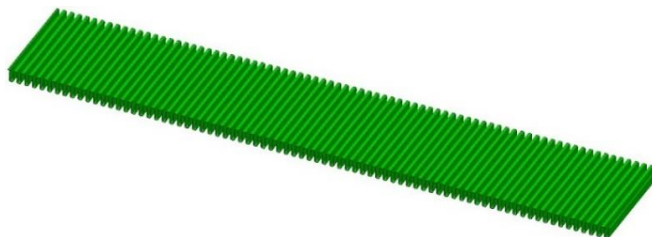
Na obrázku 6-1 je zobrazen rozpad produktu HP na jednotlivé podstavy vstupující do procesu montáže. Produkt HP je oproti R744 jednodušší na montáž, jelikož neobsahuje koncové desky.

Prvními částmi výparníku vstupujícími do procesu montáže jsou horní a spodní nádržka, které do montážní stanice vstupují jako již smontovaný celek připravený k dalšímu použití. Horní (Obrázek 6-2) a spodní nádržka se od sebe liší pouze tím, že spodní nádržka nemá rukávky na připojení externích trubek.



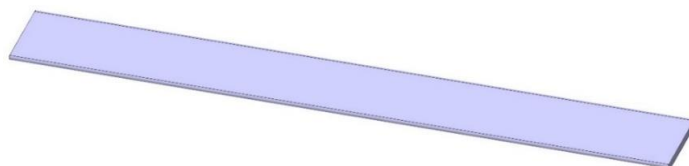
Obrázek 6-2 - Horní nádržka [Vlastní zpracování]

Dále je mezi dva tanky vložen sendvič lamel (Obrázek 6-3) a trubek (Obrázek 6-4).



Obrázek 6-3 - Lamela [Vlastní zpracování]

HP využívá trubek dvou druhů, extrudované a skládané. Oba druhy mají stejný vnější tvar.

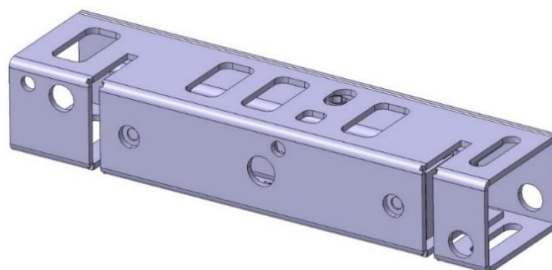


Obrázek 6-4 - Trubka [Vlastní zpracování]

6.2 Pomocné přípravky

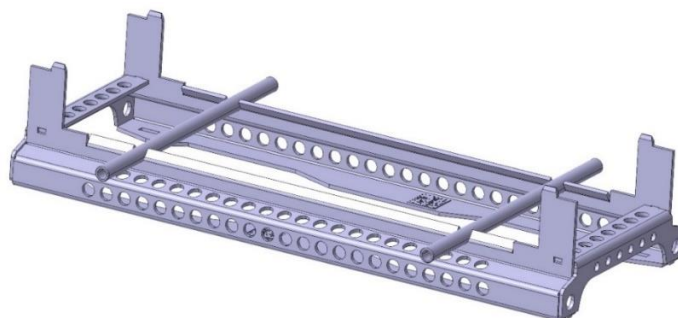
Stejně jako tomu je u produktu R744, musí i produkt HP projít po montáži pájecím procesem. Pájením se propojí jednotlivé díly a skládaný produkt se transformuje v jeden kus.

Navrhovaná montážní stanice vůči sobě jednotlivé díly polohuje, ale nespojí je. Aby došlo k správnému zapájení, je nutné, aby si složená sestava udržela v pájecí peci svůj tvar a polohy jednotlivých dílů. Toho se docílí stejným způsobem jako u produktu R744, a to za pomoci pájecí podložky a pájecího rámu.



Obrázek 6-5 - Pájecí podložka HP [Vlastní zpracování]

Pájecí podložky (Obrázek 6-5) svírají blok výparníků z obou stran za pomoci pájecího rámu (Obrázek 6-6), který zajišťuje polohu celého svazku.



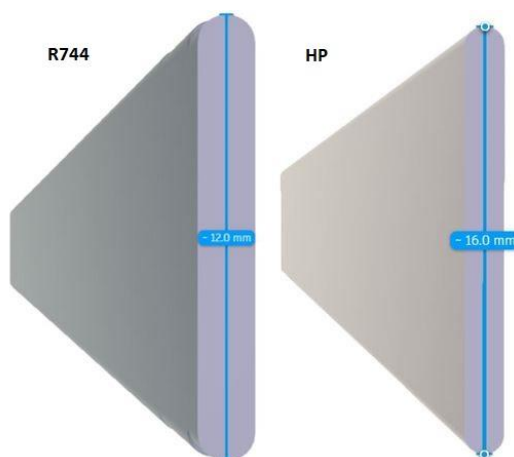
Obrázek 6-6 - Pájecí rám HP [Vlastní zpracování]

7 Úprava CA CO₂

Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách současná montážní stanice s označením CA CO₂ není uzpůsobena k výrobě nového produktu HP, a to i přes jeho konstrukční podobnost se současně vyráběným R744. V této kapitole jsou popsány veškeré části stroje, které je nutné upravit, aby na něm bylo možné vyrábět oba dva produkty. Přibližná cena změn byla odhadnuta skupinou expertů z oddělení procesu a industrializace společnosti Valeo Žebrák.

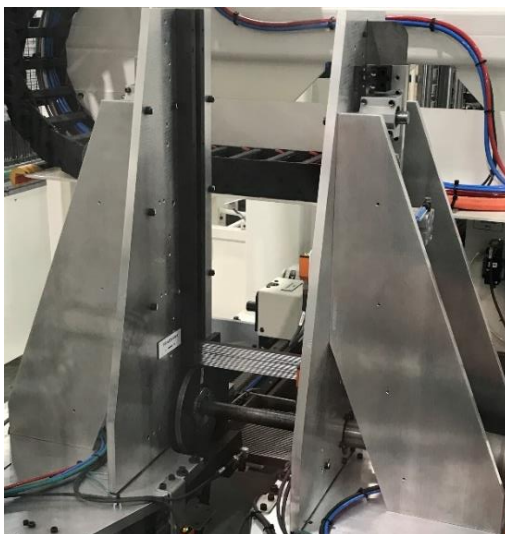
7.1 Část vedení trubek

Z důvodu rozdílné šířky a rozdílné standardní výšky trubek na novém produktu (Obrázek 7-1) je nutné přestavení několika částí současného stroje. Pro dále popsané části stroje je expertně odhadnuta částka, kterou je za potřeby pro vytvoření variabilní části stroje, pro práci s oběma druhy produktů.



Obrázek 7-1 - Porovnání šířky trubek [Vlastní zpracování]

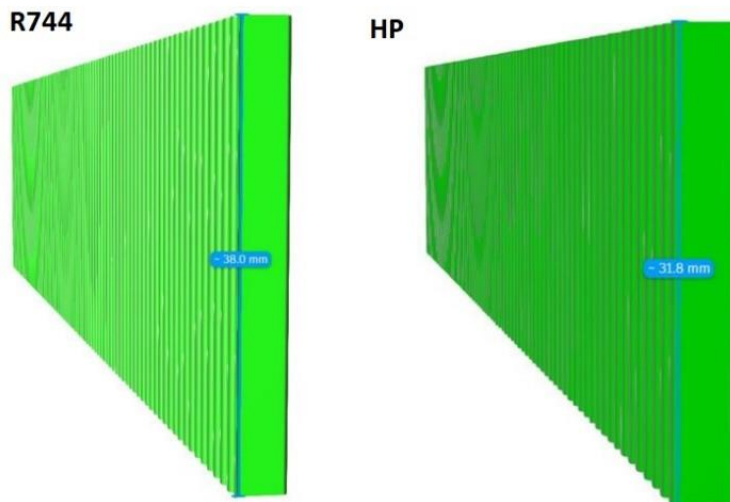
Jelikož je velikost trubek obou produktů rozdílná, je zapotřebí změnit řadič trubek (Obrázek 7-2). Řadič trubek skládá trubky po jejich převezení ze zásobníku z horizontální do vertikální polohy, tak aby mohly být řazeny s lamelami do sendvičů. Po změně polohy trubek je nutná i kontrola jejich správného usazení, je tedy zapotřebí změnit i senzory, které kontrolu provádějí. Cena provedení změn v této části stroje byla odhadnuta na 100 Kč.



Obrázek 7-2 - Řadič trubek do vertikální polohy a senzory [Vlastní zpracování]

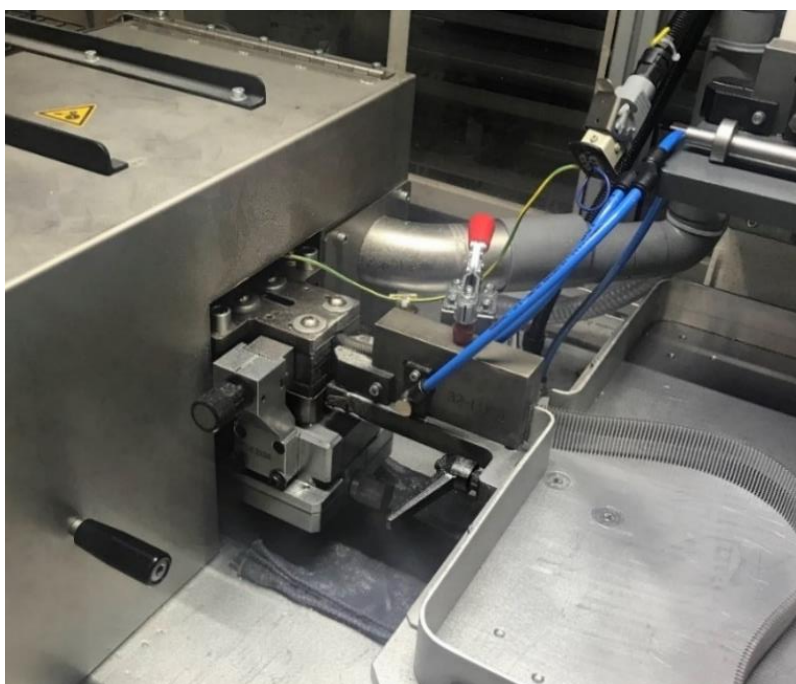
7.2 Stroj na výrobu lamel

V produktu HP jsou využívány širší lamely než u R744 viz obrázek 7-3, je tedy nutné změnit ozubená kola (Obrázek 7-4), která vytváří z hliníkového plechu lamelu.



Obrázek 7-3 - Porovnání lamel [Vlastní zpracování]

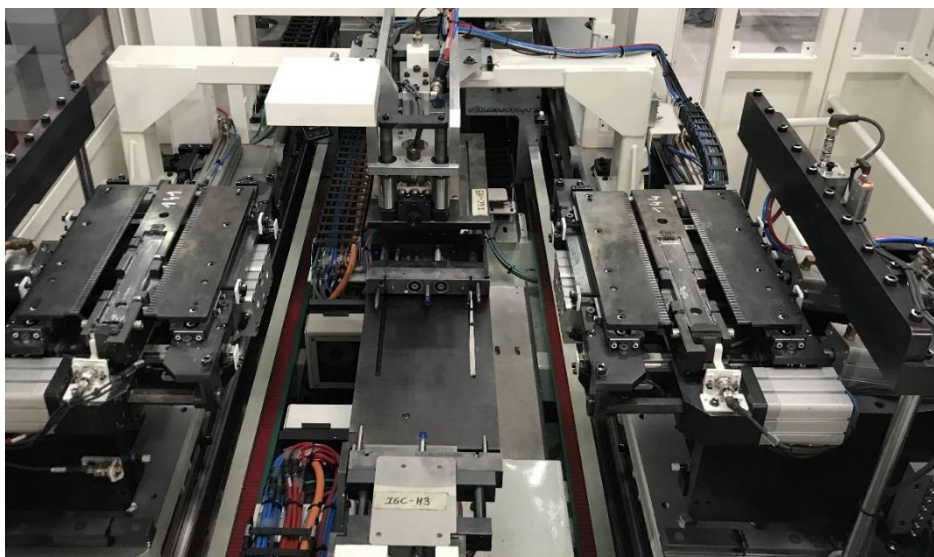
Rozdílná šířka lamely znamená i rozdílnou šířku plechu pro jejich výrobu, z tohoto důvodu je potřeba změnit zavěšení na hliníkovou cívku a kompletně celé vedení plechu. Lamely na novém produktu jsou opatřeny rozdílnou roztečí zákrutů (takzvaný fin pitch). Z tohoto důvodu je také nezbytné upravit senzory, které kontrolují správný počet zákrutů lamel a také jejich délku. Ze stroje na výrobu lamel se lamely řadí do kazetových zásobníků, aby byly následně vsunuty mezi trubky, tím vznikají sendviče. Kazety jsou designované na šířku lamel R744. Proto se při změně produktu na stroji musí vyměnit i tyto kazety. Předpokládaná cena změn v této části stanice byla vyčíslena na 100 Kč.



Obrázek 7-4 - Nástroj stroje na výrobu lamel [Vlastní zpracování]

7.3 Pohyblivý montážní stůl

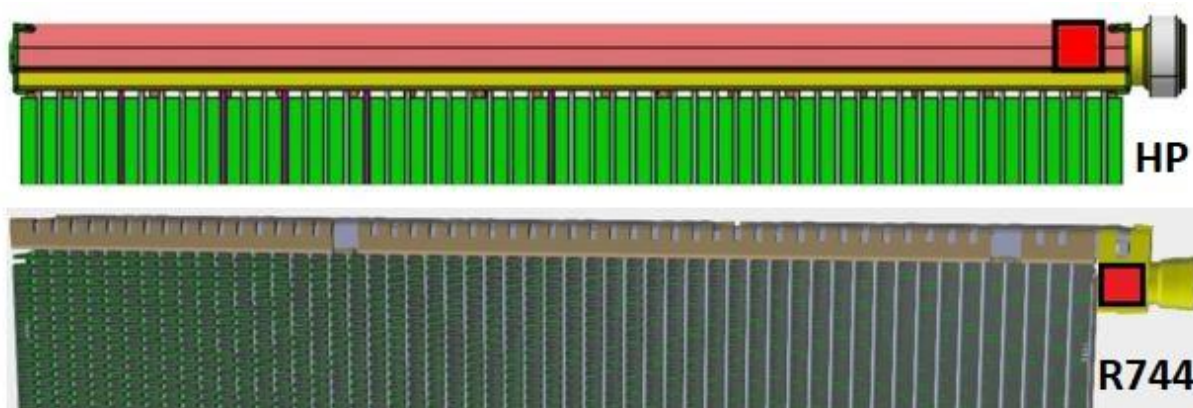
Po přesunutí trubek do vertikální polohy a vymezení jejich potřebné vzdálenosti jsou mezi ně vsunuty lamely. Sendviče jsou následně stlačeny dvěma kompresními hlavami a přesunuty na pohyblivý montážní stůl (Obrázek 7-5). Pohyblivý montážní stůl převezí sendviče k pracovnímu místu operátora. Změna takto komplexního systému, tak aby byl variabilní a dokázal pracovat s dvěma druhy trubek a lamel a také změna senzorů, sloužících pro kontrolu správných pozic jednotlivých dílů, byla vyčíslena na 300 Kč.



Obrázek 7-5 - Pohyblivý montážní stůl a přípravy [Vlastní zpracování]

7.4 Pracoviště operátora

Po přesunutí sendvičů k pracovnímu místu operátora je podsestava opatřena dvěma nádržkami. Nádržky jsou před nasazením na sendviče operátorem vloženy do přípravků. Z přípravku si je automat odebírá sám a vkládá je na konce sendvičů. Jelikož mají nádržky HP a R744 rozdílný tvar je opět nezbytné vyměnit přípravy a upravit senzory na kontrolu pozice nádržek.



Obrázek 7-6 - Porovnání polohy datamatrixu [Vlastní zpracování]

Nádržky obou produktů jsou opatřeny datamatrixy, ty slouží k uchování informací o jednotlivých kusech. Jsou to především informace o čase a datu výroby, použité technologie apod. Bohužel datamatrixy obou produktů jsou umístěny každý na jiném místě, viz obrázek 7-6. Z tohoto důvodu je nutné přidat druhý systém na čtení datamatrixu pro HP.

V neposlední řadě je do stroje zapotřebí přidat program na komunikaci s novými senzory, a také připrogramovat další možnosti pro změnu operací na produkt HP v PLC systému. Cena všech výše zmíněné úprav byla odhadnuta na 150 k€.

7.5 Pájecí podložky a rámy

Rozdílné rozměry produktů HP a R744 a také fakt, že HP nemá koncové desky, mají za příčinu to, že je nutné změnit design pájecích podložek a pájecích ráků. Změna pájecích podložek musí být provedena pro čtyři různé výšky produktu a v případě pájecího ráků se počítá s šesti možnými šířkami výparníku. Cena vývoje a výroby těchto produktů se odhaduje na 50 k€.

7.6 Shrnutí úprav CA CO₂

Výrobní takt současné montážní stanice CA CO₂ se pohybuje okolo 80 bloků za hodinu. Výše navrženými změnami by se docílilo toho, aby montážní stanice mohla vyrábět jak produkt HP, tak R774. Části stroje jako stroj na výrobu lamel, nebo přípravky na pohyblivém montážním stole by byly při změně produktu vyměňovány operátorem kus za kus. Části jako kompresní hlavy je nutné navrhnout variabilní, aby je bylo možné změnit automaticky strojem při změně programu.

Tým expertů odhadl cenu změn na 600 k€ s tím, že takt stroje zůstane na 80 blocích za hodinu a stroj je obslužen jedním operátorem. Nicméně současný koncept stroje dovoluje zvýšení taktu stroje až na 100 bloků za hodinu, ale to jen v případě, že by se zvýšila úroveň automatizace dodání dílů do stanice a vyjmul by se čas práce operátora z pracovního cyklu stroje. Doba přestavby stroje byla odhadnuta dodavatelem na jeden měsíc. V průběhu tohoto času by nebylo možné na stroji montovat výparníky R744 a produkce by se musela zastavit. Další překážkou výroby na tomto stroji je fakt, že po přestavení stroje je přechodná doba, při které stroj nepracuje na maximum svého potenciálu. V přechodné době se se stroj stále nastavuje a seřizuje, z tohoto důvodu je v prvních dvou měsících provozu stroje velká ztráta TRS. Zastavěná plocha stroje zůstává stejná, a to přibližně 55 m².

8 Navržení nové montážní stanice

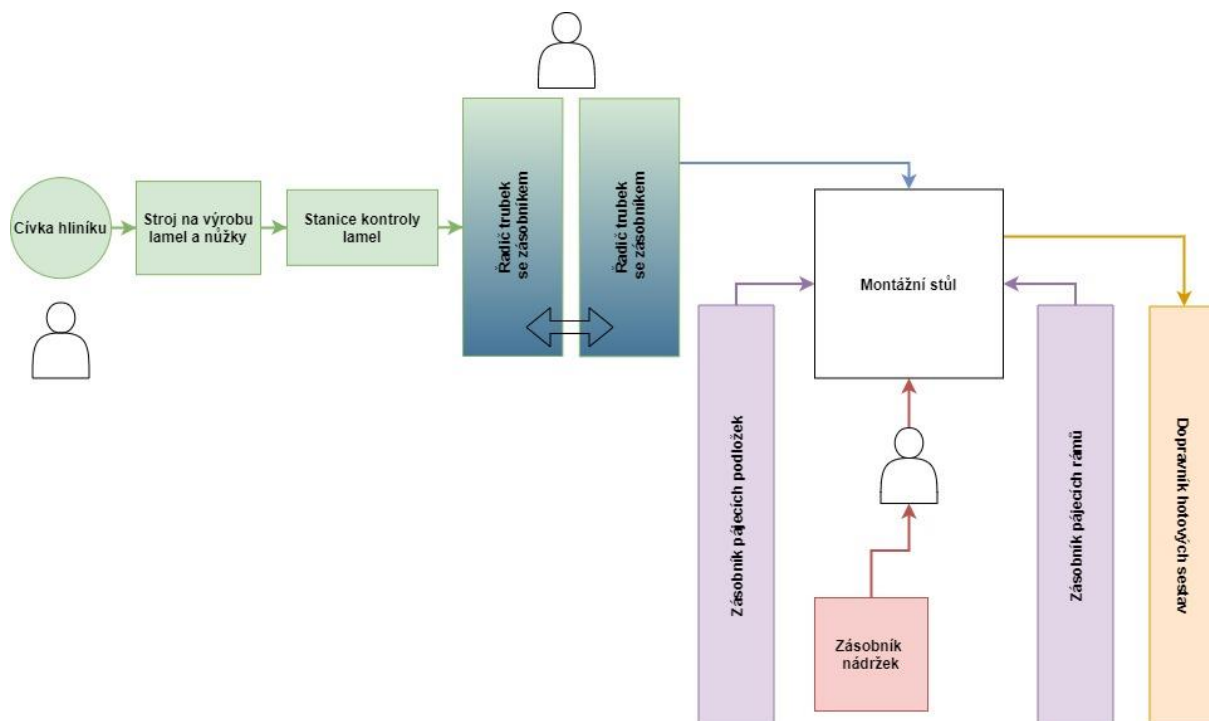
V následující části jsou představeny tři možná řešení nové montážní stanice. Všechny návrhy mají společné to, že musí splnit prvotní požadavek na schopnost vyrobit, alespoň 143 bloků za hodinu. Dalším společným prvkem je, že se skládají ze stejných, nebo velice podobných součástí. Liší se ale prostorovým uspořádáním, způsobem provedení a sledem jednotlivých operací. V neposlední řadě se liší cenou, která je důležitým faktorem při výběru finálního řešení.

8.1 Varianta A

V následující kapitole je strukturně a funkčně popsána varianta A se svými výhodami a nevýhodami. Tok materiálů montážní stanice je zobrazen na obrázku 8-1.

8.1.1 Strukturní řešení varianty A

Strukturně se varianta A skládá ze tří manuálních pracovišť a pokrývá plochu 56 m². První část montážní stanice je stroj na výrobu lamel a stanice kontroly délky lamel. Za těmito dvěma stroji se nachází dva řadiče trubek. Součástí řadičů jsou dva zásobníky s obsahem 4500 kusů trubek pro každý zásobník, tedy 9000 kusů celkem. Obsah zásobníků pokryje požadavky výroby na přibližně jednu hodinu. Vedle řadičů trubek je menší zásobník na pájecí podložky a hned za ním se nachází srdce celého stroje - montážní stůl. Montážní stůl je opatřen dvěma přípravky, do kterých operátor vkládá horní a spodní nádržku. Dalším úkolem operátora je doplňovat zásobníky pájecích podložek a rámu. Tyto zásobníky se nachází po stranách montážního stolu. Smontované sestavy jsou ze stroje automaticky odváženy na dopravníku, který je situován po pravé straně montážní buňky.



Obrázek 8-1 - Tok materiálu varianty A [Vlastní zpracování]

8.1.2 Funkční řešení varianty A

Varianta s označením A je automatická montážní buňka navržená, tak aby mohla být obsloužena jedním operátorem. Přičemž je potřebná ještě polovina časového fondu další osoby pro zásobování stanice cívkami hliníku a regály s podložkami a rámy pro pájení. Tato osoba je sdílena s několika dalšími stanicemi podobného typu.

Proces výroby HP na této montážní stanici začíná výrobou lamel ve stroji na výrobu lamel. Hliníkový plech o šířce dvojnásobku šířky lamely se odvíjí z hliníkové cívky do řezačky. Aby stroj na výrobu lamel dokázal zásobit montážní stanici s takto rychlým pracovním tempem, je hliníkový plech dělen jak na délku, tak podélně. Rovný plech následně prochází skrz ozubená kola, která ho přetvoří na lamelu. Tímto způsobem vzniká dvojnásobné množství lamel, než tomu bylo u stroje na výrobu R744. Lamely jsou poté stlačeným vzduchem dopraveny do stohovače.

Ve stohovači se kompletují trubky s lamelami do sendvičů. Potřebné množství těchto dvojic, je dané definicí vyráběného výparníku. Vytvořený sendvič je po stohování přenesen, za pomoci pohyblivého ramena, k montážnímu stolu.

Montážní stůl je zásobován čtyřmi druhy dílů. Pájecími podložkami, pájecími rámy a horní a spodní nádržkou. Všechny tyto díly jsou doplňovány ručně jedním operátorem. Nicméně operátorovo hlavní pracovní místo se nachází před montážním stolem, zde pracovník vkládá horní a spodní nádržku do přípravků na montážním stole. Po operátorově levici se nachází zásobník na pájecí podložky a po jeho pravici je zásobník na pájecí rámy. Pájecí podložky a rámy jsou do sestavy vkládány automaticky robotem. Po dodání zmíněných čtyřech dílů, automat na montážním stole osadí sendviče horní a spodní nádržkou, přidá pájecí podložky ze zásobníku na levé straně a v kompresy přenesení podsestavu do pracoviště po operátorově pravici. Zde je soudržnost podsestavu zajištěna pájecím rámem, jehož přidáním se získá finální sestava, ta je v posledním kroku přenesena na výstupní dopravník.

8.1.3 Výhody a nevýhody

Koncepční řešení varianty A má spíše nevýhody než výhody. I když je prostorové uspořádání montážní stanice špatně řešené a má velký prostor pro zlepšení, zabírá jen 56 m².

Jinou oblastí s potenciálem pro zlepšení je například zásobník na trubky. Přístup k němu je z druhé strany stroje, to má za příčinu, že pro doplnění těchto zásobníků by musel operátor obcházet celou stanicí a tím ztrácel cenný čas. Další nevýhodou zásobníků trubek je fakt, že musí být doplňovány ručně.

Za jinou nevýhodu montážní stanice A by se dalo považovat to, že součástí pracoviště vkládání horních a spodních nádržek není jejich zásobník. Následkem toho je, že čas vkládání těchto dílů do přípravku operátorem je součástí pracovního cyklu stroje. To může vést k nepravdělnosti pracovního cyklu a problémům s dodržением požadavků na vyráběný objem produktu.

Potenciál ke zvyšování taktu stroje (zrychlování pracovního cyklu) je také poměrně malý, a to především z důvodů, že stroj obsahuje jen jeden montážní stůl. Díky tomu je horní hranice počtu montovaných sestav jen 150 kusů za hodinu.

Paradoxně fakt, že varianta A obsahuje jen jeden montážní stůl je i výhodou, a to především v tom, že doba výměny nástrojů a přípravků, při změně definice vyráběného výparníku, je jen 20 minut.

8.1.4 Cena

Jak cena celého stroje, tak i cena nástrojů jsou důležité faktory při výběru nejlepší varianty. Obě informace jsou zobrazeny v tabulce 8-1 - Varianta A - ceny.

Cena stroje	1 770,1 k€
Cena nástrojů	36,2 k€

Tabulka 8-1 - Varianta A - ceny

8.2 Varianta B

Varianta B, jenž je popsána v této kapitole nabízí kompletně jiný pohled na splnění požadavku výroby 143 bloků za hodinu. Koncept tohoto stroje umožňuje vyšší výstup 144 bloků za hodinu s potenciálem dalšího navýšení produkce. Varianta B je v následujících kapitolách popsána jak ze strukturního, tak z funkčního hlediska. Tok materiálu je zobrazen na obrázku 8-2.

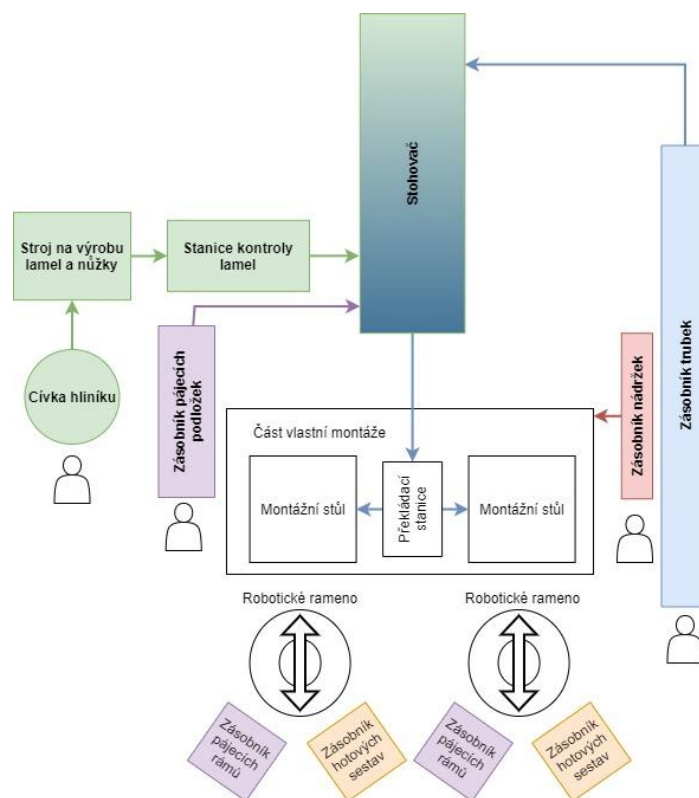
8.2.1 Strukturní řešení varianty B

Struktura montážní stanice se skládá z celkem osmi strojních částí a čtyř manuálních pracovišť. Celkové rozměry zastavěné plochy stroje jsou 65 m².

První částí je stroj na výrobu lamel, který obsahuje rotační zásobník na dvě cívky hliníku. Za strojem na výrobu lamel se nachází stanice kontroly parametrů lamel a nosič lamel, po kterém jsou lamely unášeny stlačeným vzduchem do stohovače. Stohovač je místo, kde se tvoří sendviče lamel a trubek. Zásobník trubek je proveden formou dopravníku a je doplňován operátorem.

Před stanicí vlastní montáže se nachází dvě pracoviště. Prvním je pracoviště doplňování pájecích podložek a druhým je pracoviště doplňování nádržek. Obě pracoviště obsahují malé zásobníky na spotřební materiál, které je nutné doplňovat ručně.

Předposlední částí je pracoviště vlastní montáže. Pro dosažení požadovaného výstupu 143 bloků za hodinu se tato část stroje skládá ze dvou automatických montážních stolů. Každý z montážních stolů má přiřazené jedno robotické rameno, za pomoci, kterého jsou do něj doplňovány pájecí rámy a následně jsou z něj vyjímány zafixované sestavy výparníků. Poslední částí stroje jsou celkem čtyři zásobníky ve formě beden. Dvě bedny obsahují pájecí rámy a druhé dvě bedny jsou zásobníky na hotové zafixované sestavy. Kapacita jedné bedny je 40 minut plynulé práce stroje při maximálním výkonu.



Obrázek 8-2 - Tok materiálu varianty B [Vlastní zpracování]

8.2.2 Funkční řešení varianty B

Návrh montážní stanice B je uzpůsoben tak, aby mohl být obslužen pouze jedním operátorem. Stanice obsahuje celkem čtyři pracovní místa, ve kterých operátor doplňuje spotřební materiál.

Výrobní proces začíná opět v stroji na výrobu lamel. Tento stroj za pomoci sady ozubených kol přemění hliníkový plech na jednotlivé lamely. Lamely pokračují přes stanici kontroly parametrů po nosiči do stohovače. Z opačné strany stroje se nachází zásobník na trubky. Z tohoto zásobníku jsou trubky přenášeny posuvným ramenem do stohovače, kde se řadí společně s lamelami sendvičovým způsobem. Po nastohování určitého počtu sendvičů, který je dán definicí výparníku, je daný svazek opatřen pájecími podložkami. Pájecí podložky jsou přeneseny do stroje ze zásobníku, který se nachází vedle stanice kontroly parametrů lamel.

Svazek je následně kompresován a přenesen posuvným ramenem na překládací místo, které se nachází v montážní části stroje. Z překládacího místa je svazek přenesen na buďto pravý nebo levý montážní stůl (v závislosti na tom, který montážní stůl je v danou chvíli volný).

V předposledním kroku se svazek dostane na montážní stůl, tam je opatřen horní a spodní nádržkou, které jsou na místo doručeny ze zásobníku za pomoci závěsného pohyblivého ramena. Dále je svazek zafixován pájecím rámem, jehož přísun a polohování zajišťuje robotické pohyblivé rameno. Totéž rameno v posledním kroku přesune finální sestavu z montážního stolu do zásobníku.

8.2.3 Výhody a nevýhody

Varianta B je oproti předchozímu koncepčnímu návrhu lépe prostorově upořádaná a propracovaná. Díky tomu má více výhod než nevýhod.

Za velkou výhodou této montážní buňky by se dala považovat její vysoká míra automatizace, propracovaná místa pro operátory (pracoviště doplňování nádržek a pájecích podložek), která jsou vyňata z pracovního cyklu stroje, a také vhodná forma zásobníků na pájecí rámy a hotové sestavy. Právě zásobníky v poslední části stroje mají potenciál k tomu, aby byly automaticky obslouženy za pomoci AGV, tím by se ještě zvýšila míra automatizace a autonomie stroje. Vyšší úroveň automatizace a zvětšením zásobníků na pájecí podložky a nádržky by se v případě tohoto stroje dalo dosáhnout pracovního taktu až 170 sestav za hodinu.

Za druhou výhodou se dá považovat koncept zásobníku trubek. Do zásobníků je možné vkládat trubky ve formě svazků, což ušetří čas překládání trubek z beden do zásobníku. Další výhodou je prakticky neomezená kapacita tohoto zásobníku. Dopravník je poměrně levná komponenta stroje a jeho délka je omezena pouze délkou zástavby stroje.

Jinou výhodou je koncept stavby stroje na výrobu lamel. Ten obsahuje rotační zásobník cívek a díky němu se ušetří čas, při kterém by operátor nebo skladník měnili cívku na odvíječi. Takto operátor jen otočí rotačním zásobníkem a zavede z ní plech do stroje.

Doba přestavby stroje při změně definice vyráběného produktu je o něco delší než předchozí návrh, a to 25 minut. Důvodem delší přestavby je hlavně fakt, že je nutné operátorem měnit přípravky na dvou montážních pracovištích.

I když je varianta B lépe prostorově vyřešena zabírá 65 m². To je o 9 m² více než předchozí návrh a je to hlavní nevýhodou tohoto konceptu.

8.2.4 Cena

Cena (Tabulka 8-2 - Varianta B - ceny) je důležitým faktorem při výběru optimální varianty. I přes vyšší celkovou cenu návrhu B se bude, při výběru nejlepší varianty, brát v úvahu vysoká míra automatizace a potenciál k dalšímu rozvíjení současného designu.

Cena stroje	1 441,62 k€
Cena nástrojů	39,3 k€

Tabulka 8-2 - Varianta B - ceny

8.3 Varianta C

Varianta C je třetím pohledem na splnění zadaných požadavků. Tato varianta nabízí zajímavý způsob využití pásového dopravníku a je detailně popsána v následujících podkapitolách. Varianta C je v určitých směrech podobná současnému CA CO₂, jelikož se při návrhu této stanice spolupracovalo se stejnou externí společností.

8.3.1 Strukturní řešení varianty C

Varianta C se skládá ze sedmi hlavních částí montážní stanice a dvou manuálních pracovišť. Celková zastavěná plocha stroje činí 132 m², což je nejvíce ze všech variant.

Návrh C obsahuje stroj na výrobu lamel, který využívá cívku s šířkou plechu dvojnásobku šířky lamely. Plech je tedy řezačkou rozdělován jak na délku, tak na šířku. Za strojem na výrobu lamel se nachází nosič lamel pro jejich transport do stohovače. Po levé straně stroje se vyskytuje pracoviště zásobníku trubek, v kterém jsou trubky ručně nakládány do zásobníku.

Stohovač sendvičů a montážní stůl jsou součástí jednoho strojového celku a jsou řešeny podobně jako tomu je u současné montážní stanice CA CO₂. Montážní stůl je posuvný se dvěma polohami. V první poloze je na něj naložen určitý počet sendvičů (daný definicí montovaného výparníku) v zadní části stroje. Druhá poloha (u manipulačního ramene) je nastavena tak, aby mohla být na sendviče nasazena horní a spodní nádržka. Za montážními stoly se nachází dvě robotická ramena, která slouží k opatření sendvičů zbývajícími komponenty.

Poslední částí stroje je cyklický pásový dopravník, který slouží k doplňování všech komponent s výjimkou trubek a lamel. Tyto díly jsou na dopravník ručně zakládány operátorem. Výstup hotových sestav z montážní stanice je rovněž zajištěn tímto pásovým dopravníkem.

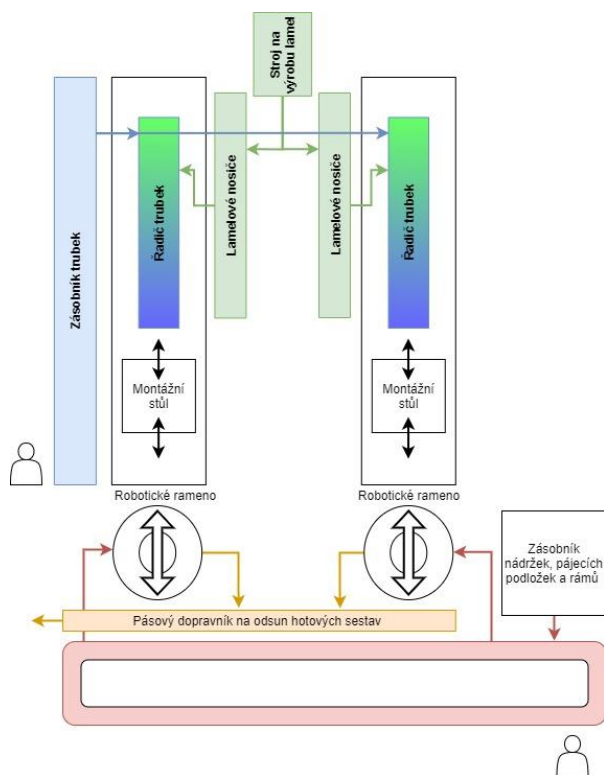
8.3.2 Funkční řešení varianty C

Varianta C je vysoce automatizovaná montážní linka, která je navržena, tak aby mohla být obsloužena jedním operátorem. Přičemž je potřebná ještě polovina časového fondu další osoby pro zásobování stanice trubkami. Celkem je tedy potřeba 1,5 operátora.

Výroba lamel je prováděna podélným a příčným dělení hliníkového plechu, který je odvíjen z cívky dvojnásobné šířky lamely. Tento proces probíhá ve stroji na výrobu lamel nacházejícím se v horní části půdorysu stroje (Obrázek 8-3). Hotové lamely jsou ze stroje unášeny vzduchem po nosičích do dvou symetricky provedených stohovačů. Z levé strany montážní stanice se nachází zásobník na trubky a pracoviště pro jejich doplňování. Trubky jsou ručně doplňovány operátorem a dále jsou ze zásobníku přenášeny zavěšeným manipulátorem do stohovače. Ve stohovači jsou trubky a lamely seřazeny do sendvičů o požadovaném počtu dvojic a následně usazeny na pohyblivý montážní stůl.

Jak již bylo zmíněno v předchozí podkapitole, pohyblivý montážní stůl má dvě pozice. V první pozici jsou na něj, v zadní části stroje, vyskládány sendviče. V dalším kroku se stůl přesune do pozice číslo dva. Druhá pozice je uzpůsobena tak, aby na sendviče mohly být nasazeny zbývající komponenty. Tyto komponenty (dvě nádržky, dvě pájecí podložky a pájecí rám) jsou v sadách vyskladňovány na oválný pásový dopravník. Proces vyskladňování sad je zajišťován ručně - operátorem. Sady jsou přesunuty z dopravníku na pohyblivý montážní stůl (v pozici číslo 2) za pomoci robotického ramene. Horní a spodní nádržka a pájecí podložky jsou zasazeny do přípravků po stranách sendvičů. Jejich pozice je opět fixována pájecím rámem.

Po zafixování polohy jsou sestavy z montážního stolu robotickým ramenem přesunuty na pásový dopravník, který zajišťuje jejich odsun k peci.



Obrázek 8-3 - Tok materiálu varianty C [Vlastní zpracování]

8.3.3 Výhody a nevýhody

Výhodou tohoto návrhu je dobře řešený zásobník na lamely. V případě, že dojde hliníková cívka před strojem na výrobu lamel, dokáže poměrně objemný zásobník na lamely pokrýt požadavky stroje na tyto komponenty a není nutné stroj pozastavit.

Velikost a způsob řešení zásobníku na trubky jsou další výhodou tohoto konceptu. Díky jeho jednoduchosti má prakticky neomezenou kapacitu, jelikož se může kdykoliv levně rozšířit. Jediným omezením je zastavěná plocha stroje.

Jinou výhodou je fakt, že tato varianta obsahuje dvě montážní stanice, tudíž má stroj velký potenciál ke zvyšování pracovního taktu. Horní hranice se v tomto případě pohybuje okolo 220 montovaných sestav za hodinu. Tato výhoda je, ale zároveň i nevýhodou, jelikož je v případě změny definice vyráběného produktu potřeba změnit přípravky na dvou pracovních místech. Komponenty na pohyblivém pracovním stole jsou také složitější na výměnu. Z těchto důvodů je doba výměny nástrojů 30 minut. Druhou nevýhodou varianty C je poměrně velká zastavěná plocha. 132 m² je nejvíce ze všech navrhovaných variant.

8.3.4 Cena

Cena varianty C je poněkud vysoká (Tabulka 8-3 - Varianta C – ceny), to bude mít za příčinu její znevýhodnění při výběru nejlepšího řešení.

Cena stroje	3 117,31 k€
Cena výměny nástrojů	47,4 k€

Tabulka 8-3 - Varianta C – ceny

8.4 Výběr nejlepšího návrhu nové montážní stanice

K výběru optimální varianty montážní stanice na nový produkt HP byla využita rozhodovací matice. Ve společnosti Valeo byl sestaven tým pěti expertů, kteří rozhodovali o výběru kritérií pro hodnocení jednotlivých variant. Bylo vybráno celkem devět kritérií: cena stanice se strojem na výrobu lamel, cena stanice bez stroje na výrobu lamel, cena výměny nástrojů při změně definice výparníku, počet operátorů potřebných k provozu stroje, zastavěná plocha stroje, počet robotických ramen, potenciál k dalšímu zrychlení taktu stroje, doba změny nástroje a koncept skládání sestavy.

Následně tým expertů zhodnotil daná kritéria a přiřadil jim váhy metodou pořadí, viz tabulka 8-4 - Váhy jednotlivých kritérií.

	i	Pořadí	Body	Váha kritéria	Stonásobek
Cena stanice se strojem na výrobu lamel	1	4	6	0,13	13
Cena stanice bez stroje na výrobu lamel	2	3	7	0,16	16
Cena nástrojů	3	9	1	0,02	2
Počet operátorů	4	6	4	0,09	9
Zastavěná plocha	5	2	8	0,18	18
Počet robotických ramen	6	8	2	0,04	4
Potenciál k dalšímu zrychlení taktu stroje	7	5	5	0,11	11
Doba změny nástroje	8	7	3	0,07	7
Koncept skládání bloků	9	1	9	0,20	20
Suma			45	1,00	100

Tabulka 8-4 - Váhy jednotlivých kritérií

V tabulce 8-5 - Hodnocení navržených variant je zaznamenán proces ohodnocení jednotlivých variant. Každému návrhu byl přiřazen počet bodů v závislosti na daných kritériích. Maximální počet tří bodů byl přiřazen nejvhodnějšímu návrhu, nejmenší počtem jednoho bodu byl ohodnocen nejméně vhodný návrh.

Vhodnost neboli počet bodů je v následujícím kroku vynásoben váhou daného kritéria, výsledky dílčích kritérií jsou zaznamenány v poli součet. Celkový součet bodů pro jednotlivé návrhy je zaznamenán v předposledním řádku tabulky. V řádku pod ním je pořadí, ve kterém jsou výše popsané návrhy vhodné pro implementaci ve Valeo Žebrák.

Kritéria	Váha kritéria	Varianta A	Vhodnost	Násobek	Varianta B	Vhodnost	Násobek	Varianta C	Vhodnost	Násobek
Cena stanice se strojem na výrobu lamel [kč]	13	1770,1	2	26	1441,62	3	39	3117,31	1	13
Cena stanice bez stroje na výrobu lamel [kč]	16	1428,2	2	32	1174,02	3	48	2867,31	1	16
Cena nástrojů [kč]	2	36,2	3	6	39,3	2	4	47,4	1	2
Počet operátorů	9	1,5	1	9	1	3	27	1,5	1	9
Zastavěná plocha [m ²]	18	56	3	54	65	2	36	132	1	18
Počet robotických ramen	4	0	3	12	2	1	4	2	1	4
Potenciál k zrychlení taktu stroje	11	-	1	11	-	2	22	-	3	33
Doba změny nástroje [min]	7	20	3	21	25	2	14	30	1	7
Koncept skládání bloků	20	-	1	20	-	2	40	-	3	60
Součet	100	-	-	191	-	-	234	-	-	162
Pořadí	-	2	-	-	1	-	-	3	-	-

Tabulka 8-5 - Hodnocení navržených variant

Kvantitativní kritéria jako ceny, počet operátorů, nebo zastavěná plocha stroje jsou kritérii minimalizačními. Při hodnocení návrhů těmito kritérii je tedy nejvhodnější varianta s nejmenší hodnotou. Minimalizační je paradoxně i kritérium počtu robotických ramen. Robotické rameno je část strojů, kterým se ve Valeo obecně snaží vyvarovat. Robotické rameno je poměrně složitá část stroje, která vyžaduje nákladnou údržbu a dlouhodobou pozornost programátorů. Často je možné nahradit robotická ramena jednoduchými mechanismy, které jsou levnější jak na koupi, tak i na údržbu.

Potenciál dalšího rozvoje konceptu stroje je kvalitativní položka, která hraje nezanedbatelnou roli při výběru optimální varianty. Často se ve výrobních podnicích stává, že zákazník žádá o navýšení výroby produktu nad rámec původního plánu. Z tohoto důvodu je vhodné využívat modulární stroje, které je možné v budoucnu rozšířit, tak aby dokázaly pokrýt případnou zvýšenou poptávku. V případě, že není možné stroj dále rozšířit, je nutné zakoupit další zařízení tak, aby se poptávka pokryla. Tato varianta bývá obvykle nákladnější než stavět složitější, ale modulární stroj s dalším potenciálem.

Důmyslnost vlastního konceptu stroje (v tabulce označena jako koncept skládání bloků) je dalším kvalitativním kritériem. Toto kritérium bylo skupinou expertů označeno jako nejdůležitější, a to proto, že vyjadřuje stabilitu a míru kontroly a nad jednotlivými díly v průběhu montáže. Kritérium je zaměřené na veškeré části a procesy, probíhající od momentu řazení trubek a lamel do sendvičů až po odvezení hotové sestavy. Z předchozích zkušeností expertů vyplývá, že je výhodné mít kontrolu nad jednotlivými částmi v procesu montáže a co nejvíce omezit možnosti volného pohybu a samovolného posouvání těchto dílů. Jinými slovy je za potřeby v průběhu montáže omezit co nejvíce bodů volnosti. Velkou mírou kontroly se předchází možným poruchám stroje a tím i zdržování výroby a snižování TRP.

Návrh C má díky využívání pohyblivých montážních stolů velkou míru kontroly nad sendviči v průběhu celého procesu montáže. Díly jsou po většinu času stlačené kompresními hlavami a je malá šance na jejich uvolnění. Z tohoto důvodu byl ohodnocen největším počtem bodů v oblasti konceptu skládání. Tento způsob je použit i v současné montážní stanici CA CO₂.

8.5 Shrnutí a závěr návržení nové montážní stanice

Cílem podkapitoly návržení nové montážní stanice bylo navrhnout, analyzovat a v neposlední řadě vybrat jeden ze tří rozdílných konceptů montážních strojů nového produktu HP.

Byly navrženy koncepty A, B a C, kde se každý lišil prostorovým uspořádáním, počtem operátorů potřebných pro provoz, cenou atd. Montážní stanice, mají společné, že dokáží montovat minimálně 143 podsestav za hodinu. Ve společnosti Valeo byla sestavena skupina pěti expertů, kteří vybrali kritéria hodnocení těchto variant a přiřadili jim váhu metodou pořadí. Porovnání návrhů bylo provedeno rozhodovací maticí.

Jako optimální varianta byl vybrán koncept s označením B. Cena a také fakt, že je možné stanicí provozovat jen s jedním operátorem, jsou oblastmi, ve kterých montážní stanice B předčila zbylé návrhy. Dalšími kvalitami tohoto návrhu je vysoká míra automatizace a vhodné zásobníky na pájecí podložky a nádržky, díky kterým je operátor vyňat z pracovního cyklu stroje.

Prakticky neomezeně dlouhý zásobník na trubky je další nespornou výhodou tohoto stroje. Jednoduchost jeho provedení pomocí pásového dopravníku je relativně levným řešením vhodným k dalšímu rozšíření.

V neposlední řadě návrh B obsahuje dvě automatické montážní stanice, tudíž má velký potenciál k dalšímu zvyšování pracovního taktu stroje.

9 Výběr optimální alternativy řešení

V kapitole 7 - Úprava CA CO₂ bylo popsáno, jaké části současného montážního stroje na R744 musí být změněny, aby bylo na stroji možné montovat jak nový produkt HP, tak současné R744. Následně byla odhadnuta cena přestavby stroje na 600 Kč a dodavatel odhadl čas přestavby na jeden měsíc. (alternativa I)

Kapitola 8 - Navržení nové montážní stanice je zaměřena na navržení 3 možných variant montážní stanice, sloužících pouze pro výrobu nového produktu. V podkapitole 8.4 -Výběr nejlepšího návrhu byla poté na základě sady kritérií vybrána nejlepší varianta z daných tří návrhů – varianta B. (alternativa II)

Poslední částí této studie je výběr optimální varianty vhodné k implementaci v provozu. Na základě předchozích informací je nutné vybrat mezi úpravou současného CA CO₂ a nově navrženou variantou B. K výběru finálního řešení byla opět zvolena metoda rozhodovací matice se sadou devíti kritérií. Těmito kritérii jsou: splnění požadavku objemu výroby 143 kusů za hodinu (OV – objem výroby), náklady koupě nové nebo úpravy starší stanice (N - náklady), cena změny nástrojů (ZN – změna nástrojů), počet operátorů potřebných k provozu stanice (PO – počet operátorů), zastavěná plocha stroje (ZPS), počet robotických ramen (RR – robotická ramena), modulárnost zařízení vhodná k dalšímu rozšíření a zvýšení taktu stroje (ZTS – zvýšení taktu stroje), doba výměny nástroje (DVN) a koncept skládání bloků (KSB).

Zmíněná kritéria byla ohodnocena váhami metodou kvantitativního párového srovnávání (Saatyho metoda) skupinou expertů z oddělení procesu a industrializace společnosti Valeo Žebrák. (Tabulka 9-1 - Váhy kritérií - Saatyho metoda)

Nejdůležitějším kritériem při výběru montážní stanice je požadavek na splnění objemu výroby, a to minimálně 143 produktů za hodinu. Toto kritérium je při výběru optimální varianty stěžejní, tudíž bylo ve většině případů silně preferováno oproti ostatním.

	OV	N	ZN	PO	ZPS	RR	ZTS	DVN	KSB	Geom. průměr	Váhy	Stonásobek
OV	1	7	9	9	7	9	9	9	7	6,48	0,44	44
N	1/7	1	5	3	3	7	1/5	3	1/7	1,16	0,08	8
ZN	1/9	1/5	1	1/5	1/5	1/3	1/7	1/5	1/5	0,23	0,02	2
PO	1/9	1/3	5	1	1/3	7	1/5	3	1/3	0,76	0,05	5
ZPS	1/7	1/3	5	3	1	9	3	7	1/3	1,53	0,10	10
RR	1/9	1/7	3	1/7	1/9	1	1/5	1/3	1/7	0,27	0,02	2
ZTS	1/9	5	7	5	1/3	5	1	1/3	1/3	1,15	0,08	8
DVN	1/9	1/3	5	1/3	1/7	3	3	1	1/3	0,67	0,05	5
KSB	1/7	7	5	3	3	7	3	3	1	2,42	0,16	16
Suma	-									14,67	1	100

Tabulka 9-1 - Váhy kritérií - Saatyho metoda

Po určení významnosti kritérií prostřednictvím vah, byly na základě daných kritérií obě alternativní řešení porovnány. U jednotlivých kritérií byl na základě dosaženého plnění přiřazen dané alternativě jeden nebo žádný bod. Bodové ohodnocení bylo následně vynásobeno váhou příslušného kritéria. Z tabulky 9-2 - Výběr konečného řešení je zřejmé, že řešení vhodné pro implementaci je alternativa II (nově navržená varianta B).

Kritéria	Váha kritéria	Úprava CA CO2	Vhodnost	Násobek	Varianta B	Vhodnost	Násobek
Objem výroby [ks/hodinu]	44	80	0	0	144	1	44
Náklady [k€]	8	600	1	8	1174,02	0	0
Cena nástrojů [k€]	2	39,3	1	2	78,6	0	0
Počet operátorů	5	1,5	0	0	1	1	5
Zastavěná plocha [m ²]	10	55	1	10	65	0	0
Počet robotických ramen	2	0	1	2	2	0	0
Potenciál k zrychlení taktu stroje	8	0	0	0	1	1	8
Doba změny nástroje [min]	5	20	1	5	30	0	0
Koncept skládání bloků	16	20	1	16	30	0	0
Součet	100	-	6	43	-	3	57
Pořadí	-	2	-	-	1	-	-

Tabulka 9-2 - Výběr konečného řešení

10 Zhodnocení vybrané alternativy

Z analýzy současného stavu CA CO₂ vyplývá, že jednou z překážek výroby nového produktu na stávajícím výrobním zařízení jsou rozdílné parametry HP a R744 jako například rozdílný druh lamel nebo rozdílné výšky trubek. Po zhodnocení obou alternativ vyšlo jako optimální řešení návrh B (návrh určený pouze pro výrobu nového produktu HP). Tímto je tedy tato překážka eliminována.

Druhou překážkou současného stroje je pomalý pracovní takt, který se pohybuje okolo 80 sestav za hodinu. Přestavbou stroje na výrobu nového produktu a zvýšením automatizace je možné dosáhnout pouze 100 montovaných sestav za hodinu. Ve variantě montážní stanice B je tento problém překonán, a to díky vysokému stupni automatizace a modernímu konceptu stroje.

Problém s tím, že je operátor součástí pracovního cyklu stroje, je rovněž vyřešen. Odstranění pracovníka z pracovního cyklu stroje je dosaženo za pomoci zásobníků, které jsou sice doplňovány ručně, ale zaručují dočasnou autonomnost stroje. Ze zásobníků jsou přenášeny jednotlivé díly strojně.

Dalším problémem byl zastaralý PLC systémem a připojení na nový MES systém Valeo. Nový montážní stroj - návrh B je vybaven moderním PLC od dodavatele Allen Bradley, který připojení na MES umožňuje. Dále je návrh B je oproti současné montážní stanici vybaven moderními optickými senzory Keyence, pro zamezení poruchám a sběru informací pro MES.

V poslední řadě byl problém s nízkou mírou automatizace, proto bylo zapotřebí pro obsluhu stroje 1,5 časového fondu operátora. Tento problém byl odstraněn nahrazením některých úkonů robotickými rameny. Díky tomu je pro provoz návrhu B potřeba jen jednoho operátora.

11 Závěr

Rychle rozvíjející se sektor automobilového průmyslu vyžaduje neustálou inovaci. Inovaci jak na poli vyráběných produktů, tak i ve výrobním procesu. Z tohoto důvodu si společnost Valeo dala za cíl navrhnout moderní montážní stanici, která zajistí objem výroby 600 000 kusů nového produktu HP ročně. Bylo důležité, aby montážní stroj byl efektivní a zároveň modulární, tedy aby byla možnost rozšíření výroby v případě, že by zákazník vyžadoval větší objem výroby, než bylo z počátku zadáno. Automatizace, efektivita a vysoká produktivita procesu jsou vlastnosti, díky kterým se moderní průmyslová společnost udrží na špičce ve svém sektoru.

K dosažení těchto cílů bylo nutné důkladně analyzovat současný produkt R744, nový produkt HP a současnou montážní stanici na výrobu R744. Následně byla studie rozvíjena dvěma směry.

Prvním směrem byla úprava současného montážního stroje na výrobu R744. Druhým směrem, bylo navržení nové montážní stanice, zaměřené pouze na výrobu nového produktu HP. Následně byly tyto dva směry porovnány a bylo vybráno optimální řešení, které naplňuje stanovené cíle a požadavky firmy Valeo (varianta B).

Varianta B je optimální zejména díky tomu, že je schopná vyrobit požadovaný objem nového produktu. Dalšími výhodami tohoto konceptu jsou poměrně dobré prostorové uspořádání, vysoká míra automatizace a propracovaná místa pro operátory. V neposlední řadě je také pozitivem stanice možnost jejího obslužení pouze jedním operátorem.

Důsledkem implementace nově navrženého stroje do výrobního procesu ve firmě Valeo bude možnost pokrytí zákaznických požadavků na výrobní objemy, a to efektivním procesem s nízkými náklady na výrobu. Tímto se zajistí, že si společnost Valeo udrží dominantní postavení v progresivním prostředí automobilového průmyslu.

I když směr úpravy současného stroje na montáž R744 ze studie nevyšel jako optimální, tak je pravděpodobné, že bude tento směr také realizován. Upravený CA CO₂ bude využit pro montáž nového produktu v počáteční fázi projektu, kdy nejsou výrobní objemy ještě tak vysoké, aby bylo nutné stavět nový montážní stroj.

12 Seznam použité literatury

1. **Zelenka, Antonín a Král, M.** *Projektování výrobních systémů*. Praha : ČVUT Praha, 1995. ISSN 0039-2456.
2. **Daněk, Jan a Plevný, Miroslav.** *Výrobní a logistické systémy*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2005. 80-7043-416-3.
3. **Hlavenka, Bohumil.** *Projektování výrobních systémů*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2005. 80-214-2871-6.
4. **Hofmann, Petr.** *Technologie montáže*. Plzeň : Vydavatelství Západočeské univerzity, 1997. 80-7082-382-8.
5. **Petrů, Jana a Čep, Robert.** *Týmová cvičení z předmětu montážní práce a automatizace montážních prací*. Ostrava : Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2011. 978-80-248-2707-0.
6. **Baudin, Michel.** *Lean assembly: the nuts and bolts of making assembly operations flow*. Boca Raton, FL : CRC Press, 2002. ISBN 1-56327-263-6.
7. **Cambridge University Press.** Cambridge Dictionary. [Online] 2019. [Citace: 25. Říjen 2019.] <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/automation>.
8. **NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 800/2008.** <https://eur-lex.europa.eu/>. *EUR-Lex*. [Online] Srpen. 6 2008. [Citace: 2. Listopad 2019.] <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:214:0003:0047:CS:PDF>.
9. **Košturiak, J., Frolík, Z. a kolektiv, a.** *Štíhlý a inovativní podnik*. Neznámé : Alfa Publishing s.r.o., 2006. 80-86851-38-9.
10. **API - Akademie produktivity a inovací.** *Metody a nástroje. Academy of productivity and innovations*. [Online] API - Akademie produktivity a inovací, 2018. [Citace: 2. Listopad 2019.] <https://www.e-api.cz/24882-metody-a-nastroje>.
11. **Jirásek, Jaroslav.** *Štíhlá výroba*. Praha : Grada, 1998. 80-7169-394-4.
12. **Chiarini, Andrea.** *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office*. Bologna : Springer, 2013. 978-88-470-2510-3.
13. **Launay, Stéphano.** TRS,TRP, 7losses definition. [překl.] Jakub Albl. místo neznámé, Česká republika : Valeo, 2015.
14. **Valeo.** Profile and Key Figures. *Valeo*. [Online] WordAppeal. [Citace: 24. Říjen 2019.] <https://www.valeo.com/en/profile-and-key-figures/>.
15. —. Valeo Žebrák. *Valeo*. [Online] Valeo Management Services, 2017. [Citace: 12. Listopad 2019.] <https://valeo.cz/cs/valeo-zebrak/>.
16. **Tomek, Gustav a Vávrová, Věra.** *Integrované řízení výroby 1. vydání*. Praha : Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.
17. **Tang, He.** *Automotive vehicles processes and operations management*. Warrendale : SAE International, 2017. ISBN 978-0-7680-8338-5.
18. **Jurova, Marie a kolektiv.** *Výrobní a logistické procesy v podnikání 1. vydání*. Praha : Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.