

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

Diplomová práce

Návrh výrobní linky inovativního produktu

Autor: Iveta TOMŠÍKOVÁ
Vedoucí práce: Doc. Ing. Jana KLEINOVÁ, CSc.

Akademický rok 2017/2018

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 vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....

Iveta Tomšíková

Poděkování

Chtěla bych poděkovat své vedoucí diplomové práce doc. Ing. Janě Kleinové, CSc. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat společnosti Valeo Výměníky Tepla s.r.o., že mi umožnila náhled do praxe a její zástupci se mnou vždy ochotně komunikovali.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Tomšíková		Jméno Iveta
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 výrobní linky inovativního produktu		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	63	TEXTOVÁ ČÁST	63	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce se zbývá návrhem výrobní linky pro inovativní produkt včetně jejího zásobování. V rámci práce je představena terminologie a metody z oblasti strategie, inovace a průmyslového inženýrství. Na základě analýzy trhu je určen inovativní produkt a s uvážením potřeb trhu, analýzy produktu a omezujících okolností i koncepční návrh výroby.</p>
<p>KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Inovace, elektromobil, pájení, pasivace, výrobní linka, čas cyklu,</p>

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Tomsikova	Name Iveta			
FIELD OF STUDY	2301T007 „IndustrialEngineering nad Management“				
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. KLEINOVÁ, CSc.	Name Jana			
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV				
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR		Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Design of production line of an innovative product				
FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2018

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	63	TEXT PART	63	GRAPHICAL PART	0
----------------	-----------	------------------	-----------	-----------------------	----------

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma thesis suggests the design of a production line for an innovative product including its supply. The thesis presents terminology and methods in the field of strategy, innovation and industrial engineering. Based on the market analysis, an innovative product is determined, taking into account market needs, product analysis and constraints, concept of production is designed.
KEY WORDS	Innovation, electric vehicle, brazing, passivation, production line, cycle time,

Obsah

Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	10
Přehled použitých zkratk a symbolů	11
Úvod.....	12
1 Pojmy z oblasti strategie a průmyslového inženýrství.....	13
1.1 Strategie.....	13
1.2 Produktové portfolio.....	13
1.3 Inovace	14
1.3.1 Druhy inovací.....	14
1.3.2 Stupně inovací.....	15
1.4 Názvosloví a metody průmyslového inženýrství	17
1.4.1 Výrobní proces	17
1.4.2 Struktura výrobního procesu	17
1.4.3 Prostorové rozložení výroby	18
1.4.4 Automatizace	19
1.4.5 Štíhlá výroba	20
2 Popis společnosti a analýza trhu	21
2.1 Produkty	21
2.1.1 Výparník.....	21
2.1.2 EGR.....	23
2.2 Portfolio.....	23
2.2.1 Zákaznické portfolio (lokace)	23
2.2.2 Zákaznické portfolio (OEM).....	23
2.3 Výrobní technologie	24
2.3.1 Lisování.....	25
2.3.2 Laboratoře	25
2.3.3 Pájení.....	26
2.3.4 Ochrana proti korozi a oděru	26
2.3.5 Testování tlakem vzduchem, heliem	26
2.4 Klíčové faktory v automobilovém průmyslu.....	27

2.4.1	Autonomní řízení	27
2.4.2	Elektrický pohon	27
2.4.3	Automotive Cloud a sdílení	27
2.5	Růst prostřednictvím inovace	27
2.5.1	Směr inovace	28
2.5.2	SWOT analýza: Chlazení baterií	29
2.6	Směr inovace	30
3	Analýza klíčových faktorů vybraného produktu	31
3.1	Popis produktu	31
3.2	Požadavek na výrobní kapacity	33
3.3	Požadavky na produkt	33
3.4	Shrnutí klíčových faktorů	34
4	Návrh výrobní linky a jejího logistického zajištění	35
4.1	Koncepční návrh výrobního postupu	36
4.2	Výpočet taktu	36
4.2.1	Požadavek na hodinový výstup linky	37
4.2.2	Takt linky	37
4.2.3	Počet pracovišť	38
4.2.4	Zhodnocení výsledků	38
4.3	Klíčové pracoviště 1: Pájení v peci	38
4.3.1	Design pro pájení na šířku	40
4.3.2	Design pro pájení na délku	41
4.3.3	Porovnání variant a výběr	42
4.3.4	Pájecí přípravky	43
4.4	Klíčové pracoviště 2: Povrchová úprava	43
4.4.1	Technologie pasivace	44
4.4.2	Návrh pasivačního pracoviště	44
4.4.3	Hodnocení a perspektiva	46
4.5	Manipulace mezi pracovišti	46
4.6	Návrh velikosti logistické plochy k zajištění výrobní linky	47
4.6.1	Obal k expedici	47

4.6.2	Vývozní kapacity	48
4.6.3	Dovozní kapacity	49
4.6.4	Celková skladovací plocha.....	51
4.7	Návrh zásobování	52
4.8	Návrh koncepce prostorového rozložení výroby.....	53
4.8.1	Návrh rozložení 1	53
4.8.2	Návrh rozložení 2.....	54
4.8.3	Zhodnocení a výběr rozložení.....	55
5	Zhodnocení přínosů navrhovaného řešení	56
5.1	Zhodnocení využitelnosti strojů	56
5.2	Zhodnocení naplnění požadavků.....	57
5.3	Zhodnocení prostorového rozložení.....	57
5.4	Zhodnocení uplatnění principů štihlé výroby.....	58
Závěr		60
Seznam použité literatury.....		61

Seznam obrázků

Obrázek 1.3-1: Druhy inovace [26]	15
Obrázek 1.4-1: Prostorové rozložení pracovišť do tvaru I . [36]	18
Obrázek 2.1-1: Výparník LUCIE. [12]	21
Obrázek 2.1-2: Rozpad výparníku LUCIE. [12]	22
Obrázek 2.2-1 : Zákaznické portfolio [12]	23
Obrázek 2.2-2: Zákaznické portfolio [12]	24
Obrázek 2.3-1: Výrobní jednotky ve společnosti Valeo [12]	25
Obrázek 2.5-1 : Produktové portfolio [vlastní]	28
Obrázek 3.1-1: Příruby, vstup a výstup z kanálkového systému [vlastní]	32
Obrázek 4.1-1: Koncepční návrh výrobního postupu [vlastní]	36
Obrázek 4.4-1: závěsný dopravník [vlastní]	44
Obrázek 4.4-2: návrh pracoviště pasivace [vlastní]	45
Obrázek 4.5-1: manipulace mezi pracovišti [vlastní]	46
Obrázek 4.5-2: automatický dopravník [vlastní]	47
Obrázek 4.6-1: Expediční obal [vlastní]	48
Obrázek 4.7-1: Paletový vozík [34]	52
Obrázek 4.8-1: Návrh rozložení v hale 100x40m 1 [vlastní]	54
Obrázek 4.8-2: Návrh rozložení 2 [vlastní]	54

Seznam tabulek

Tabulka 2.5-1: Zhodnocení faktorů rizika a technologické kompetence [vlastní].....	29
Tabulka 4.3-1: rychlost pásu v peci [vlastní]	40
Tabulka 4.3-2: rychlost pásu: pájení na šířku, 3směnný provoz [vlastní].....	41
Tabulka 4.3-3: rychlost pásu: pájení na šířku, 2směnný provoz [vlastní].....	41
Tabulka 4.3-4: rychlost pásu: pájení na délku, 2směnný provoz [vlastní].....	42
Tabulka 4.3-5: rychlost pásu: pájení na délku, 3směnný provoz [vlastní].....	42
Tabulka 4.3-6: rozhodovací matice pro pájení [vlastní]	43
Tabulka 4.4-1: Přehled operací pro pasivaci [vlastní].....	45

Přehled použitých zkratk a symbolů

AGV	automated Guided Vehicle (automaticky řízené vozidlo)
kCzk	tisíc korun českých
Hliníkový Clad	legovaná vrstva hliníku s nižší teplotou tání než základní materiál
BOM	kusovník
flux	druh tavidla
Sleeve	malá připojovací příruba, zajišťuje vstup a výstup z kanálkového systému
Valeo	Valeo Výměníky Tepla s.r.o., společnost se sídlem v Žebráku,
Loic	povrchová vrstva

Úvod

Podniky pohybující se v tržním prostředí musejí čelit neustálým změnám ve svém okolí. Automobilový trh je navíc známý svou inovativností a širokou konkurenční základnou. Nové a modernější modely jsou představovány každým rokem. Strhávají na sebe pozornost zákazníků a způsobují zastarávání současných technologií a odliv poptávky po zavedených produktech (poptávka po čem). Pokud chce společnost v rychlém prostředí udržet krok, je nutné obnovovat stávající portfolio na základě budoucích potřeb trhu. Trh je možné analyzovat a předpovídat jeho další vývoj, budoucnost je ale vždy nejistá, a tak i správnost předpovědí lze potvrdit až s časovým odstupem.

Základním prostředkem pro rozšíření nebo obnovení portfolia je inovace. Bez inovace a investic do budoucnosti mohou být společnosti v krátkodobém horizontu výdělečné, nicméně i ten nejlepší produkt se jednou dostane na konec životního cyklu, kdy po něm klesne poptávka a pomalu zaniká, stejně tak jako výnosy z něj.

Samotná identifikace budoucnosti a návrh inovativního produktu však k úspěchu nestačí. Při zvažování investice je nezbytné zhodnotit její návratnost, která je vázána na výnosy a náklady s ní spojené. Náklady jsou úzce spjaty s konceptem výroby, jenž určuje jejich fixní, částečně ale i variabilní náklady. Návrh výroby také pomůže odpovědět na otázky týkající se vyrobitelnosti, kapacity a prostorové náročnosti.

Aby bylo možné návrh realizovat, je zapotřebí identifikovat produkt a jeho specifikace. Důležitá je rovněž informace o uvažovaných objemech a maximálních požadavcích, podle kterých musí být linka dimenzována. Taktéž se musí zvážit výrobní, místní a technologické kompetence společnosti. Jejich přítomnost totiž značně snižuje rizikovost investice.

Otázkou inovace stávajícího portfolia se zabývá i společnost Valeo Výměníky Tepla s.r.o., se sídlem v Žebráku, která by ráda svůj stávající sortiment rozšířila též o další produkty nabízející dlouhodobější perspektivu.

1 Pojmy z oblasti strategie a průmyslového inženýrství

Tato studie si klade za cíl identifikovat možnosti rozvoje prostřednictvím inovace a inovativních produktů. První část pomůže objasnit pojmy, jako jsou strategie a inovace, a tím poskytne teoretický základ pro další rozvoj podniku směrem k optimu.

Druhá teoretická část zabývající se vybranými principy průmyslového inženýrství poslouží jako podklad k dopracování tématu, tj. konkrétně k vytvoření základního návrhu výrobní linky na vybraný inovativní produkt, a to v závislosti na požadavcích trhu a vnitřních standardech na principech průmyslového inženýrství.

1.1 Strategie

Strategie je popis uvádějící jakým způsobem dané věci dělat. Je méně specifický než akční plán, který stanoví *kdo-co-kdy*. Místo toho se pokouší široce odpovědět na otázku: "*Jak se tam dostaneme?*" Dobrá strategie zohlední stávající překážky a zdroje (lidi, peníze, energie, materiály atd.). Strategie musí korespondovat s celkovou vizí, posláním a cíli. K dosažení cíle bude často využito několik různých strategií – poskytování informací, zvýšení podpory, odstranění překážek, poskytování zdrojů atd. – dosažení svých cílů. [6]

Porter tvrdí, že provozování specifické činnosti není jako strategie dostatečné, protože použité techniky jsou snadno napodobitelné. Naproti tomu je podstatou strategie volba jedinečné pozice zakořeněné v systémech činností, které lze mnohem obtížněji napodobit. Porter tedy sleduje ekonomickou základnu konkurenční výhody až na úroveň konkrétních činností, jež společnost vykonává. Zatímco manažeři se často zaměřují na jednotlivé komponenty úspěchu, jako jsou klíčové kompetence nebo kritické zdroje, Porter ukazuje, jak správné nasazení ve všech aktivitách společnosti zvyšuje jednak konkurenční výhodu, jednak udržitelnost. [21]

1.2 Produktové portfolio

Produktové portfolio se skládá ze všech produktů, které organizace vytváří. Může obsahovat různé kategorie produktů, různé produktové řady a nakonec i samostatně stojící produkty. Řízení je nezbytné na všech třech úrovních produktového portfolio: řízení jednotlivých produktů, správu produktových řad a správu celého portfolio vrcholovým managementem.

Každý produkt se přitom nachází na jiné tržní pozici. Pro usnadnění řízení se produkty klasifikují. Asi nejnámějším nástrojem je matrice BCG, klasifikující produkty na základě tržního podílu produktu a také rychlosti růstu, kterou produkt může mít na daném trhu. Na základě této klasifikace může produktový manažer rozhodnout, jakou úroveň investic by konkrétní produkt mohl vyžadovat a jaká by mohla být očekávaná návratnost této investice. Jelikož dalším cílem správy produktového portfolio je řízení peněžních toků, matrice BCG propaguje rovnoměrné vyvážení peněžních toků mezi všemi produkty. [8]

Počet a zařazení výrobků v portfoliu dnes určuje sílu organizace v budoucnu. Proto je důležitá správa v oblasti produktového portfolia. Jeho řízení není tak nezbytné pro malé podnikatele, zato velké podniky se bez řízení portfolia neobejdou a vede to k silné organizaci s plánovanými cíli a optimálním přidělením zdrojů. [7]

1.3 Inovace

Inovace je často užívaným slovem napříč odvětvími. Časopis *Business Insider* dokonce tvrdí, že společnosti, které neinovují, zemřou. Pokud nedochází ke zlepšování produktu a procesů, dojde ke stárnutí produktu. Konkurence, která investovala do vývoje a rozšíření portfolia, nabude konkurenční výhody a ovládne trh. Katsuaki Watanabe ze společnosti Toyota věří v inovaci skrze firemní kulturu: *"V naší společnosti není žádný génius. Děláme to, co si myslíme, že je správné. Každý den zkoušíme zlepšit malý kousek. Když se ale malá zlepšení hromadí po 70 let, stane se z nich revoluce."* [24]

Peter Druker, který je někdy vnímán jako otec moderního managementu, chápe inovaci coby specifický nástroj podnikatelů. Nástroj, jehož pomocí lze využít změny jako příležitosti k rozšíření podnikání nebo služeb.[1]

Podle Merriam-Webster[17] je inovace uvedení něčeho nového – nového nápadu, metody, přístroje.

Uznávaný profesor Harvardské university Porter[21] napsal o inovaci: *"Společnosti dosahují konkurenční výhody díky inovačním aktivitám. Provádějí inovace v nejširším slova smyslu, zahrnující jak nové technologie, tak nové způsoby provádění věcí."*

1.3.1 Druhy inovací

V literatuře existuje celá řada možného dělení inovací. Téma zpracovává i studie OECD[5], která ve svém manuálu uvádí následující skupiny:

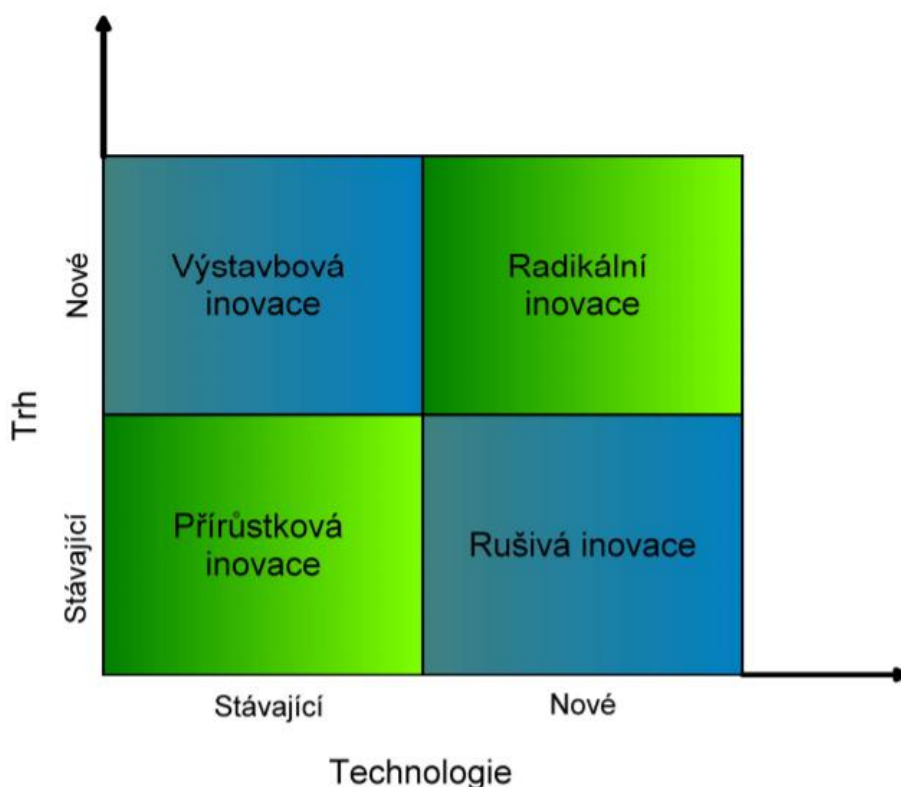
- **Produktová inovace:** Zavádění nových nebo zásadně vylepšených druhů zboží či služeb. Přihlíží se zejména k účelům použití. Mění se funkční charakteristiky (materiály, software, komponenty, technická specifikace). Nemusí se vždy jednat o produkty hmotné povahy, inovují se také služby. Změny je přitom možné docílit nejen dosažením nových znalostí a technologií, ale i změnou způsobu využití. [5]
- **Procesní inovace:** Procesní inovace zahrnuje zavádění zcela nového nebo změněného procesu či jeho části. Procesní inovaci lze provést ve výrobě změnou softwaru nebo technického zařízení, ale také v podpůrných procesech, jako jsou nákup, kontrola jakosti, řízení dokumentace a účetnictví. [20]
- **Marketingová inovace:** Je iniciována potřebou zákazníka a týká se například změny designu, balení, umístění, prodejní ceny produktu nebo služby. [20]
- **Organizační inovace:** Organizační inovace představuje implementaci nových organizačních

Rozhodnutí vedení organizace přiklonit se k inovacím může mít různé motivace. Primárním impulsem jsou změny hospodářských podmínek v regionu působnosti firmy. Může se to týkat změny životní úrovně a stylu obyvatel, změny legislativy a politické situace celkem, vzniku nových administrativních požadavků, rozvoje infrastruktury, státní podpory rozvoje. Toto vše bývá zdrojem změny podnikatelského prostředí, na něž firma může reagovat. [20]

1.3.2 Stupně inovací

Inovace je někdy chápána jako velký skok, v širším pohledu ji můžeme vnímat jako kteroukoli z drobných úprav, jež se provádějí na denní bázi. Například [21] hovoří o "*nepřetržitých*" a "*nesouvislých*" technologických změnách; Tushman a Anderson[26] rozlišují mezi "*přírůstkovou*" a "*průlomovou*" inovací; Abernathy a Clark odkazují na "*konzervativní*" vs. "*radikální*" inovace; Clayton Christensen zase ukazuje rozdíl mezi "*trvalými*" a "*rušivými*" inovacemi. I když to pomáhá odlišit typy inovačních snah, sledování inovací v jedné dimenzi nevypovídá celý příběh. [13]

Zjednodušenou orientaci poskytuje Lopez [15], který stejně jako Kalbach [13] rozděluje inovaci podle její technologické novosti a míry dopadu na trh. K orientaci mezi těmito dvěma extrémy slouží matice (obrázek 1.3-1). Matice však neukazuje, že se mohou sektory v libovolných dvojicích prolínat.



Obrázek 1.3-1: Druhy inovace [26]

Přírůstková inovace (Incremental innovation)

Přírůstková inovace je nejběžnější formou inovací. Využívá stávající technologii a zvyšuje hodnotu

pro zákazníka (mění design, vlastnosti atd.) na stávajícím trhu. Téměř všechny společnosti se v jedné nebo jiné formě podílejí na přírůstkové inovaci. Mezi příklady patří přidávání nových funkcí do stávajících produktů nebo služeb, ba i odstranění funkcí (hodnota se zvyšuje prostřednictvím zjednodušení). Dokonce i malé aktualizace uživatelských zkušeností mohou přidat hodnotu, například vložení plánovacího kalendáře do aplikace nebo přidáním tlačítka rychlé volby. Všechny tyto změny, které se mohou zdát pouhou aktualizací, jsou ve skutečnosti malé přírůstkové změny zaměřené na přidání větší hodnoty stávajícímu produktu.[15]

Rušivá inovace (Disruptive innovation)

Rušivá inovace vyžaduje zavedení nové technologie nebo procesů na současný trh. Na trh se dostává nenápadně, protože novější technologie budou často hůře zpracovány než stávající. Tato novější technologie bývá často dražší, má méně vlastností, je těžší a není tak esteticky příjemná. Teprve po několika iteracích novější technologie překonávají staré, získávají konkurenční výhodu a přebírají zákazníky existujícím společnostem. V době plného rozvinutí, může být pro konkurenci pozdě dohonit rozjetý vlak a konkurovat rozběhlé technologii. Rušivá se nazývá proto, že ruší stávající zaběhlé normy a transformuje poptávku. Za příklad poslouží mobilní telefony od Applu, které spustily novou éru dotykových telefonů. [15]

Výstavbová inovace (architektonická)

Architektonické inovace jednoduše přebírají ponaučení, dovednosti a celkovou technologii a uplatňují je na jiném trhu. Pokud je trh vnímavý, tato inovace je velmi účinná při zvyšování počtu nových zákazníků. Většinou je riziko spojené s inovacemi v oblasti architektury nízké, díky důvěře a opětovnému zavedení osvědčené technologie. Přestože většinu času vyžaduje přizpůsobení požadavkům nového trhu. [13]

V roce 1966 se výzkumné centrum Ames NASA pokusilo zlepšit bezpečnost letadel. Podařilo se jim vytvořit nový typ pěny, která reaguje na tlak na ni vyvíjený, zároveň se ale po odebrání působící síly pomalu vrací do původního tvaru. Zpočátku se komerčně prodávala jako stolní polštářky a sportovní vybavení pro medicínské účely, posléze měla větší úspěch při využití u matrací. Tato "*pomalá pružná pěna*" spadá pod architektonické inovace. Je obecně známá jako paměťová pěna. [15]

Radikální inovace

Radikální inovace je všechno to, co je v převážné míře chápáno jako inovace. Vzniká jako nový průmysl (nebo pohlcuje stávající) a zahrnuje vytvoření revoluční technologie. Například letoun nebyl prvním dopravním prostředkem, byl však revoluční, neboť umožnil rozvoj a prosperitu komerčního leteckého cestování.[13]

Tyto čtyři různé druhy inovací, tzn. přírůstkové, rušivé, architektonické a radikální, pomáhají ilustrovat různé způsoby, jak mohou společnosti inovovat. Pochopitelně je takových způsobů více. Důležité ovšem je nalezení takového typu, který by vyhovoval dané společnosti a přinesl jí úspěch.

1.4 *Názvosloví a metody průmyslového inženýrství*

1.4.1 Výrobní proces

Výrobní proces je proces, ve kterém dochází k transformaci vstupních zdrojů (činitelů) na výstupy (statky, služby). Statky jsou přitom chápány jako fyzické komodity a služby jsou úkony sloužící k uspokojení poptávky.

Model výroby je tvořen výrobní jednotkou, výrobním úsekem a jednotlivými pracovišti.

Pracoviště je samostatně fungující výrobní prostředek, který je jak technologicky, kapacitně, tak i místně vymezen. Tvoří základní prvek výrobního systému. V praxi se někdy nazývá jako stroj.

Výrobní úsek sestává z několika pracovišť a jako celek slouží k výrobě určitého souboru dílů. Někdy se nazývá skupinou strojů.

Výrobní jednotka je tvořena souborem výrobních úseků, který se nazývá provoz, závod, dílna nebo podnik v závislosti na charakteru výroby. Jako celek umožňuje výrobu kompletního výrobku.[35]

1.4.2 Struktura výrobního procesu

Na výrobní proces lze nahlížet z několika hledisek. Významnými jsou pro tuto práci hlediska časová a prostorová.

Časové hledisko se zabývá posloupnostmi operací a jejich návazností. Doba realizace každé operace má vliv na celkovou plynulost výroby. Výchylinky v operačních časech na jednu nebo na druhou stranu způsobují fronty nedokončené výroby, anebo naopak prostoje a neefektivitu. S neefektivitou souvisí rovněž míra využití výrobních kapacit a prostoje pracovišť, které jsou zdrojem plýtvání. Časové hledisko dále zahrnuje aspekt směnnosti, jenž určuje v kolika směnách za den je proces plánován.[10]

Prostorové uspořádání souvisí s prostorem a organizací výrobního procesu. Uspořádání dělíme na:

Pracoviště s pevnou pozicí výrobku, kde jsou do místa výroby přemísťovány výrobní prostředky, zatímco transformovaný výrobní zdroj zůstává statický.

Technologické uspořádání(nebo také procesní uspořádání) vytváří skupiny pracovišť na základě jejich podobnosti a řadí je dle technických postupů. Pohybují se rozpracované výrobky. Uspořádání je vhodné pro širší okruh produktů vyráběných v menších objemech. Výhodou jsou pružnější změny sortimentu a množství, dobře se využívají kapacity pracovišť a systém je více odolný vůči poruchám. Výzvou může být vyšší náročnost na operativní řízení a vyšší jsou i požadavky na manipulaci s materiálem, prodloužení výrobního cyklu a vyšší podíl zásob. [25]

V buňkovém uspořádání bývají pracoviště řazena po skupinách. Jednotlivé části procesu se uskutečňují na jednom místě. [19]

Předmětné uspořádání je přizpůsobeno technologickému postupu výroby. Cílem je minimalizovat přemísťování nedokončené výroby. Při zavádění je zapotřebí standardizace operací. Nejčastěji se setkáváme s výrobní linkou. [19]

Výhodou je snazší operativní řízení výroby, způsobené automatizací procesů, vyšší efektivitou provozu, nižšími náklady na manipulaci s materiálem, nižší rozpracovaností výroby a zkrácením průběžné doby. Vzhledem ke standardizaci je možné zaměstnávat i méně kvalifikované pracovníky. Nevýhodami předmětného uspořádání jsou menší pružnost a vysoká citlivost na poruchy.[25]

1.4.3 Prostorové rozložení výroby

Rozložení linky může mít značný vliv na její výkon. Teorie nabízí rozložení **I**, **U** a **S**.

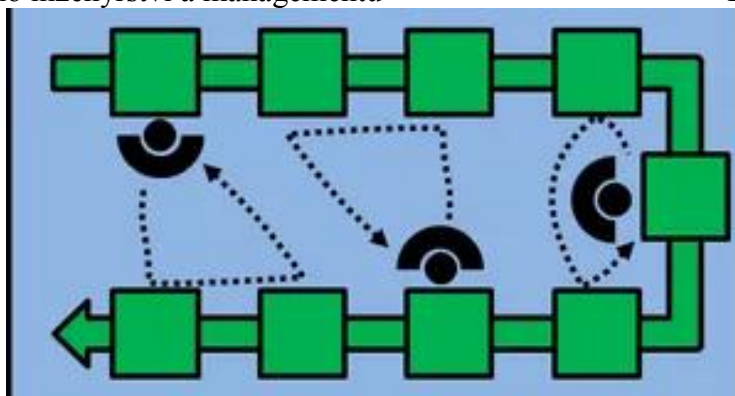
I-linka (obrázek 1.4-1) je nejjednodušší variantou, která tvoří pomyslnou přímku. Uspořádání bývá obvyklé u velmi krátkých linek nebo automatizovaných linek.[35] Uplatňují se též u procesů, které nemohou mít z technických důvodů linie v ohybu (např. proces plovacího skla pro výrobu plochého skla, kdy 100 metrů dlouhý kus skla nemůže přirozeně obcházet rohy, dokud není rozřezán na několik menších kusů). Výhodou je snadný přístup z obou stran jak pro materiál, tak pro obsluhu. Na druhou stranu může linka, je-li příliš dlouhá, dosáhnout hranice budovy. Dlouhá linka ve tvaru písmena **I** může navíc působit jako bariéra běžného provozu, pokud nezahrnuje most nebo jiný přechod.



Obrázek 1.4-1: Prostorové rozložení pracovišť do tvaru **I**. [36]

U-linka (obrázek 1.4-2) je často hodnocena jako nejlepší uspořádání, ačkoli se nemusí hodit pro všechny situace. Linka **U** je charakteristická hlavně pro manuální výrobní linky, zato je méně vhodná pro plně nebo téměř automatizované linky. Hlavní výhody se projevují tehdy, je-li možné většinu operátorů umístit do vnitřního záhybu, zatímco materiál je dodáván z vnější strany. Samozřejmě to vyžaduje zařízení a nástroje, které přivádějí materiál přes linii zvnějšku dovnitř. Celkově není plnění materiálu v linii **U** tak jednoduché jako v případě linky **I**. [36]

Výhodou tvaru **U** je schopnost pracovníků zaštitit více procesů v rámci linky. Vzhledem k tomu, že se v blízkosti nacházejí nejen sousední pracovní stanice, ale i pracovní stanice na druhé straně linky, může pracovník spravovat více pracovních stanic. Proto je tento typ řady vhodný pro manipulaci s více zařízeními. [35]



Obrázek 1.4-2: Prostorové rozložení pracovišť do tvaru U.[36]

S-Linka (obrázek 1.4-3) se obvykle používá pro zvláště dlouhé tratě, například pro montážní linky na automobily. Tyto linky mohou být i tisíce metrů dlouhé. Uvedení do roviny by nevyžadovalo pouze velmi dlouhou stavbu, nýbrž by také zatěžovalo dopravu v rámci logistických materiálů. Samozřejmě je nutné vytvořit křižovatky a přístupové body, kde mohou polotovary vstupovat a vystupovat z tratě, aniž by musely procházet celou cestou. Vzhledem k tomu, že mezery mezi smyčkami linky musejí být dostatečně široké pro vysokozdvizné vozíky, obsluha má obvykle na starosti pouze stanice na své straně a nepřekračuje na druhou, přestože i toto je možné pro linky vyžadující méně materiálu.[36]



Obrázek 1.4-3: Prostorové rozložení pracovišť do tvaru S.[36]

1.4.4 Automatizace

Termín *automatizace* má svůj původ v řeckém *automatu* (jedná sám o sobě, samostatně se pohybující).

Podle Merriam-Webstera [17] lze automatizaci definovat jako:

- technika vytvářející automatické přístroje, procesy nebo systémy fungování;
- stav automatického ovládání;
- automaticky řízený provoz zařízení, procesu nebo systému pomocí mechanického nebo elektronického přístroje, který nahradí lidskou práci.

Encyklopedie *Britannica* [3] vysvětluje automatizaci jako použití strojů na úkoly dříve vykonávané lidmi. Čím dál, tím více se aplikuje také na činnosti, které by jinak nebylo možné realizovat.

K výhodám obvykle připisovaným automatizaci patří zvýšená produktivita, efektivnější využívání materiálů, lepší kvalita produktů, zvýšená bezpečnost a zkrácení doby výroby. Vyšší výkon a zvýšená produktivita jsou dva z největších důvodů pro zavedení automatizace. Navzdory tvrzením o vysoké kvalitě ruční výroby, automatizované systémy obvykle provádějí úkony s menšími odchylkami než lidští pracovníci, což má za následek větší kontrolu a konzistenci kvality výrobků. [3]

Je zřejmé, že oba autoři poukazují na vztah mezi automatizací a lidskou prací. Indikují, že automatizace nejen nahrazuje lidskou práci, ale může být i příležitostí pro činnosti, které by jinak nebyly realizovatelné.

1.4.5 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba neboli Lean Production je metodika vyvinutá původně pro Toyotu a výrobu automobilů. Je známa jako Toyota Production System nebo just-in-time production. Principy štíhlé výroby jsou také označovány jako štíhlé řízení či štíhlé myšlení. [10]

Původní filozofie inženýra Taiichi Ohno se zaměřovala na odstraňování odpadu, posilování pracovníků, snižování zásob a zlepšování produktivity. Nový vítr přinesla spolupráce s Henrym Fordem, jenž namísto držení zdrojů v očekávání budoucích potřeb pro výrobu budoval partnerství s dodavateli. Pod vedením pana Ohna začala Toyota vyrábět své automobily na zakázku. Maximalizací využívání kvalifikovaných zaměstnanců byla společnost schopna zesílit svou strukturu řízení a flexibilně zaměřit zdroje. Protože společnost dokázala rychle provádět změny, mohla svižněji reagovat na požadavky trhu než její konkurenti. [9]

Mnoho průmyslových odvětví v čele s automobilovými závody a jejich dodavateli přijalo zásady štíhlé výroby. Deset pravidel štíhlé výroby lze shrnout následovně:

- eliminace odpadů;
- minimalizace skladů;
- maximalizace toku;
- plánování výroby na základě požadavků zákazníka;
- naplňování požadavků zákazníka;
- plnění úkonů napoprvé;
- posílení pravomoci pracovníků;
- schopnost rychle reagovat na změny;
- partnerství s dodavateli;
- vytvoření kultury neustálého zlepšování (Kaizen).

[10, str. 248]

2 Popis společnosti a analýza trhu

Valeo Výměníky Tepla s.r.o. je moderní výrobní závod, založený v roce 2001. Patří do skupiny **Thermal Systems Business Group**. Produkty závodu přispívají k většímu komfortu jízdy v kabině (ohřev, chlazení). Hlavními zákazníky jsou výrobci automobilů Škoda, Audi, VW, BMW, Nissan, Opel, Renault, TPCA, Mazda a Mercedes-Benz.

2.1 Produkty

2.1.1 Výparník

Společnost **Valeo Výměníky Tepla s.r.o.** v Žebráku je výrobcem výparníků (obrázek 2.1-1), které jsou určeny k instalaci do klimatizačních systémů osobních a nákladních automobilů. Výparník je klíčovým prvkem klimatizačního systému v autě. Je umístěn v modulu HVAC (topení, větrání, klimatizace) za palubní deskou. Výparník má především ochlazovat a vysoušet vzduch proudící do kabiny. Chladicí médium vzduchové smyčky se vstříkuje do výparníku přes expanzní ventil a jeho objem se okamžitě zvyšuje. V důsledku této tlakové ztráty ochlazuje okolní vzduch pod rosný bod a snižuje vlhkost.

L	Light
U	Ultra
C	Cooling
I	Innovative
E	Evaporator



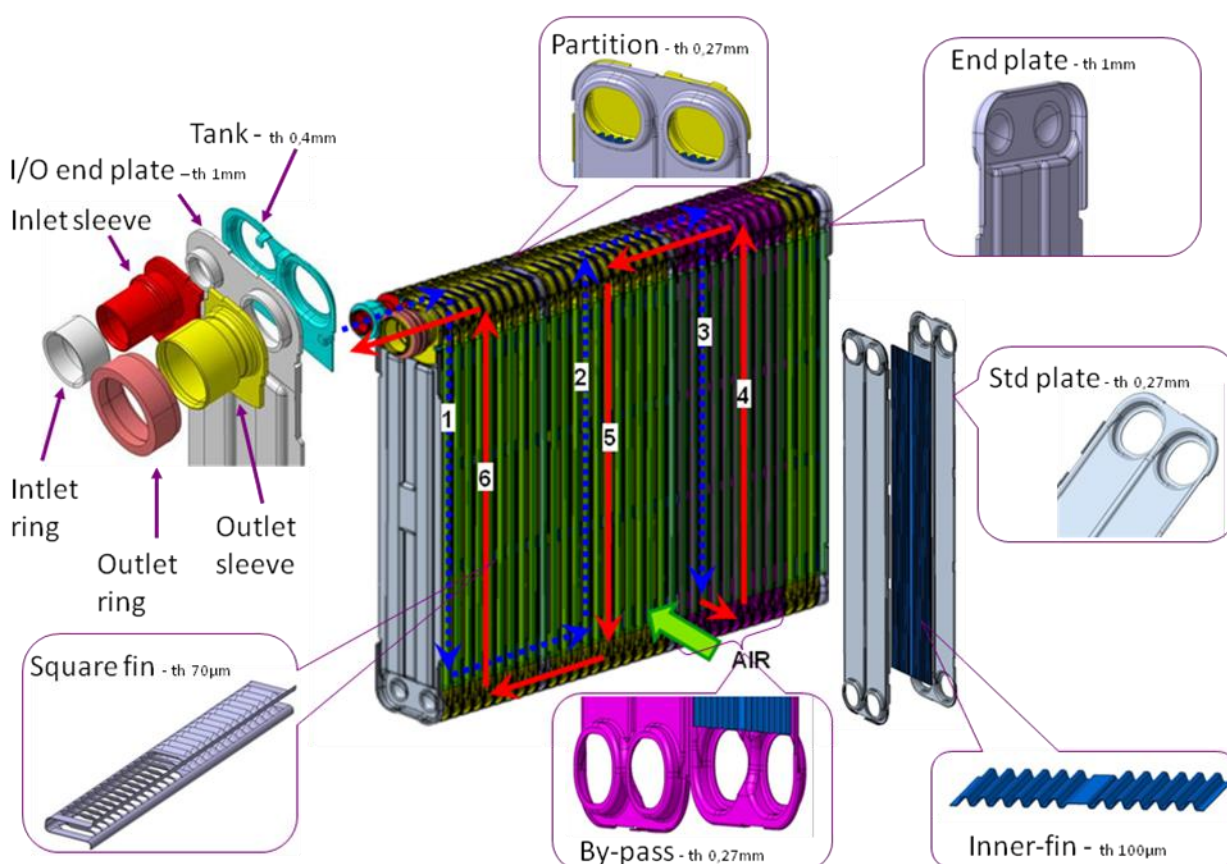
Obrázek 2.1-1: Výparník LUCIE.[12]

Ve společnosti **VALEO VÝMĚNÍKY TEPLA s.r.o.** v Žebráku se vyrábí několik typů výparníků. Vývoj je řízen měnícím se trhem a požadavky na:

- kompaktnost;
- rovnoměrné chlazení;
- chladicí výkon;
- odolnost proti korozi;
- vztah k životnímu prostředí.

Nejvíce požadovaným a vyráběným výparníkem je **LUCIE** (obrázek 2.1-2). Hlavní výhodou **LUCIE** je její hmotnost, která je oproti starším typům na úrovni cca 75 %. S tím je spjata rovněž snížená cena, které je možné dosáhnout díky úspoře surového materiálu – hliníku.

LUCIE lze doplňovat jak chladivem R134a, tak i ekologičtější R1234yf. Druhé řešení je ovšem finančně velmi náročné, a proto firma vyvinula ještě třetí variantu s chladivem CO₂. Výparníky CO₂ fungují při vysokých tlacích a testují se až na úroveň 300 barů.



Obrázek 2.1-2: Rozpad výparníku LUCIE.[12]

Výparník sestává z tzv. trubek, které mají tři části: dvě identické hliníkové desky (plate) a vnitřní fin (inner fin), vyrobený také z hliníku a vyplňující prostor mezi deskami. Vnitřní fin je perforovaný a poskládaný do „harmoniky“ tak, aby jím mohlo proudit chladivo. Členitost finu umožňuje velkou dotykovou plochu pro chladivo, které po celém povrchu odebírá z hliníkové konstrukce teplo. Do výparníku **LUCIE** se používají tři druhy trubek (Standard plate, Partion, By-pass), každá má svou specifickou funkci ve směrování chladiva do jednotlivých sekcí (obrázek 3.1-3). Směr toku chladiva je důležitý pro jeho rozprostření a dosažení požadovaného výkonu ve všech jeho částech.

Mezi jednotlivými trubkami se nachází vnější fin (Square Fin). Přes vnější fin proudí vzduch, který následně pokračuje přes zbytek klimatizační jednotky až do kokpitu vozidla. Jeho plocha je dostatečně velká na to, aby umožnila tepelnou výměnu. Svými výběžky je připájen k trubkám,

v nichž proudí chladivo. Celou sestavu uzavírají dvě koncové desky a taktéž vstupní a výstupní objímka. Objímky jsou zalisovány do koncové desky společně s tzv. tankem.

Společnost **Valeo** dodává výparníky v základní zazátkované podobě nebo je na přání zákazníků vybavuje dalšími součástkami, obvykle trubkovým připojením včetně expanzního ventilu. Trubky jsou spojeny s jádrem indukčním pájením nebo pojistnou maticí.

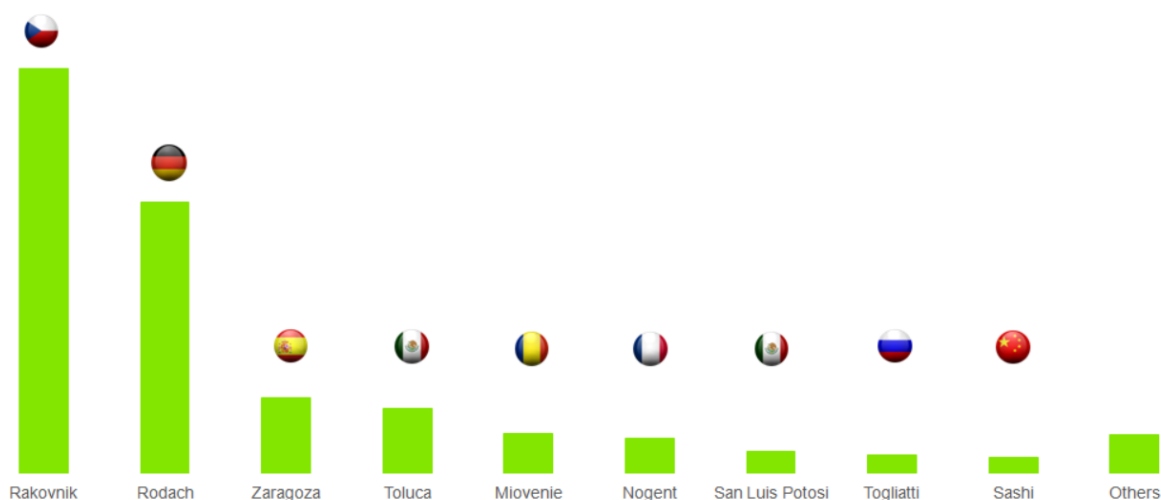
2.1.2 EGR

Druhou rozvíjející se technologií je EGR (Exhaust Gas Recirculation), což je přístroj pro recirkulaci spalín, který umožňuje snížit emise výfukových plynů vznětových motorů. Principem EGR je recirkulace části výfukového plynu zpět na válce motoru. Vracený plyn zředí O₂ v přívodním proudění vzduchu a poskytuje složky, které jsou inertní vůči spalování a působí jako absorbenty spalovacího tepla. Tím se snižuje teplota vrcholového válce. Tímto se omezuje vznik dalšího NO_x, které vzniká v úzkém pásmu vysokých teplot a tlaků. EGR jsou vyráběna z oceli. Jednotlivé komponenty jsou spojeny pájecí pastou, která je následně zapečena ve vakuových pecích. Celá linka je převážně automatická. V současné době tvoří EGR jen 5% obrátů.

2.2 Portfolio

2.2.1 Zákaznické portfolio (lokace)

Společnost Valeo v Žebráku se v rámci segmentu výparníků specializuje na dodávky do jiných Valeo podniků a není tedy v přímém kontaktu s koncovou automobilkou. Výparníky dodává nejvíce do 40 kilometrů vzdáleného Rakovníku, a dále do německého Rodachu, Španělské Zaragozy a dalších (Obrázek 2.2.1-1). Výparníky se v těchto podnicích používají jako komponent do klimatizačních jednotek.



Obrázek 2.2-1 : Zákaznické portfolio [12]

2.2.2 Zákaznické portfolio (OEM)

Portfolio konečných zákazníků výparníků je značně diversifikované a do velké míry závisí na

spolupráci a vyjednávání koncových dodavatelů. Nicméně konkrétní standardy jednotlivých automobilek ovlivňují i procesy v Žebráku. Nejvíce výparníků skončí v koncernu VW, který zastřešuje hned několik velkých automobilek, dále pak v BMW, Renault-Nissan, Mercedes-Benz a další. (Obrázek 2.2-2)

Produkt EGR je v současné době dodáváno jedinému zákazníkovi ve Švédsku.



Obrázek 2.2-2: Zákaznické portfolio [12]

2.3 Výrobní technologie

Společnost Valeo se skládá ze 4 výrobních jednotek: Komponenty, Montáž, Dokončení a EGR. I přes úzkou spolupráci, se každá z nich zaměřuje na jiné operace a má svou organizační strukturu. Plánování mezi pracovišti je řízeno systémem tahu a tedy odvolávkami zákazníků. Ty přicházejí do systému přes B2B portál nebo SAP program pokud se jedná o Valeo zákazníky. V následujících podkapitolách jsou popsány klíčové technologie, jimiž společnost Valeo disponuje. (Obrázek 2.3-1)



Obrázek 2.3-1: Výrobní jednotky ve společnosti Valeo [12]

2.3.1 Lisování

Ve výrobě komponentů se nachází 8 lisů, které nepřetržitě (3-směnný provoz) lisují z hliníkových svitků komponenty pro další výrobu. Mezi výstupy patří hlavně desky pro výrobu trubek na výparníky. Jedná se o transferové lisy na nichž je integrováno několik tvářecích operací. Lisy jsou osazeny pásovým dopravníkem, takže krácené hliníkové díly prochází třemi stupni lisování. Při každém zdvihnutí lisu z něj vypadává jeden díl. Průměrně jsou schopny lisy vyrobit 6000 hliníkových destiček za hodinu. Před samotným lisováním je surový materiál lubrikován a po vylisování opět odmaštěn.

2.3.2 Laboratoře

Valeo má v rámci korporátu, jednu z nejlépe vybavených laboratoří a provádí i testy pro jiné závody v Evropě. Skládá se ze tří specializovaných částí:

- **Materiálová a korozní laboratoř:** korozní testy, tlakové zkoušky, měření zbytkového oleje a pevných částic, Metalurgické analýzy, měření vnitřní a vnější čistoty, měření vnitřní vlhkosti, vysokotlaké testy na únik, Analýza počítačové tomografie (CT), Infračervená spektroskopie (FTIR), Optická emisní spektroskopie (ICP-OES), Termogravimetrická analýza (TG), Plynová a iontová chromatografie (GC a IC)
- **Metrologická laboratoř:** Kalibrace kontrolních nástrojů, Rozměrové měření s technologiemi 3D contact Wenzel LH108 a Optical Vertex 310
- **Výkonová a mechanická laboratoř:** Testy výparníků na výkonnost, testy na oděr, Testování expozice extrémním klimatickým podmínkám, mechanické testy, zkoušky tahu, testy teplotní homogenity, atd.

Valeo provádí normované testy SWAAT ASTM G85-11 a PV1208, a také solný test a CASS test podle ISA 9227. Má ale i několik patentů na vlastní testy a postupy. Testy korozní odolnosti probíhají v kontrolovaných podmínkách v 10 klimatických komorách, které díly vystavují chemické zátěži, vlhkosti a tlaku.

2.3.3 Pájení

Společnost Valeo v Žebráku vlastní 2 průjezdné pece pro pájení. Pájecí plech, ze kterého jsou komponenty vyrobeny, je kompozitní materiál, který se obvykle skládá z jádrové slitiny a jedné nebo více slitin, které jsou metalurgicky spojeny (přichyceny) s jádrem slitiny tzv. Cladové vrstvy.

Výsledkem je hliníkový vícevrstvý plech s nižší teplotou tání ve vnější straně.

Ještě před spojením vrstev určených pro spájení, jsou styčné plochy nastříkány vrstvou bílé lepkavé tekutiny - Fluxu. Flux je chemická složka napomáhající spájení. Pomáhá při přenosu tepla ze zdroje na kovový povrch a také poskytuje ochrannou bariéru proti reoxidaci a tepelné stupnici.

K pájení ocelových komponentů při výrobě ERG jsou využívány vakuové pece, ve kterých lze zajistit dostatečně vysokou teplotu na období několika hodin, které jsou potřeba pro vytvoření trvalého spojení materiálu.

2.3.4 Ochrana proti korozi a oděru

Ještě než jsou na výparník připojeny vývody, prochází pracovištěm povrchové úpravy. Základním krytím je Loic, což je vrstva chránící výparník proti nechtěnému oděru a také napomáhá stabilizaci materiálu. Pro produkty do cílových zemí s extrémními podmínkami provozu se nanáší dražší NTDS, který slouží jak k zabezpečení neutrálního oděru, tak zamezuje oxidaci a degradaci materiálu.

2.3.5 Testování tlakem vzduchem, heliem

Vzhledem k vysokým provozním tlakům je požadovaná maximální těsnost všech spojů. Výparník je v průběhu výroby několikrát testován tlakem. Každý polotovar prochází ještě před povrchovou úpravou tlakovým testem kde se kontroluje křivka průchodu vzduchu a poté i testem vysokého tlaku. Oba testy jsou plně automatizované. S výparníky manipulují robotické ruce, takže se eliminuje nebezpečí zranění operátora při možném defektu a protržení výparníků.

Po připojení na vývody a expanzní ventil je navíc prováděn test malých úniků. Celá sestava je upnuta do heliové komory, kde je vytvořeno vakuum. Výparník je následně napuštěn heliem. Tento malý prvek snadno pronikne i těmi nejmenšími otvory, které by v provozu znamenali ohrožení trvanlivosti produktu. Detekční senzory v komoře zkoumají jeho přítomnost. Na výparník je ještě v heliové komoře natištěný kód, potvrzující shodnost popřípadě neshodnost s nastavenými parametry.

2.4 Klíčové faktory v automobilovém průmyslu

Konektivita a nejnovější autonomní technologie stále více umožní, aby se automobil stal platformou pro řidiče a cestující. Těm je umožněno využít svého času na cestě k tomu, aby konzumovali nové formy médií a služeb nebo měli čas na další osobní aktivity. Automobilový průmysl se přizpůsobuje této změně tím, že využívá více technologických inovací, které zlepšují zážitek z jízdy pro své zákazníky.

2.4.1 Autonomní řízení

Autonomní jízda je na vzestupu a do jejího vývoje se investují nemalé částky. Nicméně automobilky ještě nejsou zcela připravené. Existuje mnoho technologických a regulačních otázek, které je třeba vyřešit předtím, než se v prodejnách začnou objevovat plně autonomní vozidla. Mezitím se i nadále budou prodávat auta s poloautonomními vlastnostmi, jako jsou inteligentní navigační systémy, parkování a asistence při dopravě, asistence při srážkách atd.

2.4.2 Elektrický pohon

Nižší náklady na baterie, propagace šetrnosti k životnímu prostředí a široce dostupná nabíjecí infrastruktura povedou k rostoucímu poptávce elektrického vozu spotřebiteli. Automobilky proto zvyšují své investice do elektrických vozidel. Vzhledem k tomu, že elektrická vozidla se stávají stále více konkurenceschopnými ve srovnání s vozidly poháněnými spalovacími motory, zvyšuje se jejich tržní potenciál.

Elektrické vozy používají velké množství baterií k ukládání energie. Energie proudící do akumulátoru, ať už je nabíjena buď z regeneračního brzdění nebo z rozvodné sítě, se měří elektrickým proudem a napětím. Čím vyšší je proud, tím vyšší bude účinek topení. Výkon lithium-iontových bateriových článků výrazně ovlivňuje jejich teplota, nepracují dobře, když jsou příliš studené nebo příliš horké. Lithiové články se také rychle rozkládají, když jsou jejich teploty vyšší než 45 ° C.

2.4.3 Automotive Cloud a sdílení

Protože zákazníci jsou zvyklí aktualizovat své inteligentní telefony přes cloud, hledají podobné zážitky ve svém vozidle. Více vozidel přichází s palubním systémem, který je snadno aktualizován a přizpůsoben řidičům.

Spotřebitelé také prokazují rostoucí chuť ke sdílení ekonomiky. Stále více výrobců přehodnocuje svou pozici a představují se jako poskytovatelé mobility, nejen výrobci vozidel. Začínají se objevovat noví hráči jako například Apple, jeden z vůdců mobility. Vozidla jsou vybavována integrovanými klienty (mobilní aplikace) a řídicími panely, umožňující zavést a rychle nasadit vlastní funkce a služby.

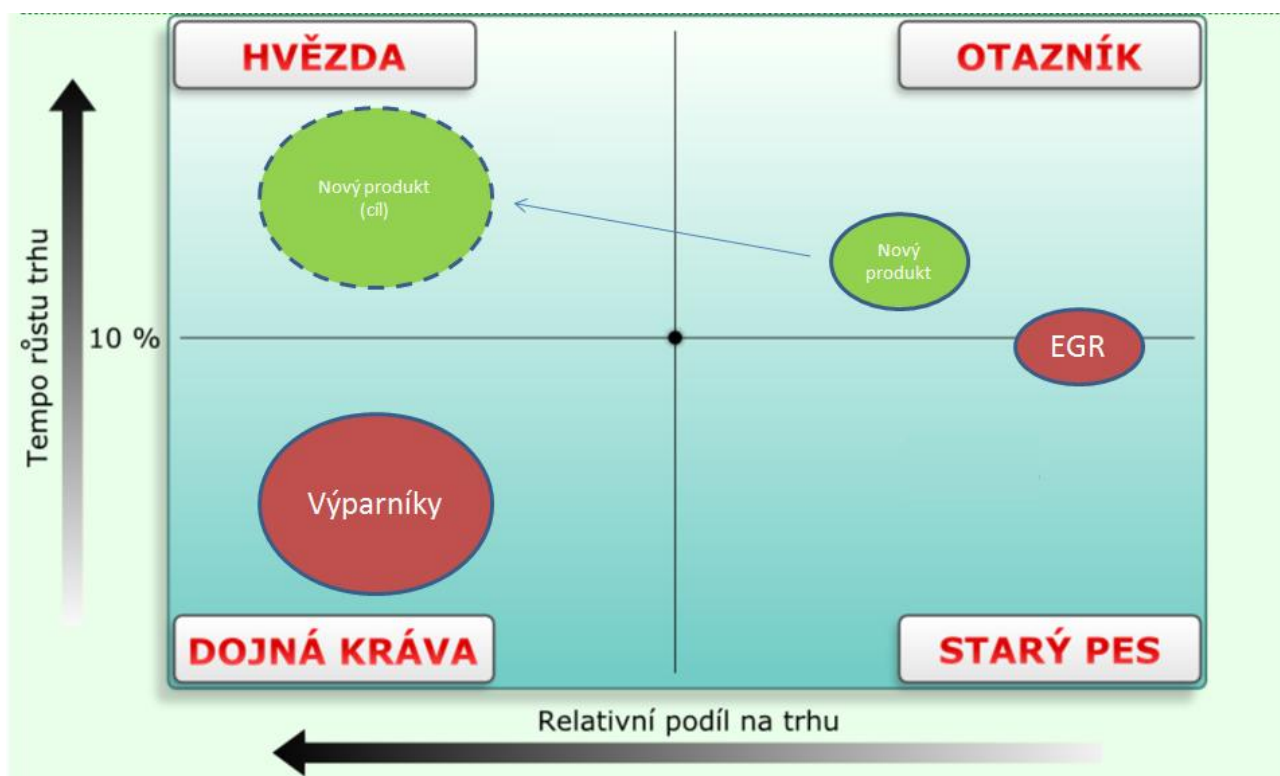
2.5 Růst prostřednictvím inovace

Jak už bylo uvedeno v kapitole 2, společnosti, které se nerozvíjí čeká úpadek, Tomuto trendu se lze bránit inovací procesů a produktů. Společnost Valeo má silné zákaznické portfolio, na jehož základu

může stavět. Je známa jako jeden z největších dodavatelů výparníků. Na pomyslné špičce se drží I díky silnému vývoji a dlouhodobému zaměření na zlepšování produktu. Produkty jsou neustále obnovovány přírůstkovými inovacemi.

2.5.1 Směr inovace

Zatímco tržní pozice Valea je stabilizovaná, trh s výparníky zpomaluje tempo růstu. Nový produkt EGR, který měl být novým ekonomickým tahounem také nevykazuje další růst. Cílem je tedy najít nový produkt, který bude mít potenciál velkého tržního růstu jak je ukázáno na Obrázku 2.5-1. V matici BCG je nový produkt představen ve fázi zavádění a následného růstu na osách rychlosti růstu trhu a podílu na trhu. Velikost polí představuje obrat produktu na Evropském trhu.



Obrázek 2.5-1 : Produktové portfolio [vlastní]

Cílem je tedy identifikovat projekt, který se dostane do pole s názvem „hvězda“. Produkt by měl být navázán na tržní poptávku. Kapitola 6 zdůrazňuje hlavní trendy v automobilovém průmyslu, na které by bylo možné růst navázat.

Důležitými faktory při rozhodování jsou ale i míra rizika spojená s typem inovace a technologické kompetence společnosti. Posouzení těchto dvou faktorů je uvedeno v Tabulce 2.5-1.

	Technologická kompetence	Technologická kompetence hodnocení	Druh inovace	Zhodnocení rizika Inovace	Celkové hodnocení
Autonomní řízení: Senzory, Software	Vyvíjí Valeo v Praze, Žebrák bez zkušeností	3	Rušivá inovace	3	6
Elektrický pohon: baterie	Zatím bez zkušeností	1	Radikální inovace	2	3
Elektrický pohon: Chlazení baterií	Podobné výparníku do klimatizační jednotky (lisování, pájení)	4	Výstavbová inovace	4	8
Claud: interaktivní palubní systémy (Elektronika, Software)	Korporátní vývoj, Valeo Žebrák zatím bez zkušeností	2	Rušivá inovace	3	5

Tabulka 2.5-1: Zhodnocení faktorů rizika a technologické kompetence [vlastní]

Podíváme-li se na kompetence společnosti Valeo, její silné stránky spočívají ve sériové výrobě s využitím technologií lisování, pájení v peci a dalším zpracování hliníku. Tyto poznatky jsou dobře aplikovatelné na druhý ze zmíněných trendů a tedy elektrický pohon. Konkrétně systémy chlazení baterií. Chlazení baterií funguje na podobném principu jako výparníky a jako materiál se užívá hliník.

2.5.2 SWOT analýza: Chlazení baterií

Chlazení baterií se zdá být nedílnou součástí nové vlny elektromobilů, které budou v příštích letech ovládat trh s osobními vozidly. Před tím než se společnost Valeo rozhodne zapojit do boje o nový segment, je potřeba zvážit, zda je cíl dosažitelný. Zapojení totiž bude znamenat investici nemalé částky do vývoje a nákupu nových technologií. Zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů také pomůže vyzdvihnout informace, na které je třeba se při pozdějších krocích zaměřit.[11]

Silné stránky

- Zkušenost se zpracováním hliníku. Společnost Valeo disponuje několika specialisty na hliník.
- Elektronový mikroskop, laboratoře na zkoušky tlakem, korozní odolnost a další
- Zkušenosti s lisováním hliníku
- Pece na pájení hliníku
- Pozemky ve vlastnictví vhodné na přístavbu nové výrobní haly
- Existující obchodní vztahy s výrobcí automobilů.

- Nízká zkušenost s produkty většími než 500mm, zatímco komponenty pro chlazení baterií dosahují délky až 1300mm)
- Nízké kapacity pecí
- Stávající výrobní plocha není dostatečně velká pro stavbu nové linky
- Potřeba velkých počátečních investic na stavbu nové výrobní haly a nákup nových pecí.

Příležitosti

- Vstup na nový rozvíjející se trh
- Rozšíření vlastního portfolia produktů

Hrozby

- Navržené technické řešení nebude splňovat požadovaný výkon
- Projekt nebude dostatečně rentabilní. Cena je stlačována na minimum a je zafixována na začátku projektu, zatímco náklady jsou vyčísleny na základě nezávazných nacenění a expertních odhadů.
- Výroba nebude schopna dosáhnout požadovaných objemů.
- Konkurence

2.6 Směr inovace

Analýza trhu měla za cíl určit inovativní produkt k posílení tržní pozice společnosti Valeo. V teoretické části byla popsána strategie a závažnost pojmů inovace a produktové portfolio, jejichž spravování je kritické pro dlouhodobý rozvoj. Došlo k analýze společnosti Valeo a zejména potom jejich technologií. Matice BCG identifikovala ideální tržní umístění nového produktu. Byly identifikovány hlavní směry budoucího růstu v automobilovém průmyslu a jejich kompatibilita s kompetencemi společnosti. Dalším hodnoceným kritériem byla míra rizika spojená s designem a realizací vybraného produktu. Nejlépe hodnoceným se stalo chlazení baterií, které je technicky kompatibilní se stávající produkcí a zároveň umožňuje zachycení na vlně elektrických automobilů.

Studie uvádí vybrané metody průmyslového inženýrství, na jejichž základě by mohl být navržen design linky pro vybraný produkt.

3 Analýza klíčových faktorů vybraného produktu

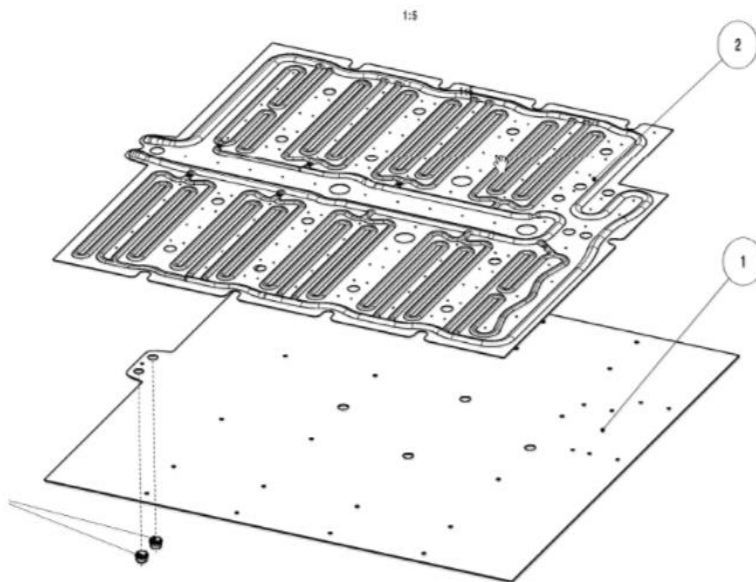
Ve spolupráci se zákazníkem VW byl vyvinut nový produkt chladiče baterií, který je součástí bateriového systému. Produkt bude použit jako komponent pro MEB, což je platforma pro vozidla na elektrický pohon.

Úkolem společnosti Valeo je design výrobního procesu daného produktu a následná realizace v rámci nové výrobní linky. Pro návrh linky je potřeba znát produkt a jeho komponenty, kvantitativní požadavky zákazníka a technická specifikta výroby. Všechny zmíněné faktory jsou zásadní pro finální vzhled linky a budou proto popsány v následujících kapitolách.

3.1 Popis produktu

Kusovník produktu je poměrně jednoduchý. Základním prvkem je plochá deska (floor panel) o tloušťce 2mm, jež bude dotykovou plochou pro moduly baterií (Obrázek 3.1-1). Na její druhé straně se nachází tzv. kanálková deska (heat dissipator) o šířce 1mm. Oba díly musí být spojeny na styčných plochách tak, aby v kanálcích mohlo proudit chladivo bez nežádoucích úniků.

Jako materiál byla vybrána slitina hliníku řady 3xxx s výrobním označením 3Z23. Hliník se vyznačuje nízkou hmotností, dobrou elektrickou a tepelnou vodivostí, vysokou měrnou tepelnou kapacitou. Výhodou je dobrá tvárnost za studena i za tepla, která umožní vyrobitelnost dílu lisováním. V ochranné atmosféře je materiál dobře pájitelný a svařitelný. Kvůli pájení je na desce s kanálky ještě cladová vrstva 1F 4045. Na obrázku je zobrazen překryv hlavních dvou desek.



Obrázek 3.1-1 Komponenty chladiče [vlastní]

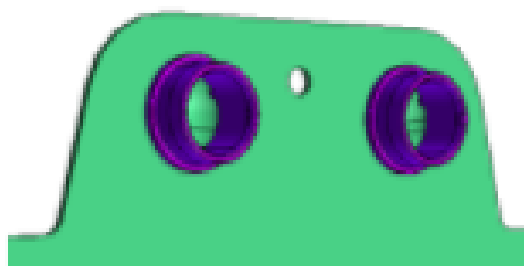
Chladiče se budou vyrábět ve dvou provedeních:

Krátká verze: 1362 * 1287 mm

Dlouhá verze: 1737 * 1287 mm

Hmotnost sestavy dosahuje 14,3kg resp. 18,3kg pro větší chladič. Na vstupu a výstupu z kanálkového systému budou připojeny 2 identické připojovací příruby (Obrázek 3.1-2).

Jako tavný materiál jsou použity pájecí kroužky (brazing/cladded ring). Kusovník uzavírá povrchová úprava (pasivace) a zátky pro uzavření vstupu do systému kanálků (Tabulka 3.1-1).



Obrázek 3.1-1: Příruby, vstup a výstup z kanálkového systému [vlastní]

Řádek	Stupeň	Popis	Číslo dílu	Rev	Počet	Vyrobená (M) Nakupobavá (B)
1	-	Chladič baterie komplet	TDRA77805C	1	X	M
2	1	Spájený chladič baterie		1	1	M
3	2	Sestava ploché desky s objímkami	TDRA77804C	1	1	M
4	3	Plochá deska (Floor Panel)	TDRA75269C	1	1	B
5	3	Připojovací příruba (sleeve)	TDRA75267C	1	2	B
6	3	kladová podložka (brazing ring)		1	2	B
7	2	Kanálková deska (Heat Dissipator)	TDRA75271C	1	1	B
8	1	Pasivace		1	1	M/B
9	1	Zátka		1	2	B

Tabulka 3.1-1: Kusovník [vlastní]

3.2 Požadavek na výrobní kapacitu

Předpokládané zahájení sériové výroby je v listopadu 2019. Na základě expertního odhadu marketingového oddělení zákazníka byla určena předpověď spotřeby za 11 let (Tabulka 3.2-1).

Počet ks/rok	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Klátký chladič	4 000	70 000	115 000	139 000	160 000	200 000
Dlouhý chladič	1 000	65 000	103 000	127 000	145 000	168 000
Celkem	5 000	135 000	218 000	266 000	305 000	368 000
počet ks/rok	2025	2026	2027	2028	2029	Suma
Klátký chladič	232 146	275 000	210 000	155 000	80 000	1 640 146
Dlouhý chladič	189 310	215 000	170 000	135 000	80 000	1 398 310
Celkem	421 456	490 000	380 000	290 000	160 000	3 038 456

Tabulka 3.2-1: Předpověď potřeb v letech [vlastní]

Největších výrobních objemů bude dosaženo v roce 2026, a to 490 000ks za rok. K této hodnotě je ale potřeba započítat ještě 15% flexibilitu, která byla dohodnuta se zákazníkem. Maximální požadovaný roční výstup z linky bude 563 500ks.

Celkové objemy přes 11 let životního cyklu produktu dosáhnou 3 038 456ks. K této hranici je potřeba přizpůsobit i kvalitu jednotlivých výrobních zařízení.

3.3 Požadavky na produkt

Účelem chladiče je předání tepla z modulů baterie do kapaliny proudící v kanálcích a to v obou směrech. Chladič tedy teplo jak odebírá v případě velkých výdejů elektrické energie a přehřátí článků, tak odevzdává, v případě podchlazení článků vlivem chladného počasí.

Oba typy chladičů se skládají z několika modulů (9 v případě malého), které obhospodařují stejný počet baterií. Baterie jsou nejprve vloženy do pouzder v masivním hliníkovém držáku. Přes celou plochu je poté položen chladič. Jeho přichycení zajišťuje jednak tmel, tak i šrouby a po okrajích hřebíky, kterými jsou do rámu přichyceny okraje chladiče.

K efektivnímu předání tepla je potřeba hlídat několik faktorů:

- Podstatná je plocha dotyku. Čím je větší kontakt mezi baterií a plochou chladiče, tím lépe probíhá tepelná výměna. Vzniká tak požadavek

- Zákaz přítomnosti cizích látek (uvnitř i venku). Otvory musí být chráněny, aby se zabránilo znečištění a poškození během skladování, přepravy a instalace.
- Materiál ploché a kanálkové desky: EN AW 3905-R (DIN EN 4852) což je slitina hliníku s Mn, Kondice: T6 značí, že materiál uměle stárne (Výrobky, které nejsou po rozpouštěcím žihání tvářené za studena, nebo u kterých se tvářeni za studena při vyrovnání nebo napřimění neprojeví na mezích mechanických vlastností)[29]. Pevnost v tahu >140MPa, 0,2% Mez kluzu > 50MPa, Tažnost A50 > 6%
- Materiál přírub: EN AW 3003-G (DIN EN 7543), Pevnost v tahu >120MPa, 0,2% Mez kluzu > 40MPa, Tažnost A50 > 6%
- Provozní teplota: -40C až 135C
- Test těsnosti pod tlakem 3 bary musí být prováděn pro 100% výrobků. Metoda je na vlastním výběru
- Rovinnost = 0,4 mm, musí být splněna pod zátěží, tzn. po přichycení na definovaných místech, platí pro jednotlivé moduly a nevztahuje se na celý produkt
- Pájení dle ISO 4069-9 a ISO 17672-AL107 může být provedeno zároveň pro desky a připojení přírub.
- Požadavek na vnitřní čistotu: maximální zbytková cizí látka: 45 mg na 1000 cm² (Celková plocha součásti: 44290 cm²), Částice s kovovým leskem max. 1500 μm, Částic bez kovového lesku max. 3500μm
- Na povrchu produktu nesmí ulpívat žádné zbytkové látky jako oleje nebo silikony
- Vyžadována povrchová úprava: mytí a pasivace dle TL82428
- Tloušťka plechu nesmí být v žádné oblasti menší než 1,0 mm: přípustné snížení tloušťky materiálu 15%
- Styčné plochy pro moduly baterií musí být bez nečistot, pájky a fluxu

3.4 Shrnutí klíčových faktorů

Správné pochopení vstupních faktorů a požadavků zákazníka je stejně tak důležité jako návrh samotný. Identifikace klíčových faktorů produktu je zásadní pro určení základních parametrů budoucí výrobní linky.

V kapitolách výše byl identifikován design produktu, stejně tak jako požadavek na výrobní kapacity. Byl zjištěn požadavek na produkci 2 podobných produktů na bázi hliníku ve velkých objemech.

Společnost Valeo má se zpracování hliníku bohaté zkušenosti, některé z faktorů jsou však novinkou a představují jisté riziko. Jednou ze zásadních charakteristik produktu je jeho hmotnost, která omezuje možnosti ruční manipulace. Z toho vyplývá požadavek na vysokou míru automatizace s minimálním počtem operátorů.

Dalším rizikem je požadavek na rovinnost v kombinaci s velikostí produktu a rozdílnou tloušťkou pájených desek. Vzniká tak riziko deformace v procesu pájení a je potřeba zajistit vhodnou volbou pájecího profilu. Linka musí být robustní, tak aby vydržela po celou dobu životnosti produktu (11let) a zároveň byla schopná vyrobit cca 3,5 milionů kusů. Maximální roční výrobní kapacita je 563 500ks. Výzvou bude také povrchová úprava formou pasivace, která je pro společnost dosud neznámou technologií.

4 Návrh výrobní linky a jejího logistického zajištění

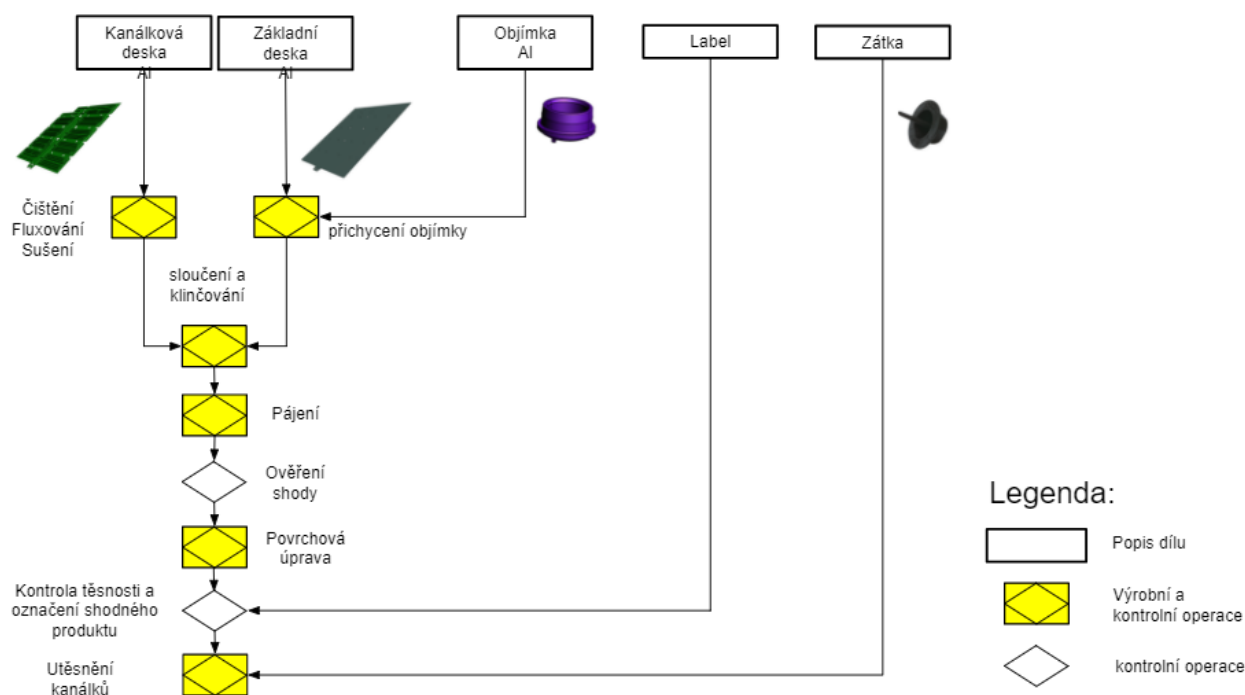
Dle specializace pracovišť rozlišujeme výrobu kusovou, sériovou a hromadnou. O výrobu kusovou se jedná v případě, že je vyráběn velký počet různých druhů výrobků v malém množství. Tento způsob výroby vyžaduje velkou kvalifikaci pracovníků a univerzálnost strojů. Zvýšením opakovatelnosti výrobků jednoho druhu se přechází k výrobě sériové. Vyráběné množství se nazývá výrobní sérií a je složeno z několika výrobních dávek. Kromě univerzálních strojů jsou používány i stroje specializované. Hromadná výroba se vyznačuje produkcí jednoho nebo několika málo druhů výrobků při velkých objemech. Výroba je ustálená a opakuje se, jednotlivá pracoviště jsou specializovaná. Zbytečná přeprava mezi pracovišti je vyloučena úzkou návazností výrobních operací. [31]

Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, výroba bude zaměřená na dva produkty ve velkých objemech. Oba se stejnou technologií a za použití universálních přípravků. Produkty je možné libovolně řadit bez vlivu na plynulost výroby. Jedná se tedy o tzv. hromadnou výrobu, která bude realizována na výrobní lince. Linkovou výrobu charakterizují pracoviště, které jsou propojené mechanickým dopravníkem nebo dopravníky. Na pracovištích jsou vykonávány výrobní operace [32].

Tato kapitola si dává za cíl, určit, na základě stanovených klíčových požadavků (faktorů), výrobní operace, které budou transformovány do jednotlivých výrobních pracovišť a následně do návrhu výrobní linky.

4.1 Koncepční návrh výrobního postupu

Na základě kusovníku a požadavků na produkt, popsanych výše byl navržen základní kontrolní a výrobní proces (Obrázek 4.1-1).



Obrázek 4.1-1: Koncepční návrh výrobního postupu [vlastní]

Výroba je zahájena na dvou větvích, kde probíhá příprava desek. Kanálková deska musí být nejprve řádně vyčištěna od zbytků oleje používaných při lisování, následně je cladová strana opatřena vrstvou Fluxu, který bude vysušen. Na druhé větvi je mezitím připravena základní deska. Na ní jsou nalisovány a ohnutím zobáčků zajištěny 2 připojovací příruby (sleevy). Dalším krokem je sloučení obou desek. Zde je důležité přesné centrování. Oba díly jsou k sobě klinčovány. Sestava je přemístěna na pájecí přípravky a vjíždí do pece pro pájení. Po průjezdu následuje stanice ověření rovinnosti (a případná kalibrace). Produkt projíždí linkou povrchové úpravy, která je zakončena kontrolou těsnosti a případných dalších charakteristik. Po splnění předepsaných hodnot je produkt označen štítkem. Na poslední stanici je zajištěn vstup a výstup zátkami a produkt je balen k expedici.

4.2 Výpočet taktu

V souvislosti s plánováním výrobních operací a jejich návazností je potřeba uvést pojem výrobní takt (Takt Time). Doba taktu souvisí s požadavky zákazníka. Jedná se o tempo, jakým zákazník odebírá daný výrobek. Vypočítá se jako podíl celkového dostupného pracovního času za určité období a celkového požadavku zákazníka v tomto období.[30] Čas taktu tedy určuje, jak rychle musí proces probíhat, aby došlo k naplnění požadovaných potřeb. Nejde o čas operace.

4.2.1 Požadavek na hodinový výstup linky

Pro výpočet vycházíme z maximálního požadovaného počtu vyrobených chladičů za rok zvýšeným o 15% flexibilitu předpovědi. Oba typy chladičů (krátký a dlouhý) uvažujeme společně, z důvodu konstrukční podobnosti. Výpočet bude proveden pro 2 varianty: dvousměnný a třisměnný provoz.

Pro výrobu v závodě v Žebráku uvažujeme třisměnný provoz 5 dní v týdnu. S přihlédnutím ke státním svátkům a plánovaným odstávkám je plánováno 48 pracovních týdnů za rok.

D =	563 500[ks/rok]	Potřeby za jednotku času, v tomto případě za rok
nd =	5 [den]	Počet prac. dní v týdnu
nw =	48 [týden]	Počet prac. týdnů v roce
s3 =	3 [směny]	Směnnost pracoviště
s2 =	2 [směny]	Směnnost pracoviště
h =	8 [hod]	Počet prac. hodin za směnu
Dh	[ks/hod]	Požadovaný počet vyrobených ks za hodinu
n _{ef} =	30%	Neefektivita, ztrátový čas způsobený přestávkami, údržbou, spouštěním na začátku směny a pod.

$$Dh3 = \frac{D}{nd \times nw \times s3 \times h \times (1 - nef)} = \frac{563500}{5 \times 48 \times 3 \times 8 \times 0,7} = 139,8 \text{ ks/hod}$$

$$Dh2 = \frac{D}{nd \times nw \times s2 \times h \times (1 - nef)} = \frac{563500}{5 \times 48 \times 2 \times 8 \times 0,7} = 209,57 \text{ ks/hod}$$

Výrobní linka musí být schopna produkovat minimálně 139,8ks za hodinu v případě třisměnného provozu a 209,6ks v případě dvousměnného provozu.

4.2.2 Takt linky

Takt lze získat jako podíl čistého dostupného časového fondu za hodinu a vypočítaného výstupu z výrobní linky.[33]

T _a =	3600 [sec]	Počet sekund za hodinu
T	[sec]	Takt výrobní linky (Takt time)

$$T3 = \frac{T_a}{DH3} = \frac{3600}{139,8} = 25,76, \text{ sec.}$$

$$T2 = \frac{T_a}{DH2} = \frac{3600}{209,57} = 17,177 \text{ sec.}$$

Doba taktu se rovná hodnotě 25,76 sec/ks pro třisměnný provoz a 17,76 sec/ks pro dvousměnný provoz. Na tuto dobu je potřeba navázat i čas taktu jednotlivých pracovišť.

4.2.3 Počet pracovišť

Pro docílení požadovaného taktu je potřeba zhodnotit počet pracovišť pro každou operaci. Počet pracovišť vypočítáme jako poměr času dané operace a taktu montážní linky. [43]

P_n Počet pracovišť na danou operaci

t_n čas operace na daném pracovišti

$$P_n = \frac{t_n}{T}$$

Pro návrh výrobní linky je uvažováno, že na každou operaci bude dedikováno pouze jedno pracoviště. Tato hypotéza bude ověřena výpočtem.

4.2.4 Zhodnocení výsledků

Výpočtem byl určen požadovaný takt výroby pro svou- a tři-směnný provoz. Expertním odhadem, bylo zjištěno, že požadovaného výstupu ve třisměnném provozu mohou dosáhnout všechna pracoviště s výjimkou pasivace a pájení, ke kterým chybí data. S pájením má sice Valeo zkušenosti, rozměry produktu v kombinaci s hmotností a technickými požadavky zákazníka staví tento proces do nové role. Je potřeba se na něj v další kapitole zaměřit, stejně tak jako na pasivaci, která je zatím pro Valeo neznámou technologií.

Vezmeme-li v úvahu krátký čas taktu, přichází pro další návrh v úvahu jen automatizovaná linka s velmi malým počtem operátorů. K automatizaci přispívá i hmotnost produktu (až 18,3kg), který je jen obtížně manuálně manipulovatelný.

Takt i nová technologie znemožňují použití stávajících výrobních zařízení. Pro novou linku musí být vybudována nová výrobní hala s dostatečným prostorem pro umístění výrobních a skladovacích prostor.

4.3 Klíčové pracoviště 1: Pájení v peci

Pájení hliníku je nejdůležitějším a nejkompexnějším prvkem výroby chladičů. Slouží jako styčný bod, od kterého se budou odvíjet ostatní procesy. V současnosti disponuje Valeo v Žebráku několika pecemi o velikosti 30m, na projekt baterií je ale potřeba zvážit novou pec o větší délce, tak aby byla schopná vyrobit požadovaná množství.

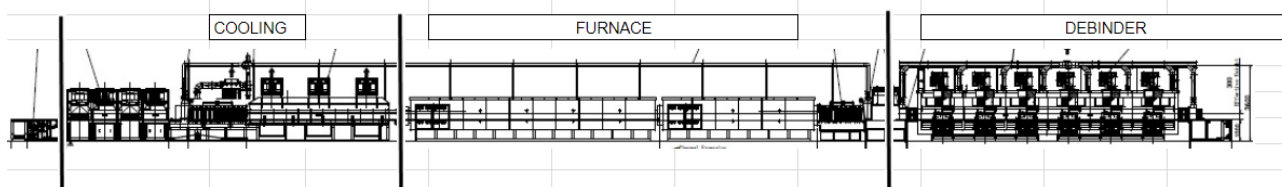
Při navrhování pece je zásadní pájecí křivka, která popisuje teplotní změny na jednotlivých bodech produktu při průjezdu pecí. Dosažení rovnoměrného rozložení teploty cca. 600 ° C v celém obrobku je důležitým faktorem při pájení v řízené atmosféře. Správný ohřev zajišťuje rovnoměrnou teplotní distribuci. Příliš pomalé vytápění může vysušit flux, což snižuje jeho účinnost. Zpravidla by měl být topný cyklus co nejrychlejší k dosažení stabilního rozložení teploty.

Atmosféra je řízena dusíkem, který je vháněn do pece a ven (v uzavřeném cyklu), tak aby se minimalizovala přítomnost kyslíku, který by způsoboval nežádoucí oxidaci. Společnost Valeo už

disponuje výrobnou dusíku, která může být využita i na projektu chladičů.

Pec se skládá ze 3 hlavních částí (Obrázek 4.3-1) :

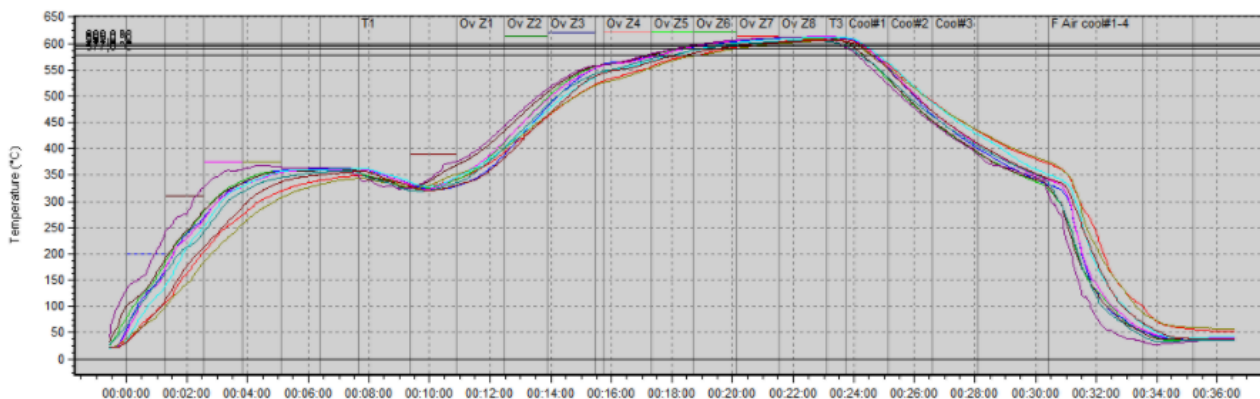
- Ohřev (Debinder), který produktu předehřeje na úroveň cca. 350C.
- Pájení (Furnace), samotná pec, která produkt ohřeje na teploty tání kladu což je cca. 600C.
- Chlazení (Cooling) má na starosti řízený odběr tepla, skládá se z několika částí. Teplo je odebráno hlavně vstřikováním vody. Pomalé chladnutí je důležité zejména pro řízení napětí materiálu, které by mohlo způsobit nežádoucí deformace.



Obrázek 4.3-1: Části pece [vlastní]

Při návrhu pece je třeba vzít v úvahu i limity výrobní budovy. Pro projekt bude postavena nová výrobní hala o rozloze 4000m² (40x100). Dostupný prostor pro technologii pájení je maximálně 90m. Na obou stranách musí být manipulační uličky o 2,5m a také prostor pro vstup a výstup z pece (dopravníky) o šířce 5m. Po odečtení obou položek zbývá na pec samotnou 75m.

Na základě série pokusů byla vytvořena vyhovující pájecí křivka (Obrázek 4.3-2). Pájení bylo nastaveno tak, aby bylo za minimální čas dosaženo požadovaných hodnot produktu. Celková doba průjezdu pečí je 36min.



Obrázek 4.3-2: Pájecí křivka [vlastní]

Na základě dané délky a získaného času pájení lze vypočítat teoretickou rychlost pásu, která musí dosahovat 2206mm/min (tabulka 4.3-1).

Délka pájecí linky	75 000	mm
Ohřev: Čas průjezdu	8	min
Ohřev: Délka průjezdu	17 647	mm
Přechod: Čas průjezdu	3	min
Přechod: Délka průjezdu	6 618	mm
Pájení: Čas průjezdu	13	min
Pájení: Délka průjezdu	28 676	mm
Chlazení: Čas průjezdu	10	min
Chlazení Délka průjezdu	22 059	mm
Celkový čas pro pájení	34	min
Teoretická rychlost pásu	2 206	mm/min

Tabulka 4.3-1: rychlost pásu v peci [vlastní]

Sestava je na dopravníku přepravována na přípravku, který je ve formě ocelové mříže. V rámci návrhu je potřeba stanovit šířku dopravníku v peci, a také určit, zda její výstup bude stačit k uspokojení potřeb. Chladiče lze do pece umístit na šířku nebo na délku. Obě varianty budou vyhodnoceny pro dvou- i tří-směnný provoz.

4.3.1 Design pro pájení na šířku

Dopravní pás musí být dimenzován na větší z chladičů. K rozměru 1737 náleží ještě přesah rámu 50mm a bezpečnostní mezera 30mm na každé straně. Dopravníkový pás bude muset mít rozměr minimálně 1900mm. Rozestupy mezi jednotlivými díly budou 1447mm. Na základě času cyklu lze vypočítat průjezd délky pásu za hodin resp. za minutu.

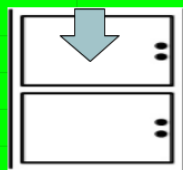
Pro třísměnný provoz (Tabulka 4.3-2):

$$\text{Rychlost pásu} = \text{počet kusů produkovaných za minutu} \times \text{vzdálenost dílů na pásu}$$

$$\text{Rychlost pásu} = 139,8 / 60 \times 1447 = 3370 \text{ mm/min}$$

Ze specifikace vyplývá, že největší možná rychlost pece je z důvodu technologie 2206. K dosažení požadovaných výstupů by bylo potřeba 1,5 peceresp. 2 pece z nichž jedna by byla vytížená na 100% a druhá na 50%.

Pájení na šířku, 3-směnný provoz										
Verze	Max.objem/rok	Čas cyklu (sec)	Produkce ks/hod	Rozměry (mm)	Počet ks paralelně	Šířka pásu (mm)	Rozestupy (mm)	Průjezd délka pásu/hod (mm)	Rychlost pásu (mm/min)	Výsledná rychlost pásu (mm/min)
Krátká	356 424	25,76	139,8	1360 x 1287	1	1897	1447	202220	3370	3370
Dlouhá	274 005			1737 x 1287	1	1897	1447	202220	3370	
1 PEC (max. rychlost)	2206	mm/miin	První pec bude plně vytížená							
Potřebná rychlost	3370	mm/min	Druhá pec bude vytížená na 50%							
Celkem pecí (ks)	1,5	2								




Tabulka 4.3-2: rychlost pásu: pájení na šířku, 3směnný provoz [vlastní]

Pro dvousměnný provoz (Tabulka 4.3-3):

$$\text{Rychlost pásu} = 209,7 / 60 \times 1447 = 5056 \text{ mm/min}$$

K dosažení požadovaných výstupů by byly potřeba 3 pece.

Pájení na šířku, 2-směnný provoz										
Verze	Max.objem/rok	Čas cyklu (sec)	Produkce ks/hod	Rozměry (mm)	Počet ks paralelně	Šířka pásu (mm)	Rozestupy (mm)	Průjezd délka pásu/hod (mm)	Rychlost pásu (mm/min)	Výsledná rychlost pásu (mm/min)
Krátká	356 424	17,17	209,7	1360 x 1287	1	1897	1447	303390	5056	5056
Dlouhá	274 005			1737 x 1287	1	1897	1447	303390	5056	
1 PEC (max. rychlost)	2206	mm/miin	První pec bude plně vytížená							
Potřebná rychlost	5056	mm/min	Druhá pec bude plně vytížená							
Celkem pecí (ks)	2,3	3	Třetí pec bude vytížená z 30%							



Tabulka 4.3-3: rychlost pásu: pájení na šířku, 2směnný provoz [vlastní]

Výhodou návrhu je eliminace teplotních rozdílů na začátku a na konci dílu při vjezdu/výjezdu, z jednotlivých sekcí. Chladič vjede to pece rychleji a v jednotlivých sektorech lze naměřit podobnou teplotu. Nevýhodou širší pece jsou vyšší výrobní náklady a provoz.

4.3.2 Design pro pájení na délku

V případě podélného uložení (viz Tabulka 4.3-4) na dopravníku jsou si oba chladiče rovny, což se týká šířky (1287mm). Dopravní pás bude mít, se započítáním rámu (2x50mm) a bezpečnostními mezerami (2x30mm), 1447mm. Rozestupy mezi jednotlivými díly budou 1520mm pro krátký resp. 1897mm pro dlouhý chladič.

Na základě známých hodnot lze vypočítat potřebnou rychlost pro obě varianty:

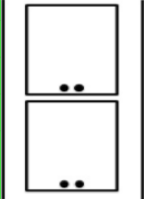
$$\text{Rychlost pásu} = \text{počet kusů produkovaných za minutu} \times \text{vzdálenost dílů na pásu}$$

$$\text{Rychlost pásu (krátký)} = 139,8 / 60 \times 1520 = 3540 \text{ mm/min}$$

$$\text{Rychlost pásu (dlouhý)} = 139,8 / 60 \times 1897 = 4418 \text{ mm/min}$$

Dopravník musí být dimenzován podle většího z chladičů a tedy na rychlost dopravníku 4418mm/min. S přihlédnutím k požadované technologické rychlosti 2206, budou potřeba 2 pece. Obě budou, v době největších potřeb (rok 2026), vytíženy na 100%.(Tabulka 4.3-4)

Pájení na délku, 2-směnný provoz										
Verze	Max.objem/rok	Čas cyklu (sec)	Produkce ks/hod	Rozměry (mm)	Počet ks paralelně	Šířka pásu (mm)	Rozestupy (mm)	Průjezd délka pásu/hod (mm)	Rychlost pásu (mm/min)	Výsledná rychlost pásu (mm/min)
Krátká	356 424	25,76	139,8	1360 x 1287	1	1447	1520	212422	3540	4418
Dlouhá	274 005			1737 x 1287	1	1447	1897	265109		
1 PEC (max. rychlost)	2206	mm/miin	První pec bude plně vytížena							
Potřebná rychlost	4418	mm/min	Druhá pec bude plně vytížena							
Celkem pecí (ks)	2,0	2								



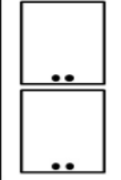
Tabulka 4.3-4: rychlost pásu: pájení na délku, 2směnný provoz [vlastní]

Pro dvousměnný provoz (Tabulka 4.3-5):

$$\text{Rychlost pásu} = 209,7 / 60 \times 1897 = 6629 \text{ mm/min}$$

K dosažení požadovaných výstupů by byly potřeba 3 plně vytížené pece.

Pájení na délku, 2-směnný provoz										
Verze	Max.objem/rok	Čas cyklu (sec)	Produkce ks/hod	Rozměry (mm)	Počet ks paralelně	Šířka pásu (mm)	Rozestupy (mm)	Průjezd délka pásu/hod (mm)	Rychlost pásu (mm/min)	Výsledná rychlost pásu (mm/min)
Krátká	356 424	17,17	209,7	1360 x 1287	1	1447	1520	318695	5312	6629
Dlouhá	274 005			1737 x 1287	1	1447	1897	397740		
1 PEC (max. rychlost)	2206	mm/miin	První pec bude plně vytížena							
Potřebná rychlost	6629	mm/min	Druhá pec bude plně vytížena							
Celkem pecí (ks)	3,0	3	Třetí pec bude plně vytížena							



Tabulka 4.3-5: rychlost pásu: pájení na délku, 3směnný provoz [vlastní]

4.3.3 Porovnání variant a výběr

Z analýzy vyplývá, že požadovaný výstup není za daných podmínek možné dosáhnout jen na jedné peci. Rychlost pásu by znemožňovala dosažení potřebných teplot pájení. Ve výpočtech byly zohledněny 2 variabilní vlivy: počet směn a způsob orientace chladiče při průjezdu pecí.

Simulací bylo zjištěno, že při dvousměnném provozu by bylo potřeba zařadit do výroby 3 pece. Takové řešení by bylo jak prostorově, tak investičně náročné. Přihlédneme-li ještě k faktu, že pec není možné, kvůli časově náročnému nahřívání, na jednu směnu vypnout a tak uspořit náklady na energie. Varianta dvousměnného provozu nepřichází tedy v úvahu a studie se jí už dále nebude věnovat.

Vzhledem k tomu, že je celá linka spojitá a nejsou plánovány meziklady, směnný provoz na všech

pracovištích musí být shodný. Pro třísměnný provoz platí tedy výstup 139,8 ks/hod a takt 25,76 sec/kus.

Při třísměnném provozu stačí k dosažení výstupu dvě pece. Toto číslo je minimální a bude použito pro další úvahy. V rámci návrhu byly zhodnoceny také 2 varianty orientace. Obě vyhovely požadavkům. K usnadnění finálního výběru je použita rozhodovací matice, která zohledňuje další kritéria jako je komplexnost přípravků pro pájení, Náklady na pec, použitelnost pece pro další projekty či neočekávané zvýšení potřeb a technologický přechod mezi jednotlivými sektory, které může mít vliv na kvalitu pájení.

	Hodnota	Pájení na šířku		Pájení na délku	
		Hodnocení	Body (1-5)	Hodnocení	Body (1-5)
Komplexnost přípravků	3	Přípravky jsou stejné	5	Přípravky se liší pro malý a velký chladič	1
Náklady na pec	10	2 pece: cca o 400mm širší než Varianta 1> dražší	2	2 pece: cca o 400mm užší než Varianta 2> levnější	5
Univerzálnost pece	5	Lze využít i na ostatní projekty	5	Rozměrově i kapacitně omezenější	1
Přechod mezi jednotlivými sektory	5	Rychlý přechod, nižší teplotní rozdíly v jednotlivých bodech	5	Pomalý přechod, vyšší teplotní rozdíly v jednotlivých bodech	3
Dosažená hodnota			85		73
Maximální hodnota	115				
Vhodnost řešení			74%		63%

Tabulka 4.3-6: rozhodovací matice pro pájení [vlastní]

Na základě hodnocení kritérií uvedených v tabulce 4.3-6, byla vybrána Varianta 1: pájení na šířku, kde vhodnost řešení, podle daných kritérií, dosahuje 74%.

4.3.4 Pájecí přípravky

Pájecích přípravky ve formě ocelových mříží a neliší se podle velikosti chladičů. Jejich rozměr vychází z vybrané varianty 1: 1837 x 1387mm. Disponibilní množství je vázané na kapacitu pece:

k: koeficient zohledňující zásobu přípravků v procesu, opravě, čištění, ve frontě, je stanovený na 3,

$$\text{Počet přípravků} = \text{délka dopravníku} / \text{rozestupy} * k = 75000 / 1447 * 3 = 155\text{ks}$$

Celkem bude potřeba objednat 155ks pájecích rámu o rozměrech 1837 x 1387mm.

4.4 Klíčové pracoviště 2: Povrchová úprava

Zákazník v rámci specifikace produktu požaduje povrchovou úpravu pasivací. V tomto procesu je z povrchu hliníku odstraněn nejednotný oxidový povlak, který bude nahrazen definovanou tenkou a odolnou konverzní vrstvou. Chráněný materiál lépe vede tepelnou energii, méně koroduje a jeho povrch lépe přilne ke tmelu, který chladič bude spojoval s moduly baterií.

Existuje mnoho typů pasivace. Pro projekt chlazení baterií byla specifikace definována zákazníkem. Společnost Valeo nemá zatím s touto technologií žádné zkušenosti.

4.4.1 Technologie pasivace

Proces pasivace je relativně komplexní a probíhá dle zákaznickových požadavků v několika krocích.

1. Odmaštění při $> 52^{\circ}\text{C}$, cca 6 min.
2. Oplach průmyslovou vodou, nebo pitnou vodou
3. Oplach neionizovanou vodou (vodivost $< 800 \mu\text{S/cm}$)
4. Pasivace s chemikáliemi H_2SO_4 , HF,
5. Pasivace s chemikáliemi $\text{H}_2\text{F}_4\text{Ti}$
6. Oplach průmyslovou vodou
7. Oplach neionizovanou vodou (vodivost $< 30 \mu\text{S/cm}$)
8. Sušení horkým vzduchem 100°C

Pasivované díly je třeba testovat na 2 charakteristikách. Měrný elektrický odpor musí dosahovat maximálně hodnoty $20\mu\Omega$ hned po pasivaci a $30\mu\Omega$ po 8 týdnech skladování. Také je třeba sledovat množství ochranné titanové vrstvy před a po pasivaci, které musí být v rozmezí 2 a 8mg/m^2 . Vrstva se měří se rentgenovou fluorescenční spektrografií.

4.4.2 Návrh pasivačního pracoviště

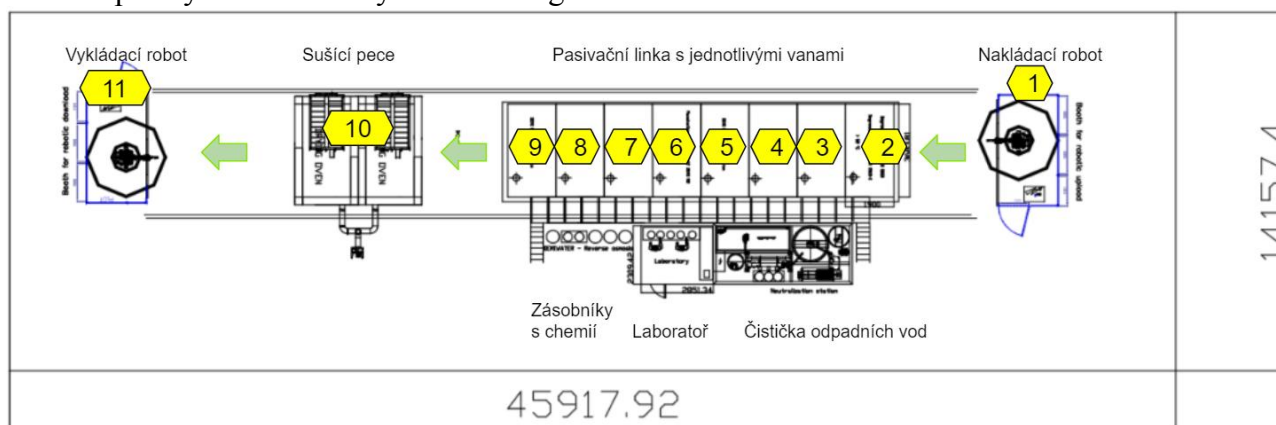
Pasivaci lze provádět postřikem chemie nebo smáčením. Vzhledem k trojnásobné délce postřikové linie se společnost Valeo rozhodla kvůli úspoře místa zaměřit na metodu smáčení.

Produkty budou zavěšeny na závěsném dopravníku, který zajistí dopravu mezi jednotlivými pracovišti, smáčení v nádržích i průjezd v peci. Způsob zavěšení na obrázku 4.4-1.



Obrázek 4.4-1: závěsný dopravník[vlastní]

Pasivační proces se bude odehrávat v 8 nádržích, kterými produkt postupně projede. Každá s nádrží má 4m. Po nádrži s kyselinami musí být prostor na odkapávání, aby chemie použitá v předchozím kroku měla možnost odtéct, aby se nádrže vzájemně nekontaminovaly více, než je nezbytné. Následuje 2.metrový příjezd k sušícím pecím a následné chladnutí, než je chladič sejmut ze závěsného zařízení a předán k testování.



Obrázek 4.4-2: návrh pracoviště pasivace [vlastní]

Na obrázku 4.4-2 jsou číslicemi označeny jednotlivé operace popsané v tabulce 4.4-1. Ve stejné tabulce je uveden i přehled taktu pracovišť. Požadovaného výstupu 139,8 ks/hod dosahují všechna pracoviště.

Popis pracoviště	Počet ks v dávce	Délka operace [sec]	Výstup [ks/ hod]
1. Automatizované zavěšení na dopravník	1	10	360
2. Odmaštění při > 52C, cca 6 min.	10	200	180
3. Oplach průmyslovou vodou, nebo pitnou vodou	10	200	180
4. Oplach deionizovanou vodou (vodivost < 800 μ S/cm)	10	200	180
5. Pasivace s chemikáliemi H ₂ SO ₄ , HF,	10	200	180
6. Pasivace s chemikálií H ₂ F ₄ Ti	10	200	180
7. Prostor na odkapání	10	200	180
8. Oplach průmyslovou vodou	10	200	180
9. Oplach deionizovanou vodou (vodivost < 30 μ S/cm)	10	200	180
10. Sušení horkým vzduchem 100C	40	900	160
11. Automatizované odejmutí ze závěsu	1	10	360

Tabulka 4.4-1: Přehled operací pro pasivaci [vlastní]

Mimo samotnou automatickou linku je potřeba uvažovat i s technickým zázemím. K udržení stabilních chemických prostředí v nádržích slouží laboratoř, která je přidružená k výrobě. Doplnění chemikálií je realizováno z blízkých nádrží, ty obsahují silné kyseliny a musí být obsluhované jen kvalifikovaným personálem. Voda z oplachových nádrží je pravidelně vyměňována, její odtok je zajištěn přes čističku odpadních vod. K doplňování nádrží bude ještě třeba pořídit ionizační úpravnu vody. Ta může být využita i pro jiné projekty a bude umístěna mimo výrobní prostor. Na základě dostupných informací je odhadnuta potřebná plocha na realizaci pasivačního pracoviště o rozloze cca. 650m².

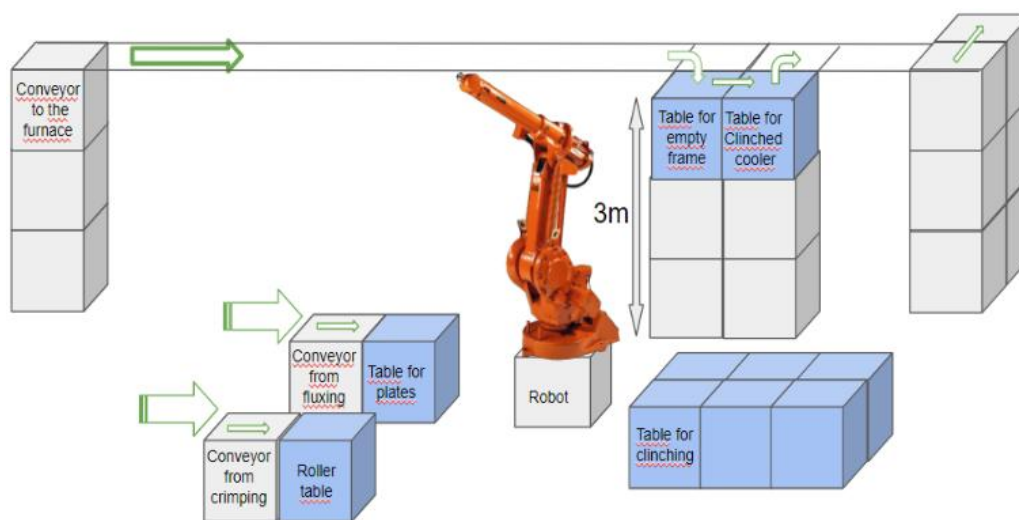
4.4.3 Hodnocení a perspektiva

Pasivace je náročný procesem vyžadujícím nemalé investice do nových technologií. Nelze také opomenout možný vliv na kvalitu pracovního prostředí a okolí podniku. Použité chemikálie totiž velmi silně zapáchají a jejich izolace je možná jen částečně.

Protože je pasivace posledním krokem ve výrobním procesu, stojí za zvážení i outsourcing. Při této variantě ale hrozí ztráta kontroly nad kvalitou produktu před odesláním zákazníkovi.

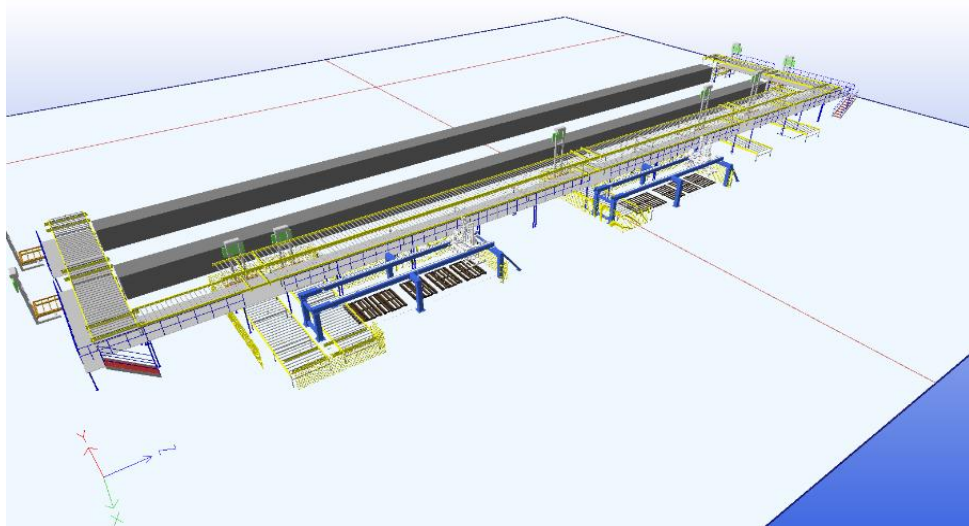
4.5 Manipulace mezi pracovišti

Celá linka je koncipovaná jako automatická s minimálním počtem pracovníků, pohyb materiálu zajišťuje systém dopravníků, AVG a robotických rukou. Velké desky jsou na začátku linky přemísťovány ze zásobníku pomocí podtlakového podavače na dopravník. Základní na dopravník do fluxu a kanálková deska na krimpování připojovacích přírub. Robot na obr. 4.5-1 desky přemísťuje na stůl, kde jsou vycentrovány a klinčovány k sobě. Stejný robot poté spojené desky pokládá na pájecí přípravek (rám), který po dopravníku pokračuje do pece.



Obrázek 4.5-1: manipulace mezi pracovišti [vlastní]

Hlavní dopravník, který prochází pecí dle obr. 4.5-2 je plánovaný cca. 3 m nad zemí. Chladiče jsou na něm dopravovány do pece a ven z ní na masivních ocelových rámech. Pod dopravníkem vzniknou dva samoobslužné sklady. První sklad slouží ke skladování dvou typů pájecích přípravků. Ve druhém skladu jsou uloženy rozpracované výrobky před vjezdem do pece. V rámci stabilizace teploty uvnitř je potřeba pec neustále zásobovat materiálem. Pokud tedy dojde k odstávce některého z předešlých pracovišť. Sklad bude po nějakou dobu schopen pec naplnit z předvyrobených zásob.



Obrázek 4.5-2: automatický dopravník [vlastní]

Uskladňování zajišťují, počítačové řízení, mobilní roboti. Z dopravníku si v případě potřeby odeberou paletu a zajistí její převoz do skladové pozice. Vzhledem k charakteru výroby není podstatné pořadí palet, a proto bude vyskladňování probíhat systémem LIFO.

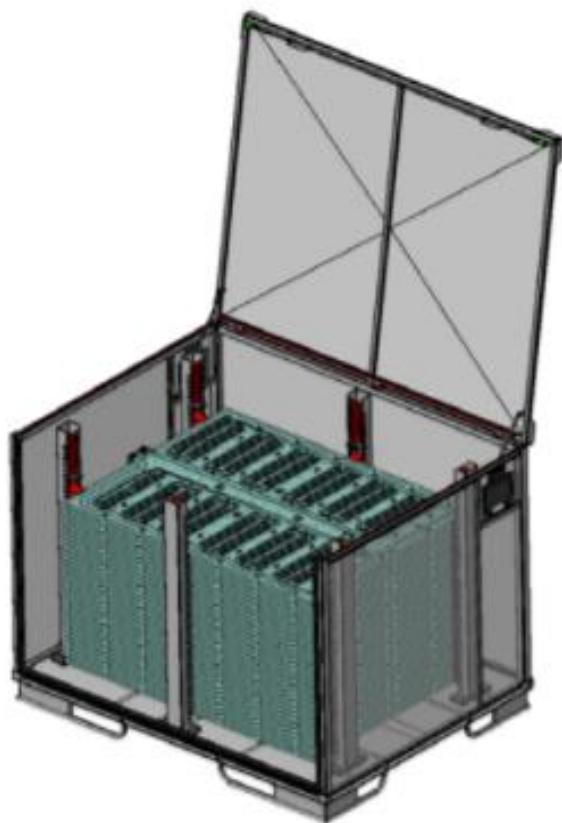
Na výstupu z hlavního dopravníku je opět robotická ruka zodpovědná za oddělení dílu od pájecího přípravku. Chladič je přemístěn na závěsný dopravník v případě pasivace nebo dopravník ke kalibraci, héliové kontrole a balení. Protože jsou exportní boxy standardizované, nakládku do nich je zajištěna také robotickou rukou.

4.6 Návrh velikosti logistické plochy k zajištění výrobní linky

4.6.1 Obal k expedici

Obal pro zákazníka musí odpovídat požadavků na JIT. Převážní boxy jsou standardizované, vratné a splňují požadavky na ochranu produktů jak z hlediska mechanických, tak atmosférických vlivů. Pro přepravu každého z typů byl navržen jeden typ boxu.

Základnu boxu (obr. 4.6-1) tvoří ocelová paleta, na které je pevně přichyceno 6 stojen se zobáčky na uchycení jednotlivých chladičů na vnitřní straně. Celá konstrukce je krytá vyztuženými vnitřními deskami, které materiál chrání před vlhkem, prachem a dalšími nečistotami.



Obrázek 4.6-1: Expediční obal [vlastní]

Nevýhodou je nemožnost obal složit a minimalizovat tak plochu potřebnou na skladování a manipulaci. Nicméně kamiony určené na přepravu boxů jsou dedikovány k tomuto účelu a budou jezdit k zákazníkovi a zpět v uzavřeném okruhu. Minimalizace objemu pro účely přepravy tedy není potřeba, protože dostupný nákladní prostor je shodný pro obě cesty. Zvýšená potřeba skladovacích ploch přímo ve výrobě je částečně kompenzována úsporou za dodatečný úkon sestavení. Přepravky jsou navrženy pro 30ks. Jejich rozměry dle Tabulky 4.6.1 -1.

	Malý chladič	Velký chladič
Rozměry produktu	1362x1287x27 mm	1737x1287x27 mm
Rozměry balení	1800x1700x1500 mm	2100x1700x1500 mm
Hmotnost (prázdné)	450 kg	500 kg
Hmotnost (naložené)	879 kg	1049 kg
Počet v balení	30 ks	30 ks

Tabulka 4.6.1 -1 Parametry obalu pro expedici [vlastní]

4.6.2 Vývozní kapacity

Pro účely přepravy je uvažován klasický plachtový přívěs o rozměrech 13,6 na 2,45 metru. Do

tohoto nákladního prostoru o 33,32m² lze naložit 8 přepravek kterékoli z velikostí. Celková hmotnost nákladu tak bude 8392kg, což je méně než maximální limit přepravy 24t.

V Tabulce 4.6-2 je uveden jednoduchý přehled předpokládaných nakládek. V roce 2026 s největšími potřebami bude denní produkce dosahovat 2348ks při 240 pracovních dnech v roce (kromě prvního roku zahájení dopravy s 30-ti pracovními dny). Vydělením 30, což je počet kusů v obalu vyjde počet přepravních jednotek (79), pro které musí být vyhrazeno 10 návěsů denně. Pro ostatní uvažované roky je počet návěsů uveden v posledním sloupečku. Číslo je vždy nutné zaokrouhlit nahoru.

Rok výroby	Roční objemy včetně 15% flex	Denní objemy pro zákazníka (240 prac. dnů)	Počet beden denně	počet aut denně (8ks v autě)
2019	5750	192	7	0.88
2020	155250	647	22	2.75
2021	250700	1045	35	4.38
2022	305900	1275	43	5.38
2023	350750	1461	49	6.13
2024	423200	1763	59	7.38
2025	484674	2019	68	8.50
2026	563500	2348	79	9.88
2027	437000	1821	61	7.63
2028	333500	1390	47	5.88
2029	184000	767	26	3.25

Tabulka 4.6-2: Vývozní kapacity [vlastní]

4.6.3 Dovození kapacity

Při výpočtu plochy skladování je nutné zařadit i vstupní materiál. Ten je v rámci zjednodušení rozdělen do tří skupin: kanálková deska, základní deska a ostatní. Základní deska bude dovážena na paletě po 100ks, zatímco druhá deska po 150ks. Obě palety budou mít shodnou velikost: 190x150 cm, a tedy zabírají plochu o výměře 2,85m². Do ostatních komponentů řadíme drobné díly, jako jsou zátky, sleevy a kladové podložky. Pro tyto položky uvažujeme konstantní množství 2 paletových míst.

Rok Výroby	Roční objemy	Denní objemy pro zákazníka	Základní deska 100ks/paleta	Kanálková deska 150 ks/paleta	Ostatní komponenty / paleta	Počet palet denně (desky)	Počet aut od dodavatele desek
2019	5750	192	2	2	2	4	0.50
2020	155250	647	7	5	2	12	1.50
2021	250700	1045	11	7	2	18	2.25
2022	305900	1275	13	9	2	22	2.75
2023	350750	1461	15	10	2	25	3.13
2024	423200	1763	18	12	2	30	3.75
2025	484674	2019	21	14	2	35	4.38
2026	563500	2348	24	16	2	40	5.00
2027	437000	1821	19	13	2	32	4.00
2028	333500	1390	14	10	2	24	3.00
2029	184000	767	8	6	2	14	1.75

Tabulka 4.6-3: Dovození kapacity [vlastní]

Z Tabulky 4.6-3 vyplývá denní potřeba, vyjádřená v počtu paletových míst. Do výpočtů není zahrnuta chemie na pasivaci a flux, protože jejich skladování je plánováno ve venkovních prostorách. Jak kanálkové tak základní desky jsou dováženy od stejného dodavatele. Lze je tedy vozit na stejném kamionu. Také pro jejich přepravní jednotku uvažujeme shodné rozměry, jako pro hotový materiál (2,85m²). V posledním sloupečku jsou uvedeny denní počty kamionů pro příslušné roky.

Komponenty jsou přiváženy od stávajících dodavatelů společně s materiálem pro ostatní projekty. Budou tedy vykládány na samostatné rampě. K jejich manipulaci jsou používány palety o rozměrech 1,2x1m (1,2m²). I když je denní spotřeba v řádu desítek procent jedné palety. Pro účely výpočtu potřebné skladovací plochy jsou pro ostatní komponenty dedikována konstantně 2 paletová místa.

MEB BTM počet pal	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Paleta desky (2,85m ²)	4	12	18	22	25	30	35	40	32	24	14
Balení hotových produktů (2,85m ²)	7	22	35	43	49	59	68	79	61	47	26
Komponenty (1,2x1m) (1,2m ²)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Počet metrů											
Paleta základní/kanálková deska	11.4	34.2	51.3	62.7	71.25	85.5	99.75	114	91.2	68.4	39.9
Balení hotových produktů	19.95	62.7	99.75	122.55	139.65	168.15	193.8	225.15	173.85	133.95	74.1
Komponenty (Europaleta)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Prostor pro prázdné obaly	31.35	96.9	151.05	185.25	210.9	253.65	293.55	339.15	265.05	202.35	114
součet m ²	65.1	196.2	304.5	372.9	424.2	509.7	589.5	680.7	532.5	407.1	230.4

Tabulka 4.6-4: Skladovací plocha [vlastní]

Pro výpočet potřebného skladového místa jsou uvažovány každodenní dodávky od dodavatelů nebo z externího skladu Valea. Kalkulace tedy počítá s jednodenní zásobou. V tabulce 9 je vidět počet přepravních jednotek pro jednotlivé komponenty v letech. Ve spodní části jsou tyto jednotky násobeny ložnou plochou. Skladové místo musí být uvažováno i pro prázdné obaly, jejichž počet se rovná součtu balení hotových výrobků a balení vstupního materiálu (desek). Ani v jednom z případů se nejedná o stohovatelné obaly.

Největšího nároku na skladovací plochy bude dosaženo v roce 2026, kdy bude potřeba 680,7m² (Tabulka 4.6-4). Při uložení na zemi bude ještě nutno započítat manipulační uličky.

4.7 Návrh zásobování

V předchozích částech byla definována potřebná pracoviště, stejně tak, jako skladovací plocha pro zásobování výrobní linky a uskladnění dokončené výroby. Z výpočtů vyplývá, že pro zásobování linky je určen sklad o výměře 116,4m².

Vzhledem k vnitřním pravidlům Valeo se v prostoru výroby (jehož součástí je i sklad) nesmí, kvůli bezpečnosti, pohybovat vysokozdvizné vozíky. Standardními zásobovacími prostředky jsou paletové vozíky (Obrázek 4.7-1) a AVG (automaticky řízená vozidla), která zavážejí výrobní pracoviště po předem určené trase se zastávkami na definovaných pracovištích. Obsluha AVG na stanovištích je prováděna manuálně. Pracovník za vozidlo připíná vozíky s materiálem, který je následně v místě určení opět z vlečky odebrán.

Přichází-li v úvahu dvě výše zmíněné varianty zásobovací techniky, je potřeba zhodnotit následující kritéria:

- **Kompaktnost skladu a pracovišť:** sklad se nachází v těsné blízkosti pracovišť
- **Počet stanovišť k zásobování:** dvě pracoviště (krimpování, fluxování)
- **Hmotnost přepravní jednotky s komponenty:** předpokládaná maximální hmotnost balení plochých desek (nejtěžší komponent) je 1200kg (pro 100ks včetně palety)
- **Dostupnost obsluhy:** na pracovištích není plánovaná žádná obsluha, materiál bude z palety odebírán do linky robotickou rukou.
- **Četnost zásobování pracovišť:** Při maximu výrobní kapacity (1110 ks/směna), bude potřeba zajistit pro plynulý chod výroby 11,1 palety s plochými deskami (100ks/paleta) a 7,4 palety s kanálkovými deskami.

S ohledem na nízkou četnost zásobování, chybějící obsluhu na pracovištích a kompaktnosti prostoru, vyplývá, že jako vhodnější řešení se jeví zásobování paletovým vozíkem. Teorii potvrzuje i srovnání nákladů obou variant, kdy pořizovací náklady na paletový vozík jsou asi 11 000Kč [34] zatímco AVG se pohybuje ve stotisícových částkách.



Obrázek 4.7-1: Paletový vozík [34]

Předpoklad, že linka je obslužitelná jedním paletovým vozíkem s operátorem, je potřeba potvrdit výpočtem. V tabulce 4.7-1 je uvažována doprava jednotlivých komponentů. Dráha k pracovištím je orientační a její přesná velikost může být stanovena až po detailním stanovení dopravních drah. Každá operace naskladnění a vyskladnění je uvažována na 2min. a rychlost chůze s vozíkem 4km/hod (66,7m/min). Operátor může manipulovat jen s jednou paletou v čase.

S výpočtů vyplývá, že linku je možné zavézt materiálem potřebným pro jednu směnu za celkový čas 97,95min, který zahrnuje jak odebrání ze skladu, vykládání na lince, pohyb k pracovišti a zpět.

součást	Potřeba [palet/směna]	Počet palet na 1 manipul.	Dráha k pracovišti [m]	Dráha celkem [m]	Počet nakládek a vykládek	Celkem doba nakládky a vykládky [min]	Doba jízdy (66,6m/min) [min]	Celková časová potřeba [min]
Plochá deska	11,1	1	30	666	22,2	44,4	10,00	54,40
Kanálková deska	7,4	1	20	296	14,8	29,6	4,44	34,04
Ostatní komponenty	2	1	25	100	4	8	1,50	9,50
							Celkem [min]	97,95

Tabulka 4.77-1: Zásobování paletovým vozíkem[vlastní]

4.8 Návrh koncepce prostorového rozložení výroby

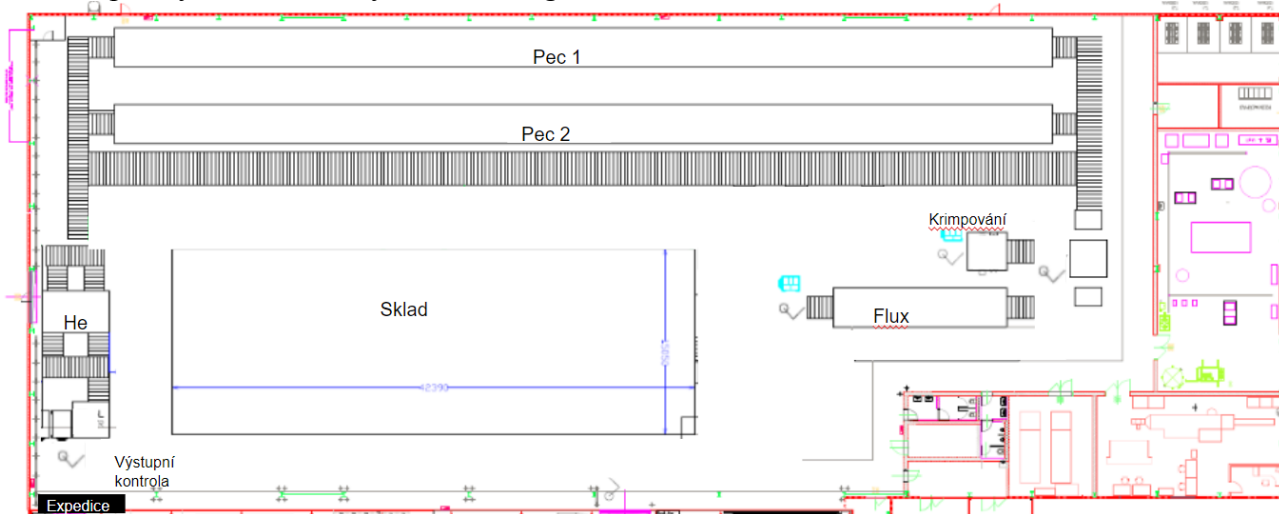
V analýzách výše byl identifikován výrobní proces a jednotlivé pracoviště. K naplnění zákaznických potřeb je potřeba vybudovat dvě pájecí pece. Ostatní pracoviště mohou být podle expertního odhadu vybudována po jednom kuse. Linka bude převážně automatická, automatizaci zajišťuje několik dopravníků, robotů a samoobslužných skladů. Současný koncept nezohledňuje žádné operátory.

Nová hala o rozměrech 100x40m bude postavena na zelené louce. Ve východní části se nachází kanceláře a zázemí pro zaměstnance. Zbývající prostor je určen výrobě. Příjem materiálu i expedici hotových výrobků se nachází v jiho-západním rohu.

Analýzou balení a denních potřeb byly zjištěny potřebné skladovací plochy. V případě jednodenní zásoby je požadavek na 680m². Podobné nároky na prostor má i pracoviště pasivace, jejíž plocha byla odhadnutá na 650m². Protože hala obsahuje prostor jen na jednu z možností, byly vytvořeny dva návrhy rozložení.

4.8.1 Návrh rozložení 1

Návrh na obr. 4.8-1 znázorňuje jednotlivá pracoviště, dopravníky i robotické nakladače. Prostor uprostřed haly je dedikován skladu, asi 114m² je určeno pro komponenty, 225m² pro balení hotových výrobků a 339m² pro prázdné obaly. Dopravník navazuje z pece přímo na heliovou kontrolu a dále na výstupní kontrolu. Chybějící pasivace musí být realizována u dodavatele.

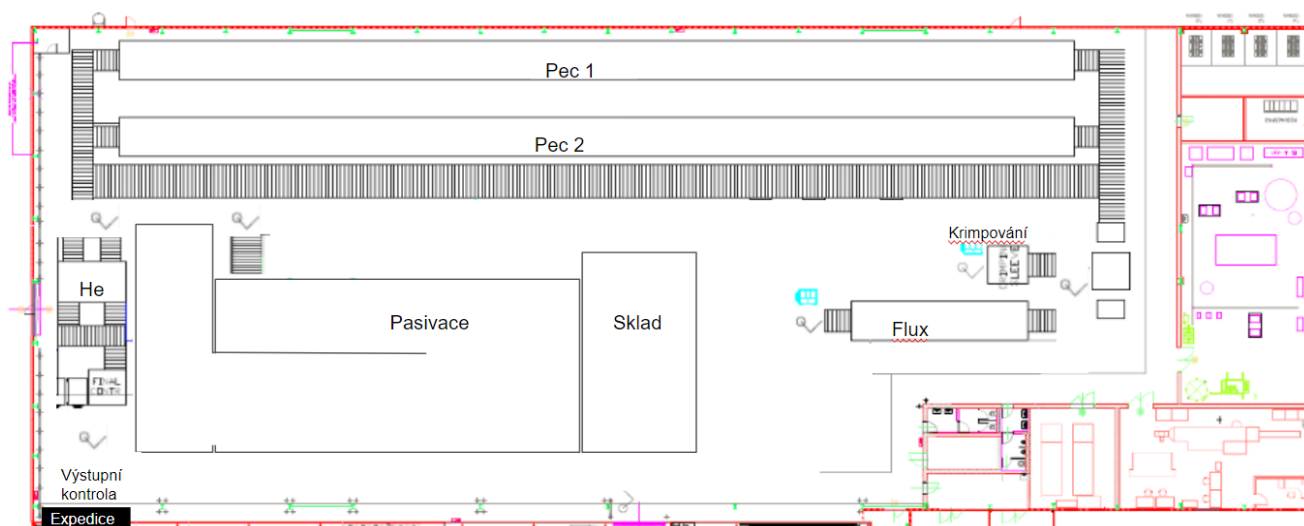


Obrázek 4.8-1: Návrh rozložení v hale 100x40m 1 [vlastní]

4.8.2 Návrh rozložení 2

Návrh na obrázku 4.8-2 je do velké míry shodný s prvním návrhem. Místo skladu byl prostor uprostřed využit na proces pasivace. Pracoviště je kvůli omezenému prostoru upraveno do spirálovitého tvaru. Vzhledem k výskytu chemikálií a nepříjemného oděru, musím být prostor izolován od okolního prostředí.

Část zrušeného skladu (hlavně komponenty) lze umístit v těsné blízkosti pasivace, většina materiálu by se ale nacházela v externím skladu.



Obrázek 4.8-2: Návrh rozložení 2 [vlastní]

4.8.3 Zhodnocení a výběr rozložení

Na základě daných vstupů byly navrženy dvě varianty prostorového rozložení výrobní linky (resp. výrobní haly). I když je na první pohled ze strategického pohledu výhodnější druhá koncepce, kde je celý proces pod kontrolou, a v režii společnosti. Na druhou stranu je osvojení nové technologie draze vykoupeno enormní investicí do nových zařízení (čistička, laboratoř, ionizační úprava vody, filtrace vzduchu,...), zhoršeným klimatem pro pracovníky i obyvatele blízkého okolí. Největším rizikem je ale jednání se státními úřady, které by museli takto ekologicky náročnou stavbu povolit. Takové řízení může trvat cca. 18 měsíců, což je vzhledem k plánovanému zahájení sériové výroby v roce 2019 nemyslitelné.

Pro realizaci byla z tohoto důvodu vybrána varianta číslo 1. Proces pasivace tedy bude realizován v první fázi projektu u dodavatele. V další fázi náběhu by stála za zvážení výstavba nové budovy nebo přístavku určené výhradně pasivaci.

5 Zhodnocení přínosů navrhovaného řešení

Studie měla za cíl určit inovativní produkt k posílení tržní pozice společnosti Valeo a navrhnout výrobní koncept, který by umožnil jeho realizaci.

V teoretické části byla popsána strategie a závažnost pojmů inovace a produktové portfolio, jejichž spravování je kritické pro dlouhodobý rozvoj. Došlo k analýze společnosti Valeo a zejména potom jejich technologií. Matice BCG identifikovala ideální tržní umístění nového produktu. Byly identifikovány hlavní směry budoucího růstu v automobilovém průmyslu a jejich kompatibilita s kompetencemi společnosti. Nejlépe hodnoceným se stalo chlazení baterií, které je technicky podobné se stávající produkcí, a zároveň umožňuje zachycení na vlně elektrických automobilů.

Jedním ze zájemců o tuto technologii je koncern VW, který přišel s vlastním konstrukčním řešením produktu. Z tohoto konceptu bylo vycházeno. Pro navržení procesu výroby bylo nutné pochopit, co je produktem, z jakých komponentů se skládá a jaké jsou kapacitní požadavky zákazníka. Na základě maximální roční spotřeby byl identifikován takt a směnnost linky. Také bylo rozhodnuto, že výroba musí být, kvůli velké hmotnosti a rozměrům produktu, automatická.

Jako klíčová pracoviště byly identifikována pájení v peci a pasivace. Byla stanovena pájecí křivka a maximální rychlost dopravníku v peci. Potřebný počet pecí byl stanoven na dvě. Stejně tak prošlo analýzou i pracoviště pasivace. Jeho návrh splňuje kapacitní požadavky, je ale prostorově náročné a má negativní vliv na životní prostředí a pracovní okolí. Jeho realizace by navíc znamenala nemalé investice a zpoždění projektu i z tohoto důvodu byla nakonec z navrhovaných variant vybráno prostorové rozložení s vnitřním jednodenním skladem. Pasivace bude prováděna u dodavatele.

5.1 Zhodnocení využitelnosti strojů

Pro zhodnocení celkového konceptu by přicházela v potaz nákladová kalkulace, ta však není předmětem této práce, jak z důvodu rozsahu, tak z důvodu ochrany dat společnosti Valeo. Jako měřítko tedy přichází v úvahu hodnocení na základě využitelnosti výrobních kapacit jednotlivých strojů.

V Tabulce 5.1-1 je vidět přehled jednotlivých výrobních zařízení, které je potřeba obstarat k realizaci projektu. Pro každou technologii je od potenciálních dodavatelů určen předpokládaný výstup za hodinu a celková roční kapacita stroje. Porovnáním s plánovanými ročními objemy bylo možné určit vytížení v prvních dvou letech plné výroby (první rok není uvažován z důvodu pomalé náběhové křivky), a také v roce s maximální produkcí. Některé stroje dosahují vytížení na 78%, zatímco jiné nevykazují v roce maxima ani 50%. nabízí se tak prostor pro optimalizaci.

Jako jedna z variant se nabízí eliminace některých strojů nebo degradace jejich výkonu. Vzhledem k tomu, že je každý stroj, až na pec a pájecí přípravky, zastoupen jen jednou, redukce nepřichází v úvahu. Snížení výkonu ve spolupráci s dodavatelem by přicházelo v potaz jen za současného snížení pořizovacích nebo provozních nákladů. Jako nejpříhodnější se jeví strategie sdílení strojů pro další projekty. Zde je kritériem jejich universálnost. Jak bylo uvedeno v kapitole 2, elektromobily se stávají trendem a je tedy možné předpokládat nominace i od dalších zákazníků.

Universálnější stroje jako automatický sklad pájecích přípravků, fluxovací stroj nebo heliové kompresory, by byly lehce využitelné i pro další typy podobných výrobků. To neplatí pro specifické stroje jako je pracoviště sestavování a klinčování.

Strojní vybavení	Množství	Výstup / hod	hodin / směna	Počet směn	Počet dní v roce	Efektivita	Kapacita stroje	Vytižení v 2. roce	Vytižení v 3. roce	Využití v max. roce %
Elektrická paletizace	1	150	8	3	250	70,0%	630 000	21%	35%	78%
Dopravníkový systém	1	200	8	3	250	70,0%	840 000	16%	26%	58%
Automatický sklad pájecích přípravků	1	200	8	3	250	90,0%	1 080 000	13%	20%	45%
Systém sledování	1	200	8	3	250	70,0%	840 000	16%	26%	58%
Fluxovací stroj	1	150	8	3	250	70,0%	630 000	21%	35%	78%
Krimpování	1	150	8	3	250	70,0%	630 000	21%	35%	78%
Sestavení a klinčování	1	140	8	3	250	70,0%	588 000	23%	37%	83%
Nakládky na pájecí přípravky	1	150	8	3	250	70,0%	630 000	21%	35%	78%
Pájecí přípravky	155	2	8	3	250	70,0%	1 302 000	10%	17%	38%
Pájecí pec	2	90	8	3	250	90,0%	972 000	14%	22%	50%
Odstranění pájecích přípravků	1	150	8	3	250	70,0%	630 000	21%	35%	78%
Kontrolní stanoviště	1	150	8	3	250	70,0%	630 000	21%	35%	78%
Heliový test úniků	1	150	8	3	250	70,0%	630 000	21%	35%	78%
Heliové kompresory	1	200	8	3	250	70,0%	840 000	16%	26%	58%
Výstupní test a balení (EOL)	1	150	8	3	250	70,0%	630 000	21%	35%	78%

Tabulka 5.1-1: Skladovací plocha [vlastní]

5.2 Zhodnocení naplnění požadavků

Ve třetí kapitole byly identifikovány potenciálně rizikové požadavky. Jedním z nich je rovinnost. Při zjišťování pájecího profilu, který by hodnotu této charakteristiky zajistil, byla provedena řada testů, z nichž vyšel cílový pájecí profil a byla navržena pájecí pec. To vše s přihlédnutím k omezenému výrobnímu prostoru.

Druhým faktorem je robustnost linky a její maximální kapacitní možnosti (563 500 ks/rok). Linka je navržena tak, aby byla schopná dostát odhadovaným potřebám zákazníka. Životnost je řešena smluvně přímo s dodavateli výrobních zařízení, zatímco opotřebovatelné části budou pořízeny do zásoby. Pravidelná údržba bude prováděna jak kvalifikovanými údržbáři, tak linkovými operátory.

Posledním identifikovaným faktorem je pasivace, která bude na základě podrobné analýzy přenechána dodavateli.

Vybraný návrh zabezpečuje všechny určené klíčové faktory.

5.3 Zhodnocení prostorového rozložení

Na základě teorie, popsané v kapitole 1.4, lze navrhované řešení zařadit do předmětného uspořádání. To přináší výhodu minimalizace přemísťování, protože produkt se pohybuje nepřetržitě pomocí automatického dopravníku a robotických podavačů. Automatizace linky také nabízí snadné operativní řízení s minimem operátorů. Průběžná doba se pohybuje u svého minima, díky omezeným prostojeům. Vzhledem k standardizaci je možné zaměstnávat i méně kvalifikované pracovníky. Nevýhodou návrhu je menší pružnost a vysoká citlivost na poruchy.

Jelí hodnoceno prostorové uspořádání, linka je kombinací rozložení I a U. Jejím hlavním pracovištěm, které tvoří i velkou většinu linky, je průběžná pec, jež připomíná dlouhou přímku a tedy písmeno I. Tu je z technických důvodů nemožné (nebo velmi obtížné) vést do ohybu. Díky své délce utváří v hale jakousi neprostupnou bariéru. Nevýhodu však částečně eliminuje umístění na konci prostoru. Definici U naplňují pracoviště před a za pecí. Obě ramena jsou ale vzdálena do takové míry, že zanikají některé z výhod tohoto uspořádání. Operátoři budou sice umístěni převážně uvnitř záhybu, obsluha obou konců zároveň je ale téměř vyloučena.

5.4 Zhodnocení uplatnění principů štíhlé výroby

Požadavek na řízení dle principů štíhlé výroby vychází z požadavku na efektivitu a je jedním ze strategií společnosti Valeo. Její specifika byla popsána v kapitole 1.4.,

Zhodnocení zásad na navrženou linku inovativního produktu:

- **Eliminace odpadů:** Všechny uvažované obaly pro komponenty i finální produkci jsou vratné. Odpadní teplo z pece je využíváno k ohřevu vody v rámci dalších technologií v areálu výroby. Nekonformní díly jsou jako hliníkový materiál prodávány k dalšímu zpracování.
- **Minimalizace skladů:** Linka je průběžná a proto nejsou plánovány žádné mezisklady nedokončené výroby. Sklad komponentů se rovná jednodenní zásobě. Hotové výrobky jsou expedovány několikrát denně.
- **Maximalizace toku:** Tok linky je plynulý. Místem, kde je tok přerušen, je sklad komponentů, který slouží jako rezerva při případných zpoždění materiálu a zároveň snižuje náklady za dopravu.
- **Plánování výroby na základě požadavků zákazníka:** Plánování výroby je řízeno přímým elektronickým spojením se zákazníkem. Vyrábí se jen na základě odvolávek.
- **Naplňování požadavků zákazníka:** Linka je dimenzována na plnění zákaznických potřeb.
- **Plnění úkonů napoprvé:** Automatizace linky omezuje počet neshodných výrobků.
- **Posílení pravomoci pracovníků:** pracovníci jsou školeni k samostatnosti a zároveň provádí i základní údržbu linky. Každý pracovník má právo v případě nouze zastavit linku.
- **Partnerství s dodavateli:** Plánování dodávek je řízeno přímým elektronickým spojením s dodavateli. Dodavatelé jsou pečlivě vybíráni, certifikováni a je s nimi řízena dlouhodobá spolupráce.
- **Vytvoření kultury neustálého zlepšování (Kaizen):** Systém Kaizen je ve společnosti Valeo zaveden.

Na základě hodnocení jednotlivých faktorů nový koncept, až na několik bodů, naplňuje principy štíhlé výroby. Její plné uplatnění bude však možné prokázat až po zaškolení pracovníků a spuštění

Závěr

Vlivem tržního a technologického vývoje je na společnosti v automobilovém průmyslu kladen tlak na inovování vlastních produktů a procesů. Právě inovací vlastního portfolia se zabývá i společnost Valeo. Tato práce měla za cíl navrhnout produkt, který by tyto potřeby splňoval, a také výrobní linku, na které bude možné záměr zrealizovat. Kvalita navrhovaného řešení ale vždy závisí na kvalitě vstupů, které jsou s ohledem na nejistou budoucnost pouze více či méně kvalifikovaným odhadem. Výše poptávky se může změnit stejně snadno, jako směr vývoje a tržního zájmu. To, že se v současné době většina automobilek zajímá o technologii elektromobilů, neznamena, že příští rok nemusí být ve středu hledáčku například vodíkový pohon. Pokud společnost chce v konkurenčním boji uspět, je potřeba stále sledovat měnící se tendence a vývoj.

Návrh který je v práci představen je spíše odrazovým můstkem pro další analýzu a dopracování. V současné podobě jsou představeny hlavní pracoviště, schází ale stanice pro opravy, manipulační uličky, zásobník na komponenty u linky, výstup pro neshodné díly a další. Tyto součásti mohou být dopracovány v pozdějších fázích projektu.

Je-li koncept vnímán jako podklad pro manažerské rozhodnutí o investici do projektu, je třeba zvážit hlavně finanční stránku věci, která se zde z důvodu uchování citlivých informací neobjevuje. Dalšími faktory, které koncept v této fázi neuvažuje, jsou přímá a nepřímá pracovní síla nutná pro chod výroby. Stejně tak nejsou zahrnuty ani podpůrné systémy, které by popřípadě bylo potřeba zkonstruovat vně areálu, jako výrobní dusíku, čistička odpadních vod nebo nové logistické rampy. Důležitým faktorem pro plánování projektu by byl i jeho časový plán, obzvláště je-li uvažováno zahájení produkce koncem roku 2019.

I přes relativně úzké zaměření práce, lze, na základě zhodnocení v poslední kapitole, říci, že navržená linka má potenciál naplnit jak potřeby zákazníka, tak standardy a očekávání společnosti Valeo.

Seznam použité literatury

- [1] Drucker, P. F. *Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles*.
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1496169. 1985.
- [2] EncyclopediaBritannica. Advantages and disadvantages of automation. [online]
<https://www.britannica.com/technology/automation/Advantages-and-disadvantages-ofautomation>.
2017.
- [3] Encyclopedia Britannica. Automation. [online]
<https://www.britannica.com/technology/automation>. 2017
- [4] KALB, I. Innovation Isn't Just About Brainstorming New Ideas, Ira Kalb, [online]
<http://www.businessinsider.com/innovate-or-die-a-mantra-for-every-business-2013-7Jul>. 8, 2013
- [5] European Commission. Oslo Manual. [online]
<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5889925/OSLO-EN.PDF/60a5a2f5-577a-4091-9e09-9fa9e741dcf1?version=1.0>. 2007.
- [6] FREEDMAN, L. *Strategy*. Oxford University Press, 2013. ISBN978-0-19-932515-3.
- [7] FRIPP, G. BCG Matrix: Where to Draw the Line? [online] .<http://www.business-portfolio-analysis.com/bcg-matrix-theory/bcg-matrix-overview/>. 2017.
- [8] HEDLEY, B. *A Fundamental Approach to Strategy Development, Long Range Planning*, 1976
- [9] HOPP, W., SPEARMAN, M., *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management (3rd ed.)*, ISBN 978-0-07-282403-2. 2018.
- [10] HOUSHELL, D. A. *From the American System to Mass Production, 1800-1932: The Development of Manufacturing Technology in the United States*, Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press, 1984. ISBN 978-0-8018-2975-8 .
- [11] HUMPHREY, A. *SWOT Analysis for Management Consulting*. SRI Alumni Newsletter. SRI International. 2005.
- [12] Interní prezentační materiály společnosti Valeo Žebrák.
- [13] KALBACH, J. Clarifying Innovation: Four Zones of Innovation. [online]
<https://experiencinginformation.com/2012/06/03/clarifying-innovation-four-zones-of-innovation/>.
Experiencing Information, 2012.
- [14] KLEINOVÁ, Jana. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. 88 s. ISBN 80-7043-364-7.
- [15] LOPEZ, J. Types of innovation. <http://techblog.constantcontact.com/software-development/types-of-innovation/>. [online] Constant Contact, 2015.
- [16] MERRIAM , WEBSTER. Definition of AUTOMATION. [online] <https://www.merriam-webster.com/dictionary/automation>. 2017.
- [17] MERRIAM , WEBSTER. Definition of INNOVATION. [online] from <https://www.merriam->

- [18] MERRIAM , WEBSTER. Definition of TECHNOLOGY. [online] <https://www.merriam-webster.com/dictionary/technology> 2017.
- [19] NĚMEJC, J. , CIBULKA, V. Základní terminologie z oblasti projektování výrobních procesů a systémů. Plzeň : ZČU 2001. ISBN 80-7082-760-2.
- [20] PITRA, Z. Management inovačních aktivit: Zbyněk Pitra. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2006. ISBN 80-86946-10-X.
- [21] PORTER, M. E. The Competitive Advantage of Nations. [online] <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations>. 1990.
- [22] SHINGO, S.; DILLON, A. A study of the Toyota production system from an industrial engineering view point. Portland, OR: Productivity Press,1989. ISBN 0-915299-17-8.
- [23] Standard AACE International Recommended Practice No. 10S-90. Cost Engineering Terminology TCM Framework: General Reference, Association for the Advancement of Cost Engineering International. 2010.
- [24] STEWARD, T. A. LessonsfromToyota's Long Drive [online] hbr.org/2007/07/lessons-from-toyotas-long-drive, Harvard Business Review, 2007
- [25] SVOBODOVÁ, H., VEBER, J. Produktový a provozní management. 2. vyd. Praha: Oeconomica, 2008, 153 s. ISBN 978-80-245-1083-5.
- [26] TUSHMAN, M. L., ANDERSON, P. Technological Discontinuities and Organizational Environments. [online] http://www-management.wharton.upenn.edu/pennings/documents/Tusman_and_Anderson_ASQ86.pdf. Administrative Science Quarterly, Vol. 31, 1986, strana 439-465.
- [27] ZEMČÍK, O. Technologická příprava výroby. Akademické nakladatelství CERM, 2002. 160 s. ISBN 80-214-2219-X
- [28] VOJTĚCH, D. Kovové materiály. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze : Praha, 2006. 185 s. ISBN 80-7080-600-1.
- [29] Číselné označování hliníku a jeho slitin dle ČSN EN 573-1:2005 (42 1401), [online] http://www.bolzano.cz/assets/files/Hlinikove_slitiny.pdf
- [30] Laraia, A.C. a kol. The Kaizen Blitz: accelerating break throughs in productivity and performance. New York: John Wiley and Sons. 1999 ISBN978-0-471-24648-0.
- [31] SOUKUPOVÁ V., STRACHOVÁ D., Podniková ekonomika , Verze 2.0, Vysoká škola chemicko technologická v Praze, Praha 2006
- [32] VYŠŇANSKÝ M., Analýza produktivity linek, 2011, IPA Slovakia, [online] <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/Analyza-produktivity-linek.htm>
- [33] HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: technologické projekty I. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 197 s. ISBN 80-214-2871-6.

[34] Simple Lift, Paletový vozík BT LHM230 BP/P, [online] https://simplelift.cz/shop/paletove-voziky/paletovy_vozik_bt_lhm230-tandem/?gclid=Cj0KCQjw5-TXBRCHARIsANLixNw32MGEIeUOSB-emQ8Sk8r1-Yx0XeHPIU2c7X2_KdW56RvgDIY-mjMaAvcaEALw_wcB, 14.5.2018

[35] GEJZA Horváth, Logistika výrobních procesů a systémů, Západočeská univerzita, fakulta strojní, ISBN 80-7082-625-8, skripta, Plzeň 2000

[36] All About Lean, Line Layout Strategies – Part 2: I-, U-, S-, and L-Lines, [online] <https://www.allaboutlean.com/line-layout-i-s-u-l-lines/>. 15.11.2016

