

Projekt optimalizace layoutu výrobní haly ve společnosti Continental Barum spol.s r.o.

Bc. Jana Pospíšilová

Diplomová práce
2018/2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jana Pospíšilová**
Osobní číslo: **M160197**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Projekt optimalizace layoutu výrobní haly ve společnosti Continental Barum spol. s r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Vypracujte přehled teoretických východisek zabývajících se problematikou zvoleného tématu diplomové práce.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav layoutu výrobní haly ve společnosti Continental Barum spol. s r.o.
- Na základě výsledků analýzy vypracujte návrh nového layoutu.
- Zhodnoťte navrhované řešení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- BANGSOW, Steffen. Manufacturing simulation with Plant Simulation and SimTalk: usage and programming with examples and solutions. Berlin: Springer, c2010, 297 s. ISBN 978-3-642-05073-2.
- DELGADO SOBRINO, Daynier Rolando. Material flow and layout: an integrative analysis. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2016. Vědecké monografie. ISBN 978-80-7380-600-2.
- GROS, Ivan et al. Velká kniha logistiky. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016, 512 s. ISBN 978-80-7080-952-5.
- HIREGOUDAR, Chandrashekar a B. Raghavendra REDDY. Facility Planning & Layout Design: An Industrial Perspective. First Edition. Pune: Technical Publications Pune, 2007, 354 s. ISBN 81-8431-291-1.
- CHROMJAKOVÁ, Felicity a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. 1. vyd. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Petr Briš, CSc.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: 14. prosince 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 16. dubna 2019

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Felicity Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA
DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

12. 4. 2019

Jméno a příjmení:

Bc. JANA TOPIŇKOVÁ

podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá layoutem výrobní haly společnosti Continental Barum s r.o. s divizí Výroba forem Continental – VFC. Zvýšením výrobního množství a pro zvýšení složitosti dílů byla za pomoci moderních nástrojů a metod průmyslového inženýrství navrhnutá reorganizaci stávajících i nových prostor tak, aby došlo k efektivitě výroby.

Klíčová slova:

Vstupní data: průmyslové inženýrství, layout, 3D scan, simulace, Sankeyův diagram

ABSTRACT

This thesis deals with the layout of the production hall of Mold Production Division (VFC) within Continental Barum s. r. o. By increasing the production volume and increasing the complexity of the parts, using modern tools and methods of industrial engineering, it has been proposed to reorganize existing and new premises to increase production efficiency.

Keywords: Input data: industrial engineering, layout, 3D scan, simulation, Sankey diagram

Na tomto místě bych ráda poděkovala
doc. Ing. Petrovi Brišovi, CSc., vedoucímu mé diplomové práce,
za cenné rady, odborné vedení a jeho čas,
potom dále všem zaměstnancům společnosti,
ve které jsem měla možnost zpracovat tuto práci,
za jejich ochotu, trpělivost a přátelský přístup
a
především mé rodině a přátelům,
za podporu po celou dobu mého studia.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	14
1.1 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	14
1.2 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	16
2 LAYOUT	18
2.1 TECHNOLOGICKÉ (SKUPINOVÉ) USPOŘÁDÁNÍ	18
2.2 PŘEDMĚTNÉ USPOŘÁDÁNÍ	18
2.3 BUŇKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	18
3 METODY PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ	20
3.1 METODY PI BEZ VYUŽITÍ SOFTWARE.....	20
3.1.1 Analytické metody	20
3.1.1.1 Šachovnicová tabulka	20
3.1.1.2 Trojúhelníková metoda	20
3.1.1.3 Metoda souřadnic.....	20
3.2 METODY PI S VYUŽITÍM SOFTWARE	20
3.2.1 Sankeyův diagram	20
3.2.2 Simulace	22
3.2.3 Layout Optimization	22
4 3D DIGITALIZACE	25
4.1 LASEROVÉ SKENOVÁNÍ.....	25
4.2 OPTICKÉ SKENOVÁNÍ.....	26
4.3 RENTGENOVÉ SKENOVÁNÍ.....	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	28
5 DIVIZE VÝROBY FOREM CONTINENTAL - VFC	29
6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	30
6.1 ČLENĚNÍ VÝROBNÍ HALY	30
6.2 TECHNIKA A TECHNOLOGIE	30
6.3 KONSTRUKCE FOREM A VÝROBA	31
6.3.1 Dezénové segmenty	31
6.3.2 Bočnice.....	31
6.3.3 Patkové kroužky.....	32
6.4 ORGANIZACE VÝROBY.....	33
7 NOVÉ STROJE DO VÝROBY	34
7.1 1 KS - 5-OSÉ CNC CENTRUM - DMU 85 MB FD	34
7.1.1 Současný stav	34

7.1.2	Výrobní aspekty	36
7.1.3	Náklady spojené s nákupem 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD	36
7.1.4	Proces nákupu 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD	37
7.1.5	Schválení a zhodnocení nákupu 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD	37
7.2	1 KS - 5-OSÉ CNC CENTRUM CTX GAMA 1250 TC	38
7.2.1	Současný stav	38
7.2.2	Výrobní aspekty	39
7.2.3	Náklady spojené s nákupem 5-osého CTX Gamma 1250 TC	40
	<i>Tab. 6 Náklady spojené s nákupem 5-osého CTX Gamma 1250 TC</i>	40
7.2.4	Proces nákupu 5-osého CNC centra CTX Gamma 1250 TC	41
	<i>Tab. 7 Proces nákupu 5-osého CNC centra CTX Gamma 1250 TC</i>	41
7.2.5	Schválení a zhodnocení nákupu 5-osého CNC centra CTX Gamma 1250 TC.....	41
7.3	3 KS - 5-OSÉ CNC CENTRUM DMC 60 H LINEAR.....	42
7.3.1	Současný stav	42
7.3.2	Výrobní aspekty	42
7.3.3	Náklady spojené s nákupem 5-osého CNC centra DMC 60 H linear	43
	<i>Tab. 8 Náklady spojené s nákupem 5-osého CNC centra DMC 60 H linear</i>	43
7.3.4	Proces nákupu 5-osého CNC centra DMC 60 H linear.....	44
	<i>Tab. 9 Proces nákupu 5-osého CNC centra DMC 60 H linear</i>	44
7.3.5	Schválení a zhodnocení nákupu 5-osého CNC centra DMC 60 H linear.....	44
8	DIGITALIZACE VÝROBNÍCH PROSTOR A ZAŘÍZENÍ POMOCÍ TECHNOLOGIE 3D SKENOVÁNÍ	46
8.1	POPIS TECHNOLOGIE 3D SKENOVÁNÍ.....	46
8.2	3D SKEN HALY A VÝROBNÍCH ZAŘÍZENÍ POMOCÍ TECHNOLOGIE TRIMBLE WAVEPULSE™	48
8.2.1	Nastavení skeneru	49
8.2.2	Finální úprava skenů programem Smap3D ScanToCAD	49
8.3	3D SKEN NOVÉ PŘÍSTAVBY VÝROBNÍ HALY ANNEX.....	51
9	NÁVRH OPTIMÁLNÍHO LAYOUTU PRO DIVIZI VFC S VYUŽITÍM PROGRAMU PLANT SIMULATION	53
9.1	KUSOVNÍK.....	53
9.2	TECHNOLOGICKÉ POSTUPY	53
9.3	SEZNAM PRACOVIŠŤ	54
9.4	LAYOUT HALY.....	54
10	ŘEŠENÍ OPTIMALIZACE LAYOUTU	55
10.1	KONCEPT 1 - TOK MATERIÁLU S PŮVODNÍMI PRACOVIŠTI VE STÁVAJÍCÍ HALE	55
10.1.1	Sankeyův diagram pro původní stav	55
10.2	KONCEPT 2 – TOK MATERIÁLU S NOVÝMI POZICEMI V HALE ANNEX.....	56
10.2.1	Sankeyův diagram po přesunutí určených pracovišť do přístavby haly Annex	56
10.2.2	Sankeyův diagram pro původní pracoviště s novými pozicemi.....	56
10.2.3	Sankeyův diagram po optimalizaci rozmístění pozic pracovišť	57

10.3	KONCEPT 3 – TOK MATERIÁLU S NOVÝMI PRACOVIŠTI.....	57
10.3.1	Layout s novými pracovišti.....	57
10.3.2	Sankeyův diagram po přidání nových pracovišť.....	58
10.4	KONCEPT 4 – VŠECHNA PRACOVIŠTĚ JSOU POHYBLIVÁ.....	58
10.4.1	Rozložení pracovišť.....	58
10.4.2	Sankeyův diagram toku materiálu.....	59
11	ŘEŠENÍ OPTIMALIZACE LAYOUTU	60
11.1	KONCEPT 1.....	60
11.2	KONCEPT 2.....	60
11.3	KONCEPT 3.....	61
11.4	KONCEPT 4.....	61
12	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ	62
	Pořizovací náklady.....	62
	Přínosy.....	62
	ZÁVĚR	64
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	66
	SEZNAM OBRÁZKŮ	68
	SEZNAM TABULEK.....	70

ÚVOD

Konkurenceschopnost výrobního podniku je tím vyšší, čím více vyrábí produkty podle požadavků zákazníka v dané kvalitě, čase a za cenu, kterou je ochoten zaplatit. Aby podnik tyto požadavky dokázal splnit, musí mít zcela funkční výrobní systém s odpovídajícím vybavením.

Společnost Continental Barum spol. s r.o. se touto problematikou aktivně zabývá a hledá nejlepší varianty uspořádání svých výrobních systémů a nastavení hmotných toků ve výrobě. Optimální prostorové uspořádání přináší především ekonomické efekty, správné využití výrobních prostor, zpřehlednění výroby, snížení objemu manipulace apod.

V teoretické části byly na základě literární rešerše popsány rozdíly mezi klasickým a moderním průmyslovým inženýrstvím. V další kapitole byly uvedeny metody prostorového uspořádání pracovišť s využitím softwarové podpory v průmyslovém inženýrství.

Optimální zajištění výrobního procesu podniku se odvíjí od efektivního výrobního layoutu, který tato práce dále řeší. S využitím moderního bezdotykového oboru 3D laserové skenování byly naskenované data výrobního prostoru zpracovány prostřednictvím výkonné počítačové podpory systémů UNIGRAPHICS, DESIGNCAD. Pomocí programu Plant Simulation byl namodelován tok materiálu. Nástrojem Layout Optimization došlo k určení procentuálního snížení transportních vzdáleností při záměnách umístění strojů. Hledaly se minimální náklady na přepravu. Došlo ke zvolení efektivního uspořádání pracovišť, k návrhu zakoupení nových výrobních strojů a v závěru práce bylo provedeno finanční zhodnocení.

S možnostmi využití technické praxe průmyslového inženýrství bude společnost připravena zvládat rozdílné digitální vstupy, zároveň bude schopna pružně reagovat na změny a požadavky. Díky tomu může stát v čele Průmyslu 4.0.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Společnost Continental Barum spol. s r.o. s divizí Výroba forem Otrokovice - VFC, která náleží do korporátní organizační jednotky Continental Moulds and Machinery se rozhodla zvýšit výrobu hliníkových forem o 100 ks/rok. V divizi „Výroba forem Continental“ (VFC), kde jsem byla členkou týmu, byla provedena přístavba nové haly Annex, kde bude přesunuta část výroby. Skrz zvýšení výrobního množství a pro zvýšení složitosti dílů je cílem této diplomové práce zpracovat návrh k zakoupení nových výrobních strojů a především navrhnout reorganizaci výrobních zařízení ve stávajících i nových prostorech tak, aby došlo k zefektivnění výroby.

Zpracování projektu je rozděleno na dvě etapy, a to:

Etapa I.

- Analýza současného stavu
 - Členění výrobní haly
 - Technika a technologie
 - Konstrukce forem a výroba
 - Organizace výroby
- Navržení nových strojů do výroby z důvodu požadovaného zvýšení výrobního množství i výrobní složitosti dílů.

Etapa II.

- Digitalizace výrobních prostor a zařízení pomocí technologie 3D skenování
 - 3D sken haly a výrobních zařízení
 - 3D sken nové přístavby výrobní haly Annex
 - Sken hal ve formě mračen bodů
- Simulační model
 - Sankeyův diagram
 - Vstupní data: kusovník formy, technologické postupy jednotlivých dílů formy, seznam pracovišť a jejich označení
- Návrh optimálního layoutu výrobních prostor
 - layout haly v současném stavu
 - layout haly po realizaci přístavby výrobní haly Annex
- Vyhodnocení

- Finanční zhodnocení
- Závěr

Indikátory o výrobním množství a nákladech zde nebudou interpretovány v reálných hodnotách.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je obor, který se zabývá zvyšováním výkonnosti podnikových procesů. Cílem průmyslového inženýrství je najít cesty, jak eliminovat plýtvání a nastavit vazby mezi výrobními a administrativními procesy co nejlépe.

Průmysloví inženýři projektují, implementují, plánují a řídí komplexní výrobní systémy, ale i systémy poskytující služby. Zabezpečují jejich spolehlivost, výkonnost, řízení nákladů apod. Tyto systémy integrují lidi, informace, technologická zařízení a procesy, materiály a energie v celém životním cyklu daného výrobku nebo služby. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 120-128)

Rostoucí komplexnost řešení, vysoké investice a časový tlak způsobují, že už nepostačují tradiční nástroje zaměřující se na statickou složku projektování, propočty kapacit a seriálové toky. Stále vzrůstá význam pružnosti i dynamiky výrobního systému a analytické činnosti.

1.1 Klasické průmyslové inženýrství

Dle Chromjakové (2013, s. 4) je možné o průmyslovém inženýrství mluvit od doby Fredericka Winslow Taylora, který žil v letech 1858 – 1915, jež je právě mnohými považován za otce průmyslového inženýrství. Vyjimečnost Taylora byla tou dobou v tom, že k růstu výkonnosti podniku využíval vědeckého přístupu. Základem jeho teorie bylo primárně cílit na produktivitu jak člověka, tak i stroje, a teprve potom zvyšovat kvantitu a kvalitu.

Jeho zlepšení produktivity masové výroby zahrnuje:

- Standardizaci práce – tzn. identifikace nejlepší a nejsnadnější cesty, jak vykonávat práci.
- Redukci času cyklu – tzn. čas, který je potřeba k vykonání procesu.
- Časové a pohybové studie – tzn. nástroj k podpoře standardizace práce.
- Měření a analýzy ke kontinuálnímu zlepšování procesů. (Dennis, 2013, s. 2)

Od roku 1910 se do dějin průmyslového inženýrství zapsal Henry Ford a jeho do té doby neznámý systém obsáhlé výrobní strategie (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 31). Henry
UTB ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky 24

Ford začínal sledovat to, jakou dobu zůstávaly jeho výrobky v procesu a s tím související náklady. Výsledkem bylo zrození metody plynulé výroby, díky které se zkrátil produkční cyklus, zvýšil se objem výstupu a ceny zůstaly nízké. Tento model se později stal základem pro JIT a kaizen systém zlepšovacích návrhů Toyota (Miller, Wroblewski a Villafuerte, 2014, s. 43).

Dle popisu Chromjakové a Rajnohy (2011, s. 31) i Československo mělo svého H. Forda, kterým byl Tomáš Baťa. (Obr. 1) Švec, který v sobě našel podnikatelského ducha a vlastními silami vybudoval kromě mimořádně úspěšné továrny na výrobu bot také systém podnikání, založený na poctivém podnikání, etickém přístupu k pracovníkům a využívání kreativního potenciálu každého z pracovníků. Jeho manažerské systémy měly v jeho době revoluční úspěch a jejich unikátnost dokládá to, že k jejich implementaci dochází i v dnešní době. A to nejen ve střední Evropě, ale i v USA nebo například Japonsku.



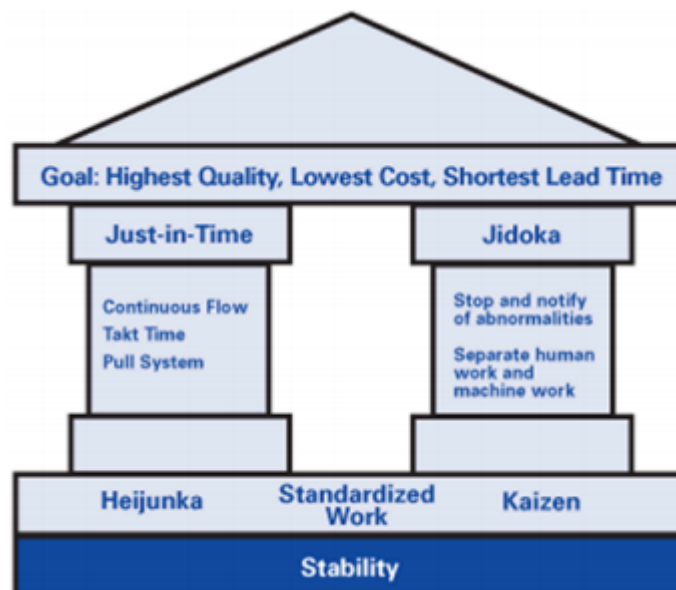
Obr. 1. Tomáš Baťa (MuniMedia, ©2016)

Dalšími významnými osobami, které se zapsaly do dějin průmyslového inženýrství, jsou:

- Ralph M. Barnes – první průmyslový inženýr oceněný titulem PhD. V USA.
Laurence Henry Gantt – autor Ganttova diagramu, který se dodnes používá jako nástroj projektového řízení.
- Manželé Gilbrethovi – průmysloví inženýři, kteří se výrazně zasloužili o zjednodušení práce díky jejich mikropohybovým studiím, na základě kterých rozčlenili práci do jednotlivých, opakujících se pracovních elementů, tzv. therbligů. Ty se staly následně základem systémů s předem určenými časy.
- Eliyahu M. Goldratt – autor teorie omezení (TOC), která je dodnes používaná řadou výrobních podniků. (Mašín, 2005, s. 28)

1.2 Moderní průmyslové inženýrství

Dle Dennise (2013, s. 6 – 7) je datem vzniku moderního průmyslového inženýrství rok 1950. Eiji Toyoda, člen rodiny Toyodů a výrobní ředitel Taiichi Ohno založili japonskou automobilku Toyota Motor Company. Když po návštěvě výrobního závodu Ford usoudili, že masová výroba v Japonsku fungovat nebude, byli nuceni najít jiný způsob, který dostane firmu Toyota ze současné krize. Řešením se stala štíhlá výroba, ve světě známá pod názvem Toyota Production System. Ta se skládá z kontinuálního zlepšování procesů všemi zaměstnanci a z metod napomáhajících k eliminaci plýtvání. (Obr. 2)



Obr. 2. Toyota Production System House (Liker, 2007)

Podstatou systému výroby Toyoty jsou dva pilíře:

- Just-in-Time (JIT) - nejvíce doceněný a opěvovaný prvek
- Jidoka - systém orientovaný na kvalitu, který je mnohými označován za automatizaci s lidskými rysy. Spojovacím článkem všech metod TPS jsou pak lidé, kteří jsou v Toyotě na prvním místě.

Tyto dva pilíře stojí na základních kamenech vytvářejících stabilitu systému, a to:

- úrovně plánování výroby,
- standardizace práce a systém zlepšování Kaizen (Liker, 2007, s. 60).

Mašín a Vytlačil (2000, s. 84) vnímají moderního průmyslového inženýra roku 2000 jako člověka, který se orientuje na vysoký zisk, vysokou produktivitu i kvalitu, a stará se o kontinuální zlepšování procesů a neustálou eliminaci plýtvání po celou dobu životnosti výrobku nebo služeb.

Chromjaková (2013, s. 5) doplňuje moderní pojetí profese průmyslového inženýra o schopnosti využívat počítačově zpracovatelné technologie plánování a rozvrhování výrobních procesů a simulování 3D modelů.

2 LAYOUT

Formy rozmístění pracovišť ovlivňují druhy a úroveň specializace výrobního procesu, materiálový tok a průběh výrobního procesu v čase.

2.1 Technologické (skupinové) uspořádání

Při technologickém uspořádání bývají pracoviště shromážděna podle jednotlivých druhů. V tomto komplikovaném toku výrobků mezi pracovišti, kdy se jednotlivé výrobky mohou střetávat a vytvářet v průběhu zpracování před některými pracovišti fronty. Tento způsob uspořádání může být výhodný u drahých zařízení a při velkém spektru součástek. Mezi nevýhody patří:

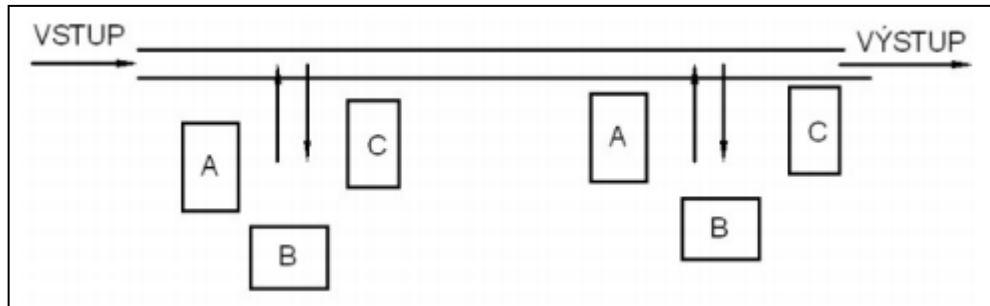
- Složité plánování a řízení výroby a vyvažování kapacit
- Náročná příprava a manipulace
- Hromadění zásob
- Dlouhé průběžné časy výroby
- Těžko identifikovatelné příčiny chyb
- Nerovnoměrný materiálový tok a využití obsluhy

2.2 Předmětné uspořádání

U předmětného uspořádání jsou pracoviště rozmístěna v souladu s technologickým postupem tak, aby mezioperační přeprava výrobků byla minimální a plynulá. Při této formě organizačního uspořádání vzniká problém, jak využít výrobní základnu a její kapacitu, jestliže se změní výrobní program.

2.3 Buňkové uspořádání

Buňku často tvoří vysoce produktivní stroj s mechanizovaným nebo automatizovaným okolím. Příkladem může být plně automatizované nebo robotizované pracoviště. Obr. 3)



Obr. 3 Buňkové nebo hnízdomé uspořádání pracovišť

Výhody:

- vysoká produktivita práce,
- minimalizovaná manipulace s materiálem,
- přesné dodržování technologické kázně
- zvýšení kvality výroby

Nevýhody:

- prakticky stejné jako u modulárního uspořádání.

3 METODY PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ

Uplatnění metod průmyslového inženýrství v praxi:

- Metody PI bez využití software
- Metody PI s využitím software

3.1 Metody PI bez využití softwaru

3.1.1 Analytické metody

3.1.1.1 Šachovnicová tabulka

znázorňuje materiálové přesuny realizované za určité časové období. Kromě analýzy materiálového toku se může použít i pro stanovení vhodnějšího prostorového rozmístění z hlediska významu a četnosti vzájemné spolupráce mezi sledovanými jednotkami.

3.1.1.2 Trojúhelníková metoda

používá se k rozmístění pracovišť, u nichž se nemusí brát v úvahu stálé umístění pracoviště, navržení stálých manipulačních přepravních prostředků. Cílem je sestavení šachovnicové tabulky.

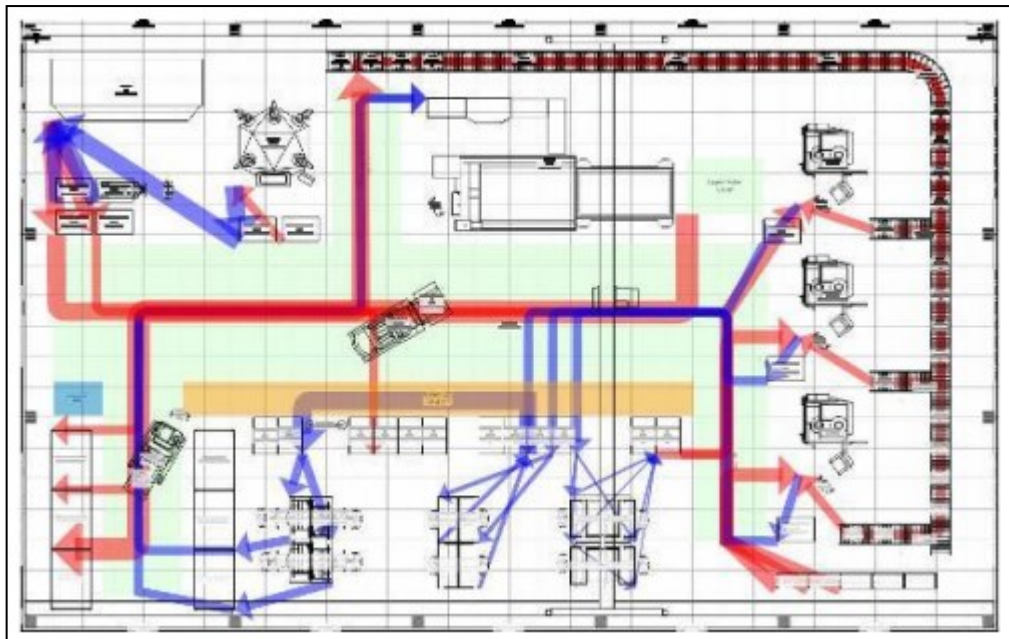
3.1.1.3 Metoda souřadnic

spotřebitelské nebo dodavatelské objekty se umístí do souřadnicové sítě a centrálně dodávající nebo naopak spotřebitelské pracoviště se přiřadí po nalezení souřadnic. Ty jsou vážený průměrem souřadnic výchozích objektů.

3.2 Metody PI s využitím softwaru

3.2.1 Sankeyův diagram

Sankeyův diagram je většinou aplikován pro zobrazení a názornosti probíhajících výrobních procesů. Slouží pro následnou optimalizaci a zlepšení využitelnosti výrobních strojů, manipulační techniky a hlavně pro úsporu materiálových toků mezi objekty. Metodu lze použít v automatizovaných výrobních procesech, ve výrobních podnicích nebo skladech. (Obr. 4)



Obr. 4 Sankeyův diagram

Čáry vyjadřují:

- Tloušťka čáry - objem materiálu za určitou časovou jednotku
- Délka čáry – znázorňuje vzdálenost přepravy
- Šipky – směr
- Barevné odlišení – druh přepravovaného materiálu
- Frekvence – se zapisuje nad orientovanou úsečkou

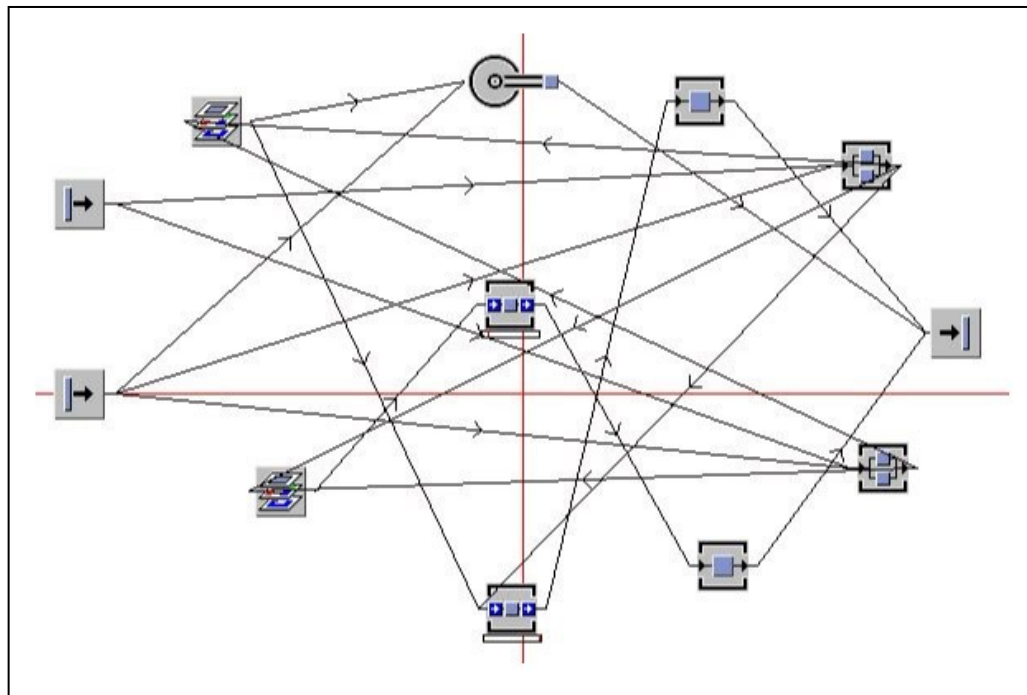
Výhody použití Sankeyův diagramu (CIE, © 2016):

- Snížení mezioperačních časů
- Celková racionalizace výroby
- Přehledné zobrazení stavu před a po změně
- Snížení nákladů na mezioperační dopravu
- Snížení meziskladových zásob
- Rovnoměrné využívání strojů

3.2.2 Simulace

Simulace umožňuje napodobit systém, který se má řešit, včetně jednotlivých jevů, jako například přísun materiálu, změny zakázek, vyjasňování zakázek, změny v poptávce apod. Metoda má význam především při zajišťování účinků daných rozhodnutí, tj. změny vytížení kapacit, změny priorit zakázek či změny objednávek.

Pro optimalizaci výroby se používají poznatky získané z výrobních a provozních operací s cílem zlepšit layout výrobní haly a budoucí výkon na pracovišti. Například u programu Plant Simulation po vytvoření materiálových toků se do layoutu graficky zobrazuje směr a intenzita pohybu materiálu a výrobků. (Obr. 5)



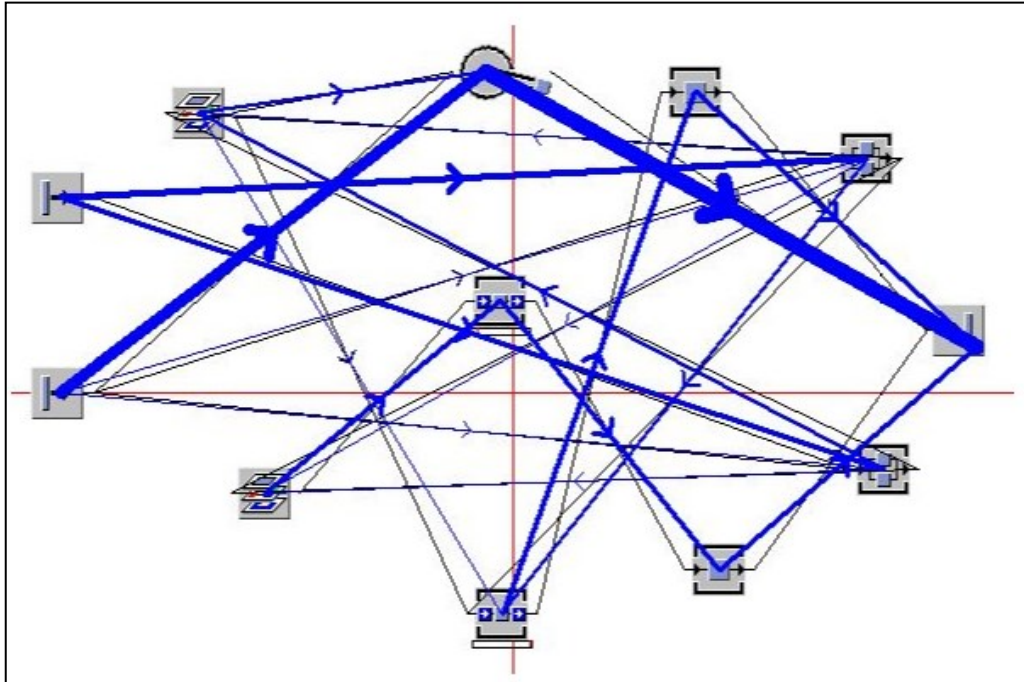
Obr. 5 Program Plant Simulation

3.2.3 Layout Optimization

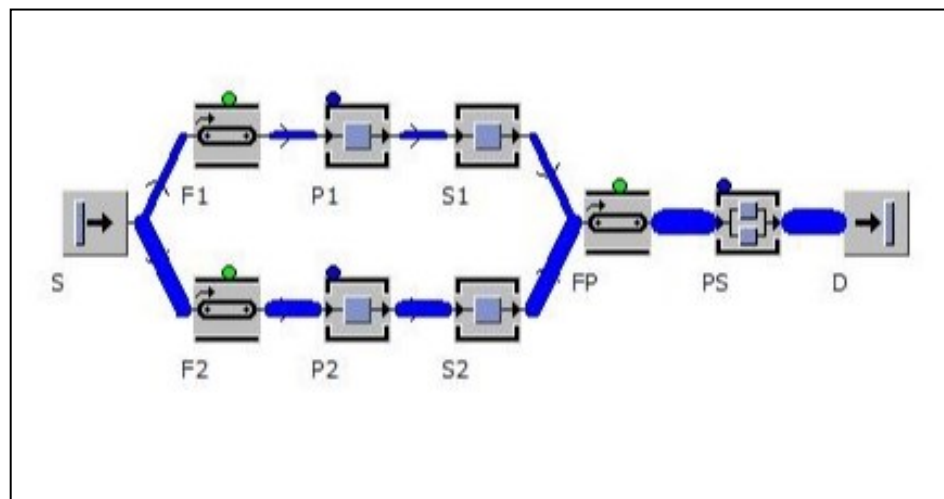
Pomocí nástroje Layout Optimization dochází k určení:

- procentuálního snížení transportních vzdáleností.
- Zaměřuje umístění strojů
- Využívá genetický algoritmus

- Hledá minimální náklady přepravy (Obr. 6, 7)

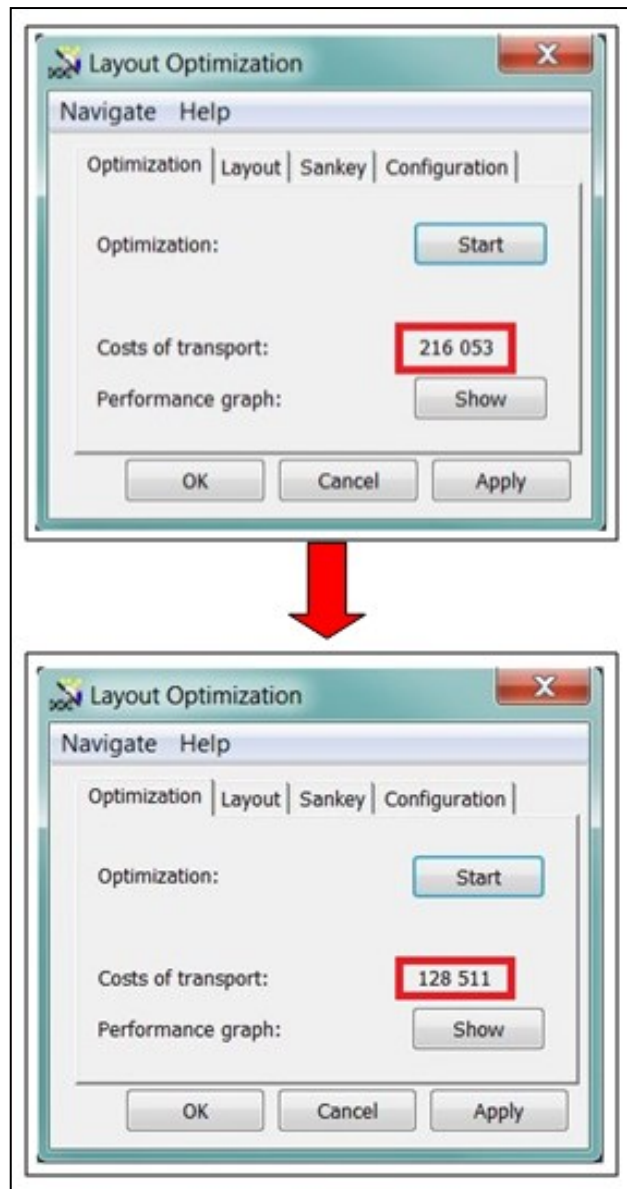


Obr. 6 Layout optimization a Sankeyův diagram



Obr. 7 Program Plant Simulation a Sankeyův diagram

Důležitými hodnotami jsou náklady na transport/přepravu, které mají přímou úměru na délku přepravní trasy. (Obr. 8)



Obr. 8 Layout Optimization - náklady za přepravu

4 3D DIGITALIZACE

3D digitalizace vytváří komplexní a přesné digitální modely výrobků a výrobních operací. Využívá se jako prostředek pro řízení složitosti inteligentních výrobků a inteligentních výrobních operací. Tyto digitální dvojčata poskytují detailní přehled o všech aspektech rozhodování, o vývoji produktů a výrobních operacích s ohledem na výkonnost získanou z produktů a zařízení v provozu. (Obr. 9)

Propojit tyto digitální dvojčata s konzistentním digitálním vlákem, si mohou společnosti uvědomit svou sílu a flexibilitu, aby urychlily vývoj, optimalizovaly výrobu a využily poznatků získaných z výrobních a provozních operací s cílem zlepšit budoucí výkon.

Digitalizace se provádí tak, že se postupně naskenují prostorové souřadnice bodů viditelné části objektu, které jsou poté převedeny ve formě takzvaných mračen bodů do počítačové podoby. Je možno s nimi dále manipulovat a upravovat je v CAD/CAM systémech. (Janečka, © 2009)



Obr. 9 Principy bezkontaktní 3D digitalizace

4.1 Laserové skenování

Efektivní technologií pro získávání prostorových dat je 3D laserové skenování. Pomocí laserového skeneru přenášíme do počítače virtuální model reálného tvaru snímaného objektu s velmi malou odchylkou. V laseru uloženými rovnoběžnými zrcadly dochází k

zesílení toku fotonů. Vyhodnocením doby letu a úhlu, pod kterým se rozptýlený paprsek vrátil, software vypočítá vzdálenost, tvar a polohu objektu vzhledem k zařízení. Vznikne model ve formě mračna bodů určených prostorovými souřadnicemi, které s pomocí CAD systému filtrujeme na trojúhelníkovou síť. Kvalita výstupu je pak dána hustotou laserového pokrytí. Přesnost je od desetin až po tisíce milimetrů. (Havel, © 2014, Land management, © 2016)

Výhody:

- nenáročnost na obsluhu
- schopnost snímat složitější tvary povrchu
- možnost rozpoznávat neprůchozí otvory

Nevýhody:

- vysoká pořizovací cena
- nemožnost snímat texturu a barvu povrchu

4.2 Optické skenování

Optické skenování se provádí pomocí světelných proužků. Na snímaný povrch jsou promítány proužky světla. Ty jsou pak snímány pomocí několika kamer umístěných mimo osu proužků. Protože je známa poloha kamer, projektoru proužků a tvaru proužků, automaticky se spočítají souřadnice mračna osvětlených bodů. Objekt je třeba snímat z více pohledů. Před samotným skenováním je dobré povrch objektu zmatnit, aby nedošlo ke zkreslení výsledků. (TKMOST, © 2016)

Výhody:

- Vysoká rychlost skenování
- Skenování textury povrchu
- Objektivita

Nevýhody:

- Vysoká citlivost na světlo a nečistoty
- Nemožnost skenovat lesklé a číré povrchy bez předchozí úpravy

- Problematické skenování otvorů

4.3 Rentgenové skenování

Rentgenové skenování funguje na principu rentgenového záření (například rentgeny ve zdravotnictví). Oproti klasickým rentgenům má mnohem větší intenzitu záření. Používá se především pro zkoumání vnitřní geometrie. (Skupina ČEZ, © 2009)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 DIVIZE VÝROBY FOREM CONTINENTAL - VFC

Divize VFC v Otrokovicích s dlouhou tradicí výroby forem pro vulkanizaci osobních plášťů pro koncern Continental je spojena se značkou Barum od roku 1993. Samotná historie výroby forem se však píše již od roku 1932, kdy firma Baťa zahájila výrobu prvních osobních plášťů.

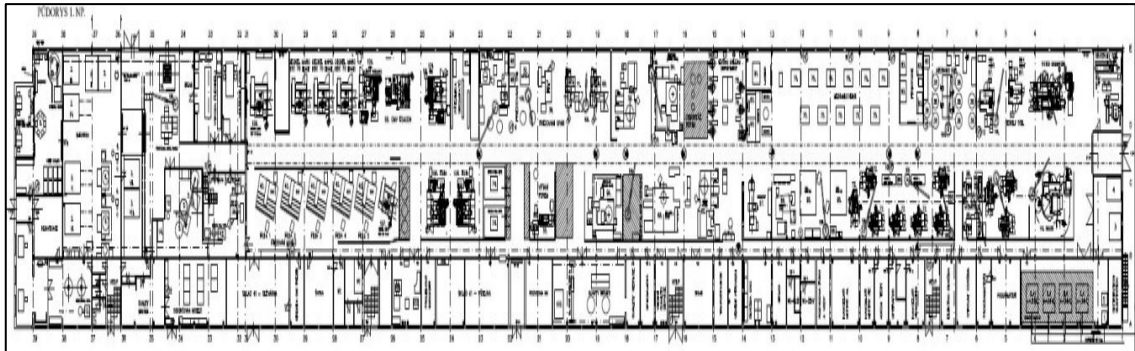
Výroba forem Continental (VFC) je výrobcem odlévaných nebo frézovaných osobních segmentových forem. VFC je nedílnou součástí organizační struktury gumárenské společnosti Continental Barum v Otrokovicích a zároveň VFC náleží do korporátní organizační jednotky Continental Moulds and Machinery.

K výrobě forem se využívají moderní technologie gravitačního lití se sádrovými jádry a pěti osé obrábění na CNC frézkách. Kombinování těchto výrobních technologií, podpořené 3D měřicí technikou a společně s širokou škálou CAD/CAM programů a řídicích systémů, umožňuje vyrábět formy podle požadavků zákazníků. Zákazníky jsou především pneumatikářské závody koncernu Continental z více než 13 zemí.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Výrobní prostor je rozčleněn na několik pracovních míst se zaměřením na určitý typ výrobní operace. (Obr. 10)

6.1 Členění výrobní haly



Obr. 10 Členění výrobní haly

1. Pracoviště odlévání – zde jsou dvě tavicí pece a úsek odlévání
2. Výroba flexibelu, dokončení flexibelu vkládáním lamel, výroba sádrových jader a dokončení v sušících pecích, dokončovací úpravy sádrových jader.
3. Frézky – dřevěné modely,
4. Strojní optimalizace – frézování návazností
5. Soustruhy – klasické, CNC
6. Mechanici – ruční dokončení segmentů
7. Mechanici – ruční dokončení bočnic
8. Frézky – frézují otvory na štítky a gravírovací stroje – nápisy – bočnice
9. 3D tisk – SLM lamely

6.2 Technika a technologie

Formy, které v současné době VFC vyrábí, jsou výsledkem důsledné a pečlivé práce, na níž se podílí vysoce kvalifikovaný tým odborníků, kteří pracují v moderních a stimulujících podmínkách. Výroba je připravována týmem obchodníků, programátorů, ekonomů, konstruktérů, technologů a plánovačů. Celý proces je zpracováván vysoce výkonnou počítačovou podporou systémů UNIGRAPHICS, DESIGNCAD a dalších softwarových produktů. Opravdovým zlatým srdcem VFC je výroba modelů a hliníkových odlitků. Modely jsou vyráběny na NC pětiosých frézkách, odlévání probíhá v ochranné

atmosféře. Odlitky dosahují špičkové kvality a přesnosti. Obráběcí a dokončovací operace provádí kvalifikovaní pracovníci na moderních technologických zařízeních, jehož páteř tvoří NC stroje – frézky, soustruhy, gravírovací stroje. Jakost forem je zajišťována v průběhu celého výrobního procesu a prakticky stoprocentní kontrolou hotového výrobku.

6.3 Konstrukce forem a výroba

Každá segmentová forma pro osobní pneu sestává z těchto hlavních dílů (Obr. 11):

- dezénové segmenty
- bočnice
- patkové kroužky

Tyto jednotlivé díly se vkládají do kontejneru, který zajišťuje jak vytápění formy tak i pohyb formy při vkládání a vyjímání pneu při lisování.

6.3.1 Dezénové segmenty

Dezénové segmenty se vyrábí z hliníkových odlitků. V oddělení slévárny se podle výkresů a CNC dat vyrábí na víceosých frézkách modely, které mají prakticky vzhled budoucího dezénu pneu. Pomocí speciálních gumových otisků s vysokou rozměrovou pamětí a po vložení ocelových lamel se ze sádry zhotoví odlévací forma. Tato forma stejně jako prvotní model se ručně dokončuje, aby se odstranily drobné vady a nerovnosti na povrchu. Vše je zaměřeno na vysokou rozměrovou přesnost lící sádrové formy. Odlití roztaveného hliníku ukončí základní výrobní proces ve slévárně. Odlité dezénové segmenty se dále soustruží a frézují, aby rozměrově pasovaly do lisovacího kontejneru. Velmi náročnou a přesnou výrobní operací je zhotovení odvodušnění dezénů. V dezénovém kruhu se musí vyvrtat až tisíce otvorů pro speciální euroventily, aby bylo zaručeno správné odvodušnění formy při lisování pneu. Spolu s odvodušněním se na dezénu provádí i ruční dokončení odlitku, zejména odškrábání přetoků a vad vzniklých v průběhu lití a následném chládnutí hliníku.

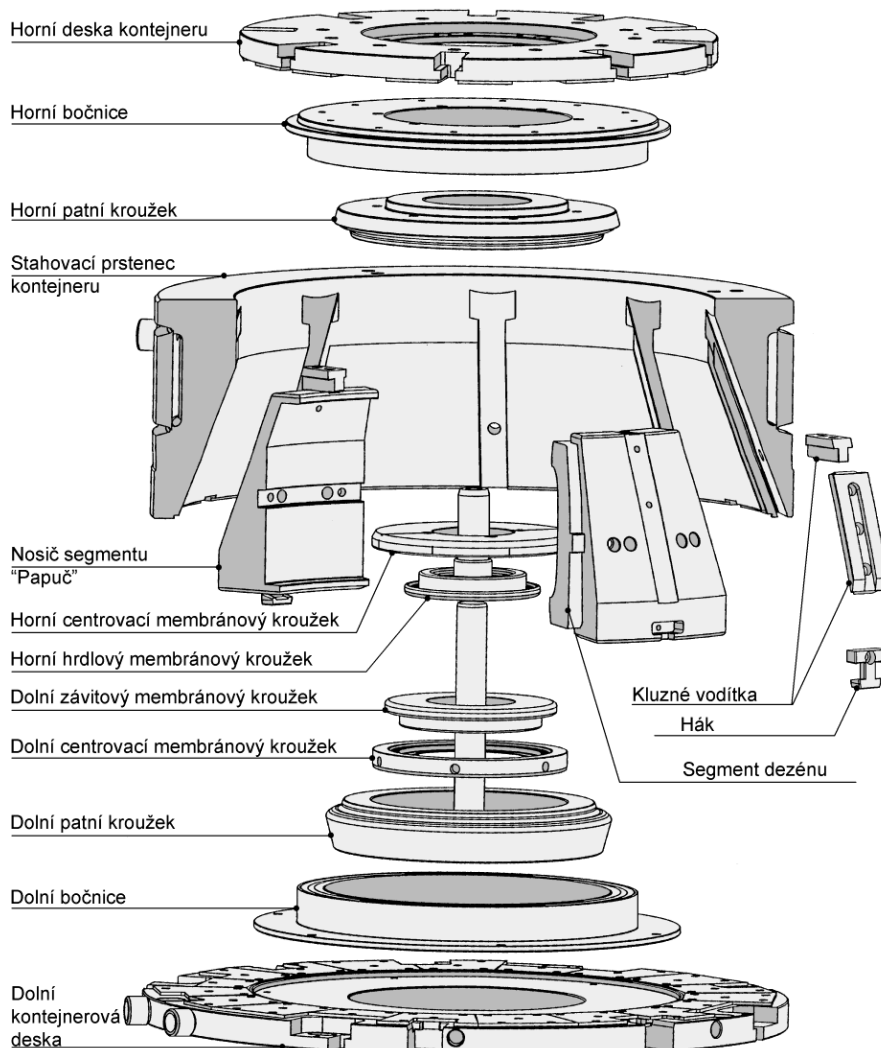
6.3.2 Bočnice

Bočnice se soustruží z ocelových vypálených polotovarů. Po tepelném zpracování a vysoustružení základního tvaru bočnice se do profilu pneu frézují drážky pro výměnné štítky popisu. Po vsazení a dopasování výměnných štítků se na lisovací části bočnice vyfrézuje popis, který se při lisování pneu otiskne na finální výrobek – plášť pneu. Stejně

jako v dezénové části formy, tak i na bočnici se musí zhotovit odvzdušňovací systém, který zaručí správné odvzdušnění formy při lisování pneu. Spolu s odvzdušněním se na bočnici ručně dokončí nerovnosti a chybějící detaily vzniklé po strojním obrábění.

6.3.3 Patkové kroužky

Patkové kroužky se po tepelném zpracování soustruží z ocelových vypálených polotovarů. Po soustružení základního tvaru se na lisovací části kroužků vrtá a frézuje odvzdušňovací systém, který zaručí správné odvzdušnění formy při lisování pneu. Stejně jako na bočnicích a dezénových segmentech se pro odvzdušnění používají i speciální euroventily, které při lisování pneu zabráňují zatékání gumy do formy.



Obr. 11 Hliníková forma

6.4 Organizace výroby

Celý výrobní proces má mnoho výrobních kroků a předvýrobních činností. Po přijetí objednávky od zákazníka se každá forma musí umístit do výrobního plánu a cenově ohodnotit. Konstrukce forem z dodaných základních podkladů vypracuje výrobní dokumentaci a tuto předá dalším útvarům. V útvaru technologické přípravy výroby se zpracují technologické postupy, vypočítají kapacitní požadavky na výrobní zařízení, zpracují programy pro CNC stroje, vystaví požadavky na nákup nebo výrobu speciálního zařízení a nástrojů. Důležitou úlohu při výrobě forem má útvar QS, který ke každému výrobku vystavuje výstupní protokol, který se předává zákazníkovi spolu s formou. VFC zajišťuje i balení a expedici přímo k zákazníkovi. Nemalou úlohu v celé divizi VFC má i útvar opravy forem. Tento útvar má technologické zařízení a know-how, aby mohl zákazníkům v rámci celého koncernu nabízet servisní služby jak na formy, tak i na výrobky vyrobené u jiných výrobců.

Ve výrobní hale VFC je zaměstnáno celkem 300 pracovníků, roční výrobní kapacita je XXXX kusů hliníkových forem. Cena formy se pohybuje v rozmezí 500 000 – 2 000 000 Kč.

7 NOVÉ STROJE DO VÝROBY

Skrz zvýšení výrobního množství a pro zvýšení složitosti dílů se tato diplomová práce zabývá mimo jiné i návrhem k zakoupení nových výrobních strojů, a to celkem pěti kusů.

- 1 ks - 5-osé CNC centrum - DMU 85 mB FD
- 1 ks - 5-osé CNC centrum CTX Gama 1250 TC
- 3 ks - 5-osé CNC centrum DMC 60 H linear

7.1 1 ks - 5-osé CNC centrum - DMU 85 mB FD

Cílem je získat vhodnou náhradu za stávající zastaralé a již opotřebovaných 2ks 4osých frézovacích strojů pro frézování a vrtání na bočních stěnách, což zaručí dosažení požadované kvality produktu.

7.1.1 Současný stav

Dva kusy 4osých strojů, které mají být nahrazeny, mají nízkou kinematiku stroje, což je omezující při použití nových špičkových frézovacích nástrojů pro zvýšení produktivity, kapacity a kvality povrchu. (Obr. 12)



Obr. 12 Nové 5-osé CNC centrum - DMU 85 mB FD

- Tyto stroje jsou také bez zásobníku nástrojů, což způsobuje zvýšení neproduktivní doby stroje.
- Pro stávající stroje nejsou na trhu k dispozici žádné originální náhradní díly, které již nejsou vhodné pro třisměnný provoz.
- Tato investice pokrývá celé výrobní portfolio bočních stěn pro všechny velikosti kontejnerů PLT, aby byla zajištěna stabilita obráběcího procesu a shoda výrobků, která nemůže být v současné době plně zaručena stávajícími stroji.
- V současné době VFC disponuje kapacitou frézování bočních stěn na úrovni 1 400 setů/rok, což je omezuje v případě poruchy stroje jednoho ze stávajících zastaralých strojů.
- Výrobní ztráty musí být pokryty časem a dohodnuté dodací termíny jsou v ohrožení.

7.1.2 Výrobní aspekty

Níže je uvedena hodnota s kapacitou frézování bočnic. (Tab. 1)

Tab. 1 Kapacita frézování bočních stěn

Machine Type	Units	used for SW production (%)	used for BR production (%)	SW capacity (sets/year/unit)	TOTAL
					SW capacity (sets/year)
DMU 80T #1	1	60%	40%	460	276
DMU 80T #2	1	60%	40%	460	276
DMG FP5 CC	4				
DMG FP3 50	4				
DMU 85 mB FD (built in 2016)	1	100%		620	620
NEW DMU 85 mB FD	1	100%		620	620
TOTAL					1 792

7.1.3 Náklady spojené s nákupem 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD

Níže jsou vypočítány celkové náklady spojené s nákupem a instalací výrobního stroje 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD. (Tab. 2)

Tab. 2 Náklady spojené s nákupem 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD

Item	Description (e.g. invoicing currency, quantity, ect.)	Invest (GPA)		Expense (RPE)	
		local currency	Euro	local currency	Euro
Frézovací centrum DMU 85	Balení, doprava, instalace		440 000		
Upínací sklíčidla			15 000		
Sada upínacích nástrojů			28 000		
Odsávací systém páry			3 000		
Ramenový jeřáb 250kg			7 500		
doprava			1 500		
Úprava budovy			5 000		
			500 000		

7.1.4 Proces nákupu 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD

Načasování je plánováno od procesů schválení až po provoz výrobního stroje. (Tab. 3)

Tab. 3 Proces nákupu 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD

Title	2018												2019											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Schválení VFC	X	X																						
Nákupní objednávka		X																						
Dodávka		X	X	X	X																			
Doprava					X																			
Instalace/uvedení do provozu						X																		
Záběh						X																		
SOP							X																	

7.1.5 Schválení a zhodnocení nákupu 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD

Společnost Continental Barum spol. s r.o., divizí VFC Otrokovice, která náleží do korporátní organizační jednotky Continental Moulds and Machinery byl schválen nákup požadovaného 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD.

Výhody:

- Po instalaci bude výrobní zařízení pokrývat veškeré operace frézování bočních stěn pro všechny velikosti kontejnerů PLT. VFC bude disponovat strojem, který zaručí dosažení požadované úrovně kvality produktu a vytvoření rezervy pro „bezpečnost“ kapacity pomocí kinematiky špičkových strojů.
- Po realizaci této investice se zvýší kapacita frézování bočních stěn na 1792 sad ročně.
- Konstrukce strojů významně zlepši lidské faktory (ergonomie).
- Není požadováno zvýšení počtu zaměstnanců.

7.2 1 ks - 5-osé CNC centrum CTX Gama 1250 TC

Cílem projektu je získat vhodný stroj pro zajištění zvýšení kapacity na základě předem definovaných forem a strojů dle plánu strategie společnosti.

7.2.1 Současný stav

V současné době VFC disponuje kapacitou pro vrtání/frézování, vrtání/vrtání na úrovni 2192 setů/rok, což je omezující v případě poruchy stroje jednoho ze stávajících zastaralých strojů DMU 80T. Návrhem je koupě nového 5-osého CNC centra CTX Gamma 1250 TC. (Tab. 4)

Tab. 4 Kapacita broušení a soustružení bočnic 2018

Machine Type	Units	used for SW production (%)	used for BR production (%)	BR capacity (sets/year/unit)	TOTAL BR capacity (sets/year)
DMU 80T #1	1	60%	40%	660	396
DMU 80T #2	1	60%	40%	660	396
CTX Gamma 1250 #1	1		75% *	1800	1400
TOTAL					2192

Po realizaci této investice se zvýší kapacita při frézování, vrtání a vrtání na 3200 sad ročně a kompletní portfolio bude vyrábět pouze stroje CTX Gamma 1250 TC.



Obr. 13 Nové 5-osé CNC centrum CTX Gama 1250 TC

7.2.2 Výrobní aspekty

Tabulka s kapacitou broušení a soustružení bočnic plánovaná v roce 2019. (Tab. 5)

Tab. 5 Kapacita broušení a soustružení bočnic 2019

Machine Type	Units	used for SW production (%)	used for BR production (%)	BR capacity (sets/year/unit)	TOTAL BR capacity (sets/year)
DMU 80T #1	1	60%	0% *	560	0
DMU 80T #2	1	60%	0% *	560	0
CTX Gamma 1250 #1	1		100%	1600	1800
NEW CTX Gamma 1250 #2	1		100%	1600	1800
TOTAL					3600

7.2.3 Náklady spojené s nákupem 5-osého CTX Gamma 1250 TC

V tabulce jsou vypočítány celkové náklady spojené s nákupem a instalací výrobního stroje 5-osého CNC centra CTX Gamma 1250 TC. (Tab. 6)

Tab. 6 Náklady spojené s nákupem 5-osého CTX Gamma 1250 TC

Item	Description <small>(e.g. invoicing currency, quantity, eqt.)</small>	Invest (GPA)		Expense (RPE)	
		local currency	Euro	local currency	Euro
CTX Gamma 1250 centrum	vč. Balení, dopravy a instalace		669 000		
Sada upínacích nástrojů			39 000		
Odsávací systém páry			3 000		
Ramenový jeřáb 250kg			7 000		
Úprava budovy			2 000		
Doprava			5 000		
			725 000		

7.2.4 Proces nákupu 5-osého CNC centra CTX Gamma 1250 TC

Načasování je plánováno od procesů schválení až po provoz výrobního stroje. (Tab. 7)

Tab. 7 Proces nákupu 5-osého CNC centra CTX Gamma 1250 TC

Title	2018												2019											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Schválení			X																					
Objednávka				X																				
Dodání				X	X	X	X	X	X	X	X													
Doprava										X														
Instalace											X													
Zaběhnutí											X													
SOP												X												

7.2.5 Schválení a zhodnocení nákupu 5-osého CNC centra CTX Gamma 1250 TC

Společnost Continental Barum spol. s r.o., divizí VFC Otrokovice, která náleží do korporátní organizační jednotky Continental Moulds and Machinery byl schválen nákup požadovaného 5-osého CNC centra CTX Gamma 1250 TC.

Výhody:

- Po realizaci této investice se zvýší kapacita při frézování, vrtání a vrtání na 3200 sad ročně a kompletní portfolio bude vyrábět pouze stroje CTX Gamma 1250 TC.
- Tato investice pokrývá celé výrobní portfolio pro všechny velikosti pneumatik PLT, aby byla zajištěna stabilita obráběcího procesu, efektivita a shoda výrobků.
- Zastaralé stroje DMU 80T budou vyrábět pouze frézovací operace na bočních stěnách a budou použity jako kapacitní rezerva v případě neočekávaného delšího výpadku stroje nebo neočekávaného zvýšení složitosti vrtání.

- Konstrukce stroje výrazně zlepší konstrukci lidského faktoru (ergonomii) pouze díky jednomu upnutí.
- Kvůli vícenásobnému provozu stroje se nepožaduje zvýšení počtu zaměstnanců

7.3 3 ks - 5-osé CNC centrum DMC 60 H linear

Cílem projektu je získat 3 kusy vhodného výrobního stroje (Obr. 14) pro zajištění S-split zvyšující se kapacitu, což znamená nezávislou S-split produkci v rámci projektu 80/20. Zároveň zajistit automatické vrtání větracích otvorů SLM a hliníkových segmentů a optimalizovat segmenty SLM.

7.3.1 Současný stav

V současné době není dostatek kapacit pro zvýšení podílu krytí S-split v rámci projektu 80/20, neexistuje žádný vhodný stroj pro optimalizaci segmentů SLM a odvodušnění vrtání na VFC. Specialisté VFC se podílejí na projektu LTRIM (zkrácení dodací lhůty zkušebních forem) a vedení projektu tisku segmentů SLM.

Požadované vybavení je povinným předpokladem pro úspěšný rozvoj a uvedení segmentu SLM do výroby.

7.3.2 Výrobní aspekty

Optimalizace segmentů SLM je povinným předpokladem pro úspěšný rozvoj a spuštění segmentu SLM ve stávající výrobě s ohledem na plnou ochranu know-how a zkrácení dodací lhůty v souladu s cíli projektu LTRIM (zkrácení dodací lhůty zkušebních forem).

Tato investice pokrývá také část výroby v dílčích vrtacích segmentech. Pětiosé strojní vrtání zajišťuje stabilitu procesu a shodu výrobků, která je nezbytná pro další kroky - automatická ventilační instalace, která nemůže být v současné době plně garantována stávajícím ručním vrtáním.



Obr. 14 Nové 5-osé CNC centrum DMC 60 H linear

7.3.3 Náklady spojené s nákupem 5-osého CNC centra DMC 60 H linear

V tabulce jsou vypočítány celkové náklady spojené s nákupem a instalací výrobního stroje 5-osého CNC centra DMC 60 H linear - 3kusy. (Tab. 8)

Tab. 8 Náklady spojené s nákupem 5-osého CNC centra DMC 60 H linear

Název	Description (e.g. invoicing currency, quantity, ect.)	Invest (GPA)		Expense (RPE)	
		local currency	Euro	local currency	Euro
Frézovací centrum			1 710 000		
Sada upínacích nástrojů			39 000		
Odsávací systém páry			9 000		
Ramenový jeřáb 250kg			22 500		
Místní doprava			4 500		
Úprava prostoru			15 000		
			1 800 000		

7.3.4 Proces nákupu 5-osého CNC centra DMC 60 H linear

Načasování je plánováno od procesů schválení až po provoz výrobního stroje. (Tab. 9)

Tab. 9 Proces nákupu 5-osého CNC centra DMC 60 H linear

Název	2017						2018												2019						
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
Schválení	X	X	X																						
Objednávka			X	X																					
Dodání					X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X							
Doprava										X							X								
Instalace											X							X							
Zaběhnutí												X	X	X				X	X	X					
SOP														X							X				

7.3.5 Schválení a zhodnocení nákupu 5-osého CNC centra DMC 60 H linear

Společnost Continental Barum spol. s r.o., divizí VFC Otrokovice, která náleží do korporátní organizační jednotky Continental Moulds and Machinery byl schválen nákup požadovaného 5-osého CNC centra DMC 60 H linear.

Výhody:

- Optimalizace segmentů SLM bylo povinným předpokladem pro úspěšný rozvoj a spuštění segmentu SLM ve stávající výrobě s ohledem na plnou ochranu know-how

a zkrácení dodací lhůty v souladu s cíli projektu LTRIM (zkrácení dodací lhůty zkušebních forem).

- Pro frézování SLM bylo nutné mít stabilnější vybavení, než jaké byla k dispozici ve VFC.
- Tato investice pokrývá také část výroby v dílčích vrtacích segmentech. Pětiosé strojní vrtání zajišťuje stabilitu procesu a shodu výrobků, která je nezbytná pro další kroky - automatická ventilační instalace, která nemohla být v současné době plně garantována stávajícím ručním vrtáním.
- Na ručním vrtání pracovalo 16 zaměstnanců. Zakoupením tří kusů 5-osých CNC center DMC 60 H linear bylo využito pět pracovníků ze stávajících, a to:
 - 1 zaměstnanec pro programování
 - 4 zaměstnanci pro frézování CNC centrem DMC 60 H linear

8 DIGITALIZACE VÝROBNÍCH PROSTOR A ZAŘÍZENÍ POMOCÍ TECHNOLOGIE 3D SKENOVÁNÍ

Etapa II.

- Digitalizace výrobních prostor a zařízení pomocí technologie 3D skenování
 - Popis technologie 3D skenování
 - 3D sken haly a výrobních zařízení
 - 3D sken nové přístavby výrobní haly Annex
 - Sken hal ve formě mračen bodů
- Simulační model
 - Sankeyův diagram
 - Vstupní data: kusovník formy, technologické postupy jednotlivých dílů formy, seznam pracovišť a jejich označení
- Návrh optimálního layoutu výrobních prostor
 - layout haly v současném stavu
 - layout haly po realizaci přístavby výrobní haly Annex
- Vyhodnocení
- Finanční zhodnocení

8.1 Popis technologie 3D skenování

Pro vytvoření komplexních a přesných digitálních modelů výrobních zařízení i stávající výrobní haly byl použit pokročilý 3D laserový měřicí snímač Trimble CX. (Obr. 15) S vlastní technologií WAVEPULCE™ kombinuje nízkou citlivost proti šumu a vysokou distanční schopnost technologií časového letu s vysokou přesností krátkého dosahu technologie fázového posuvu s nízkou hlučností a vysokorychlostní charakteristikou technologie time-of-flight. Výsledkem jsou vysoce přesná měření v celém provozním rozsahu, která poskytují čistá 3D data potřebná pro průmyslové aplikace.



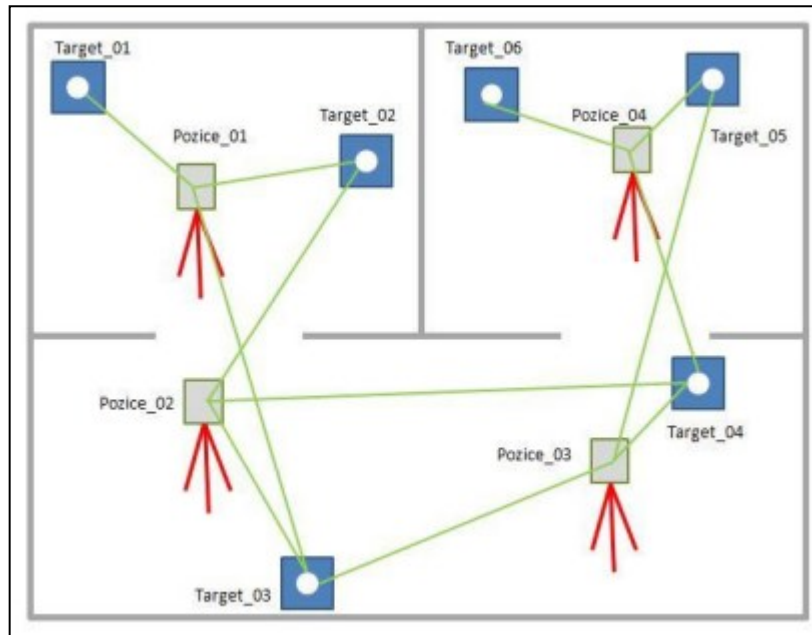
Obr. 15 3D laserový měřicí snímač Trimble CX

Specifikace systému

- Skenovací rozsah: 360° x 300°
- Rychlost skenování: 54 000 bodů za sekundu
- Maximální rozlišení: 0,002°
- Dosah: 1,2 - 80m až 80m na plochu s 90% odrazivostí až 50m na plochu s 50% odrazivostí
- Směrodatná odchylka: 1 mm ≤ 30 m; 1,25mm ≤ 50 m; 1,8 mm ≤ 80 m
- Přesnost jednoho bodu:
 - v poloze 4,5 mm / 30 m; 3,7 mm / 50m
 - v délce 1,2 mm / 30 m; 2 mm / 50m
 - v horizontálním úhlu 15“
 - ve vertikálním úhlu 25“
- Horizontace krabicová libela v trojnožce: 8’
- dvouosý kompenzátor
- Přenos dat USB, Ethernet
- Digitální zobrazení integrované barevné video v reálném čase
- Rozměry: 120 x 520 x 355 mm
- Hmotnost: 12,6 kg
- Napájení Integrovaná jednotka AC 90-240 V; 50-60 Hz; DC 24 V
- Spotřeba energie 50 W

- Provozní teplota 0-40°C

Skenování bude probíhat za pomoci terčů (Obr. 16), jejichž hlavní úlohou bude vytvořit pevné pozice v prostoru. Skener dokáže zjistit prostorové souřadnice ID terčů, a tak laserový paprsek zaznamená vždy stanovenou identifikaci pozice.



Obr. 16 Princip rozmístování terčů a skenovacích pozic

8.2 3D sken haly a výrobních zařízení pomocí technologie Trimble

WAVEPULSE™

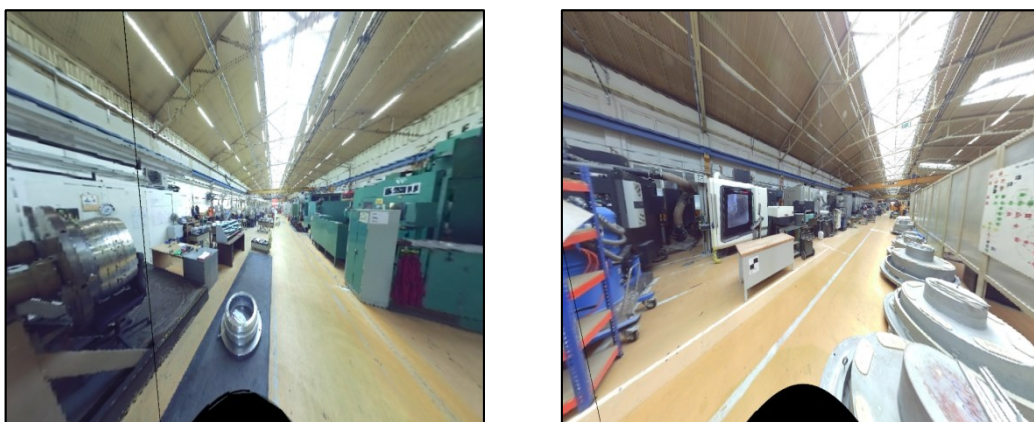
Po provedené analýze výrobní haly byly zvoleny skenovací pozice. Při tomto stanovení bylo nutné splnit tyto podmínky:

- Proces skenování musí být plynulý bez přerušení
- Zvolené pozice pro skenování musí být rozmístěny tak, aby se zachytilo co nejvíce bodů prostoru
- Každá nová skenovací pozice musí navazovat na předchozí pozici
- Minimalizovat rušivé elementy
- Proces skenování nesmí narušit chod výroby

8.2.1 Nastavení skeneru

Po zvolení skenovacích pozic byl 3D laserový měřicí snímač Trimble CX umístěn na první pozici. (Obr. 17) Při každém dalším přemístění musely být provedeny tyto kroky pro nastavení skeneru:

- Sestavení skeneru
- Vyrovnání skeneru
- Programování skeneru (nastavení kvality uložení v programu apod.)



Obr. 17 Panoramatické snímky haly (Sken Explorer)

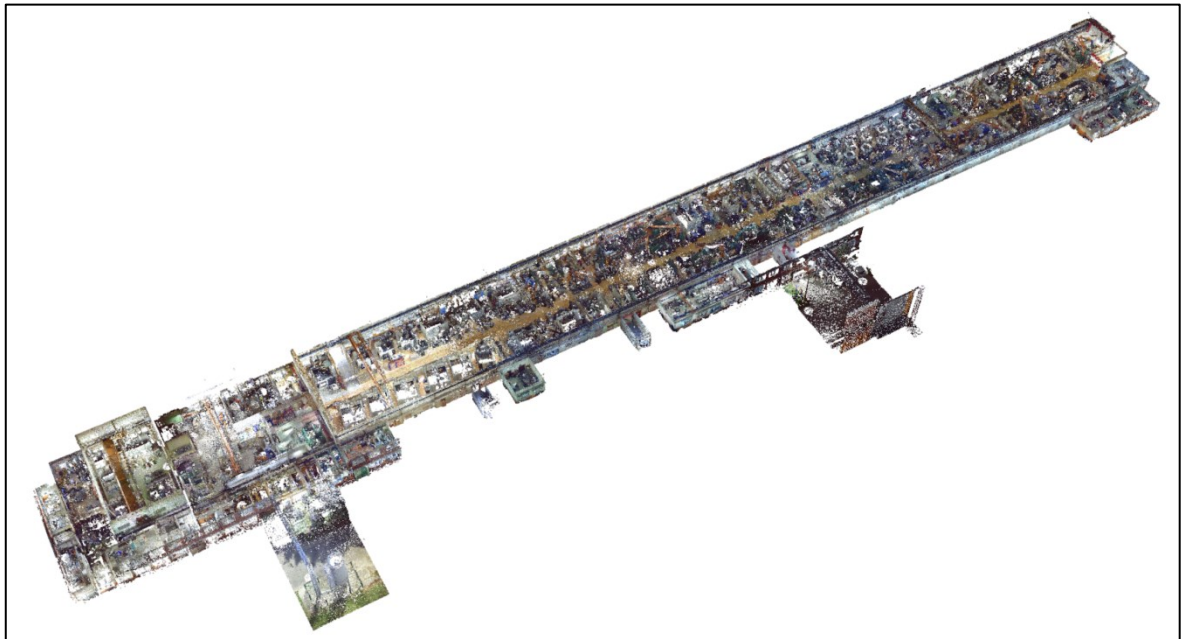
8.2.2 Finální úprava skenů programem Smap3D ScanToCAD

Byla provedena registrace = propojení jednotlivých skenů celé výrobní haly VFC o velikosti 2 000m² (Obr. 18):

- Automatická registrace
 - Vlícovací body (koule, terče)
 - Na plochy
- Manuální registrace
 - Vlícovací body (koule, terče, podrobné body-např. rohy předmětů)
- „Cloud-to-cloud“
- Georeferencování = transformace do souřadnicového systému

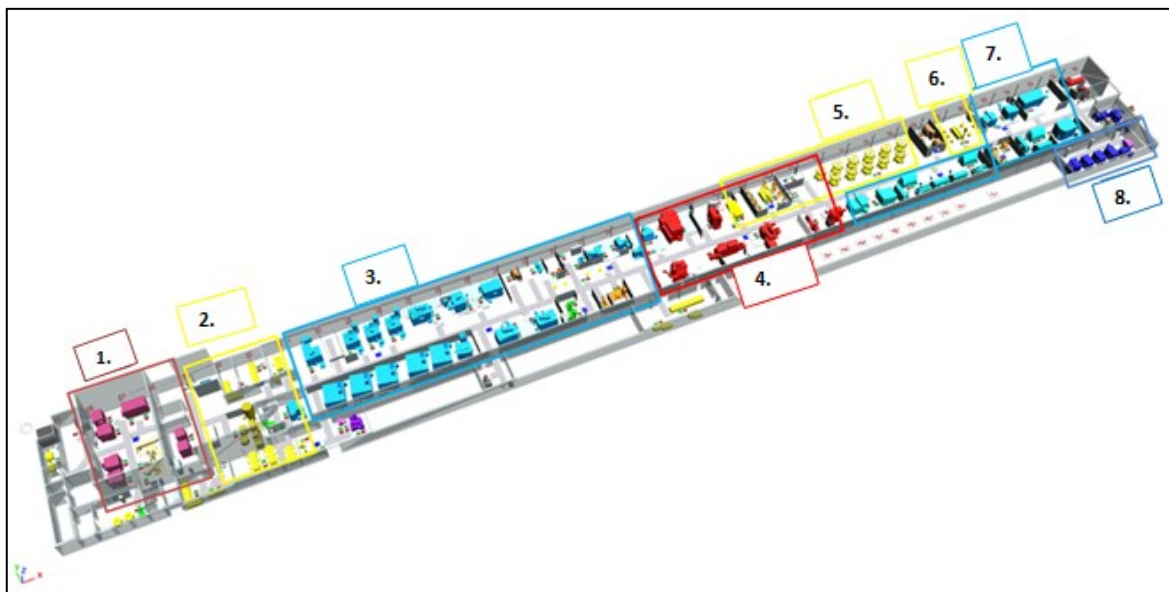
- Očištění od nežádoucích předmětů a vegetace, oříznutí nepotřebných naskenovaných prostorů a zjednodušení mračna
 - Segmentace – manuální výběr části mračna, které je třeba odstranit (strom, louka)
 - Filtrování - náhodné

o Filtrování – náhodné



Obr. 18 Sken ve formě mračna bodů (PointCloud)

Pomocí programu Smap3D ScanToCAD byl zajištěn snadný převod existujících fyzických objektů a ploch, získaných ze vstupních informací pomocí 3D skenování do CADu, bez nutnosti je modelovat ručně. (Obr. 19)



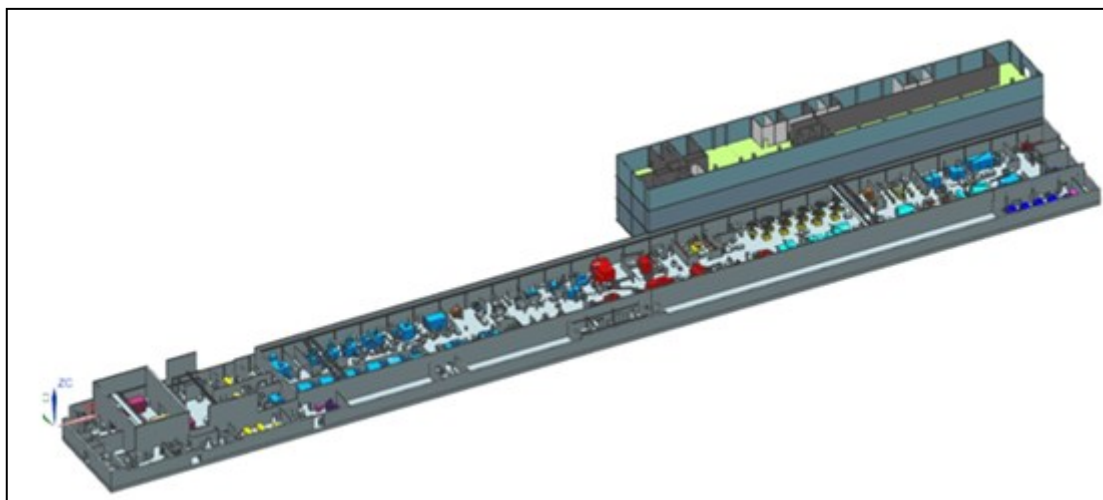
Obr. 19 Model haly s pracovišti – současný stav

Výrobní hala je rozčleněna na několik pracovních úseků, a to:

1. Pracoviště odlévání
2. Výroba flexu, vkládání lamel
3. Frézky – dřevěné modely, strojní optimalizace
4. Soustruhy – klasické, CNC
5. Mechanici – ruční dokončení segmentů
6. Mechanici – ruční dokončení bočnic
7. Frézky – frézují otvory na štítky a gravírovací stroje – nápisy – bočnice
8. 3D tisk – SLM lamely

8.3 3D sken nové přístavby výrobní haly Annex

Pro náš návrh a výrobní přístup založený na modelu, který vytváří digitální dvojče sloužící k vyhodnocení příležitostí a předpovídající výkonnost, bylo stejným způsobem naskenováno i nové pracoviště – přístavba haly Annex. (Obr. 20).



Obr. 20 Model haly včetně pracovišť a přístavby Annex 3

Úspěšnou transformací, která vyžadovala komplexní strategický digitální postup, byly vytvořeny komplexní a přesné 3D digitální modely haly.

9 NÁVRH OPTIMÁLNÍHO LAYOUTU PRO DIVIZI VFC S VYUŽITÍM PROGRAMU PLANT SIMULATION

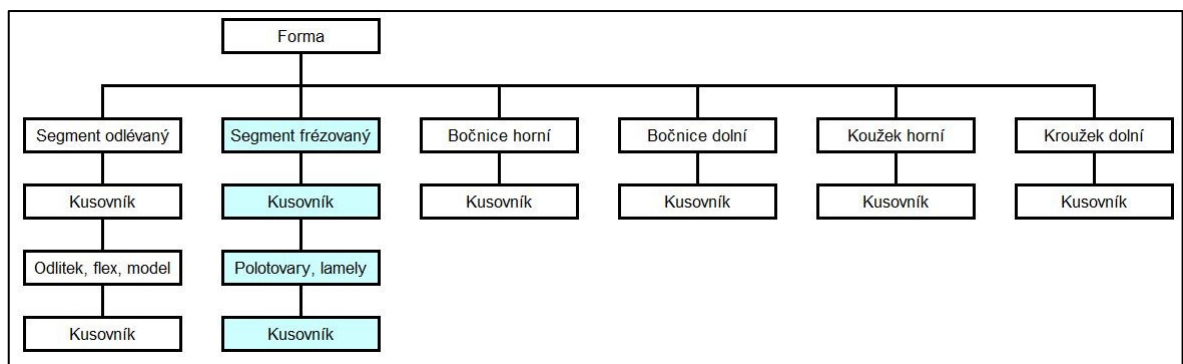
Pro optimalizaci výroby budou použity poznatky získané z výrobních a provozních operací s cílem zlepšit layout výrobní haly a budoucí výkon na pracovišti. Důležitou funkcí vytvoření materiálových toků je do layoutu graficky zobrazen směr a intenzita pohybu materiálu a výrobků po hale. Pomocí programu Plant Simulation verze 13.2 bude namodelován layout a tok materiálu na základě zadání procesu.

K provedení návrhu optimálního layoutu bude potřeba znát tyto vstupní data:

- Kusovník
- Technologické postupy
- Seznam pracovišť
- Layout haly – stávající stav
- Nové výrobní stroje

9.1 Kusovník

Kusovník je seznam všech podsestav, dílů a výchozích materiálů, ze kterých se forma vyrábí, včetně množství, která jsou k tomu potřebná. (Obr. 21)



Obr. 21 Kusovník formy

9.2 Technologické postupy

Technologické postupy udávají materiálový tok. Technologický postupy jednotlivých dílů formy:

- Číslo operace
- Pracoviště kde operace probíhá
- Doba trvání operace
- Stručný popis operace

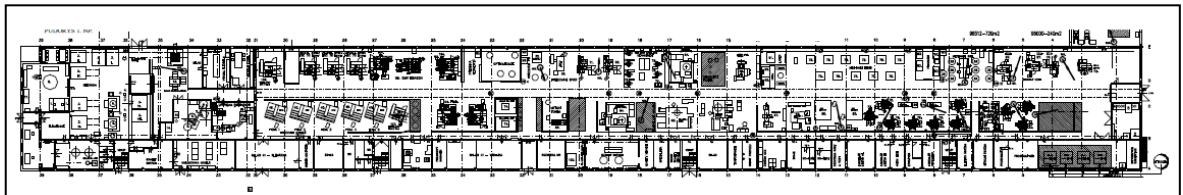
9.3 Seznam pracovišť

Seznam pracovišť udává:

- Operaci, pro kterou je pracoviště určeno
- Druh stroje
- Označení pracoviště – je na něj odkazováno v technologických postupech
- Označení skupiny, do které pracoviště spadá – je na něj odkazováno v technologických postupech
- Možnost pohybu pracoviště v rámci optimalizace layoutu

9.4 Layout haly

Layout výrobní haly divize VFC v současném stavu. (Obr. 22)



Obr. 22 Layout haly v současném stavu

10 ŘEŠENÍ OPTIMALIZACE LAYOUTU

Řešení optimalizace layoutu je prováděno na základě konceptu 1 a 2, které byly převzaty od společnosti. Byly podrobeny analýze materiálových toků. Na základě těchto výstupů byl zpracován třetí koncept, který navrhuje optimální rozmístění layoutu s novými výrobními stroji, včetně propojení nové přístavby Annex se stávající výrobní halou. Důvodem je logičtější uspořádání výroby. Čtvrtý koncept bude navrhovat ideální stav, kdy všechny výrobní zařízení budou bez omezení pohyblivé.

- Pomocí programu Plant Simulation byl sledován tok materiálu v podobě Sankeyova diagramu
- Podle toku materiálu byla optimalizována poloha pracovišť
- Pomocí nástroje „LayoutOptimizer“ byla určena procentuální snížení transportních vzdáleností

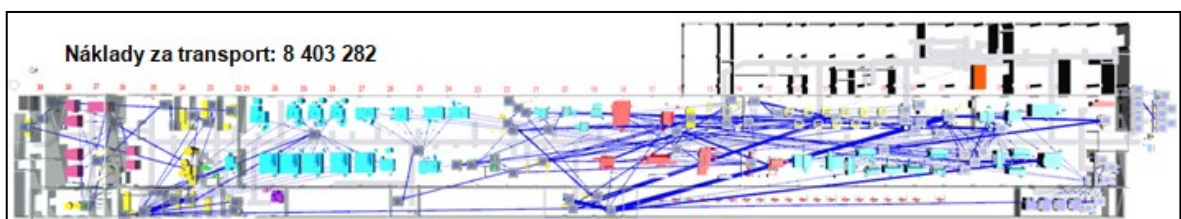
Transport - je označení pro dopravu, přepravu či pohyb předmětů či látek obecně. Označení má široký záběr využití, od logistiky přes přepravu po geologii.

10.1 Koncept 1 - Tok materiálu s původními pracovišti ve stávající hale

V první fázi se vychází ze stavu původního rozmístění pracovišť.

10.1.1 Sankeyův diagram pro původní stav

- Vychází z aktuálního (naskenovaného) stavu
- Zobrazuje materiálový tok před realizací přesunu pracovišť do přístavby haly Annex
- V layoutu jsou jen původní pracoviště



Obr. 23 Sankeyův diagram – současná výrobní hala

Náklady za transport jsou dle Sankeyova diagramu 8 403 282 Kč/rok. (Obr. 23)

10.2 Koncept 2 – Tok materiálu s novými pozicemi v hale Annex

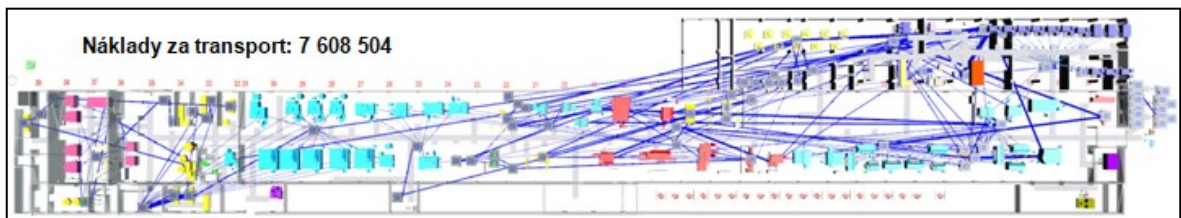
V konceptu 2 jsou analyzovány tři varianty. Požadované přesunutí pracovišť jsou převzaty od společnosti Continental Barum spol. s r.o. Tyto pracoviště jsou podrobeny analýze materiálových toků.

Předem určená pracoviště k přesunutí do přístavby haly Annex:

1. Mechanici – mechanické dodělání forem a QS – kontrola kvality (kap.12.2.1)
2. Gravírovací stroje, soustruhy (kap. 12.2.2)
3. Strojů pro frézování spár u segmentů (šikmé, rovné, s-split) (kap. 12.2.3)

10.2.1 Sankeyův diagram po přesunutí určených pracovišť do přístavby haly Annex

- Určená pracoviště – **mechanici** - mechanické dodělání forem a **QS** – kontrola kvality jsou přesunuty na cílové pozice do přístavby haly Annex
- Zbývající pracoviště zůstala na původních pozicích
- Pracoviště umožňující pohyb jsou dána vstupními daty



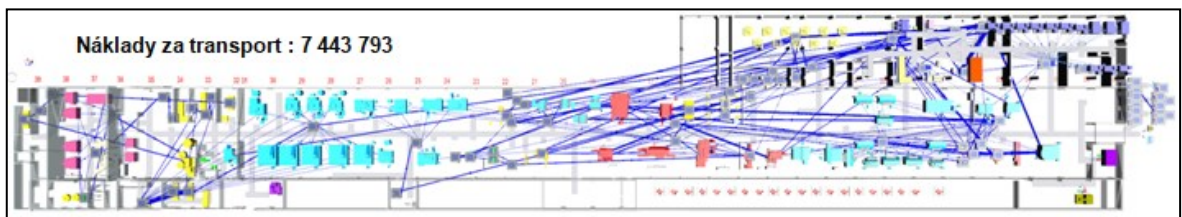
Obr. 24 Sankeyův diagram – přesunutí mechaniků a QS do přístavby Annex

Náklady za transport jsou dle Sankeyova diagramu 7 608 504 Kč/rok. (Obr. 24)

10.2.2 Sankeyův diagram pro původní pracoviště s novými pozicemi

- Zobrazuje materiálový tok po přesunutí určených pracovišť do přístavby Annex - **gravírovací stroje a soustruhy**
- Zbývající pracoviště byla rozmístěna podle dodaného návrhu layoutu po realizaci přístavby haly Annex

- Pro toto rozložení strojů následně proběhla optimalizace layoutu

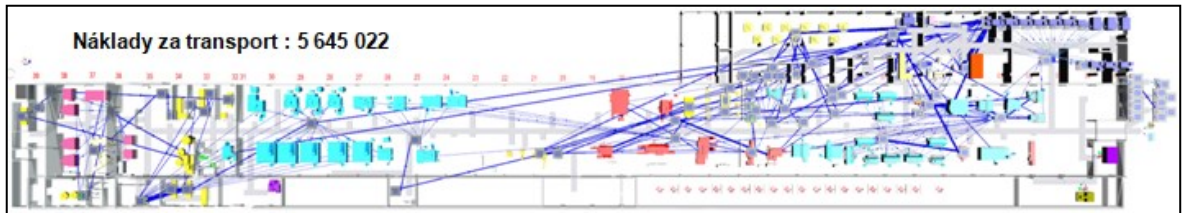


Obr. 25 Sankeyův diagram - přesunutí gravírovacích strojů a soustruhů do přístavby Annex

Náklady za transport jsou dle Sankeyova diagramu 7 443 793 Kč/rok. (Obr. 25)

10.2.3 Sankeyův diagram po optimalizaci rozmístění pozic pracovišť

- Zobrazuje materiálový tok po optimalizaci rozmístění pozic pracovišť
- Došlo k přesunu **strojů pro frézování spár** u segmentů (šikmé, rovné, s-split)



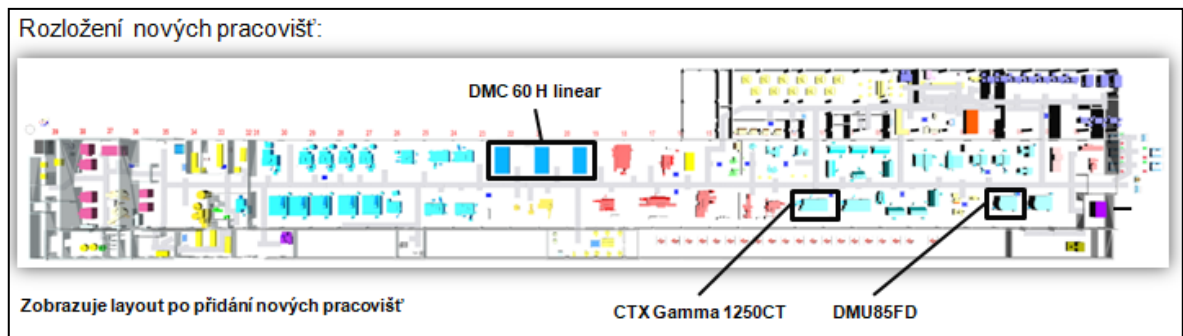
Obr. 26 Sankeyův diagram - přesunutí strojů pro frézování do přístavby Annex

Náklady za transport jsou dle Sankeyova diagramu 5 645 022 Kč/rok. (Obr. 26)

10.3 Koncept 3 – Tok materiálu s novými pracovišti

10.3.1 Layout s novými pracovišti

- V layoutu jsou zahrnuta i nová pracoviště (Obr. 27)
- Pracoviště umožňující pohyb jsou dána vstupními daty

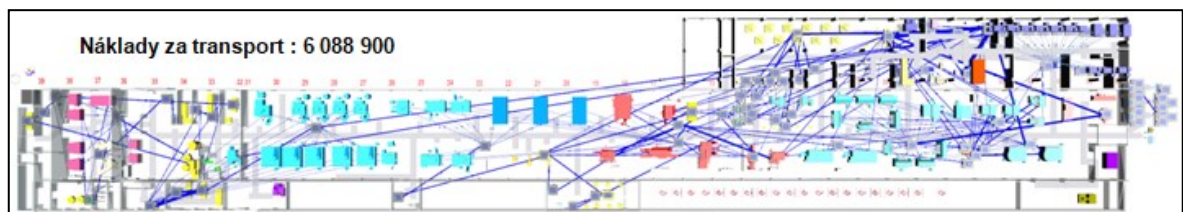


Obr. 27 Layout s novými pracovišti

i

10.3.2 Sankeyův diagram po přidání nových pracovišť

Zobrazuje materiálový tok po přidání nových pracovišť v navrženém layoutu.



Obr. 28 Sankeyův diagram s novými pracovišti

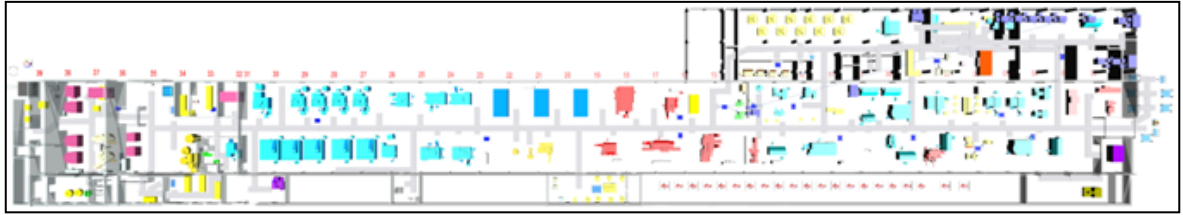
Náklady za transport jsou dle Sankeyova diagramu 6 088 900 Kč/rok. (Obr. 28)

10.4 Koncept 4 – Všechna pracoviště jsou pohyblivá

Návrh simuluje uspořádání výroby tak, že zanedbává jakákoliv omezení v přestavbě linek jak časové, tak i finanční. Tento návrh je ideální pro stav, když je společnost ve fázi plánování postavit výrobní závod na zelené louce.

10.4.1 Rozložení pracovišť

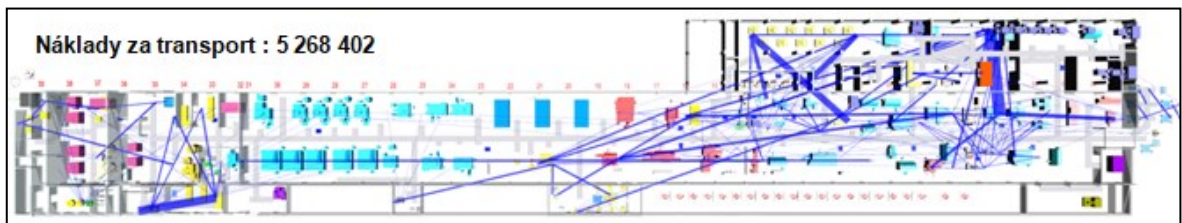
- V layoutu jsou zahrnuta i nová pracoviště
- Všechna pracoviště umožňují pohyb (Obr. 29)



Obr. 29 Layout – všechna pracoviště jsou pohyblivá

10.4.2 Sankeyův diagram toku materiálu

- Sankeyův diagram zobrazuje materiálový tok po optimalizaci
- Všechna pracoviště umožňují pohyb



Obr. 30 Sankeyův diagram - všechna pracoviště jsou pohyblivá

Náklady za transport jsou dle Sankeyova diagramu 5 268 402 Kč/rok. (Obr. 30)

11 ŘEŠENÍ OPTIMALIZACE LAYOUTU

Všechny čtyři koncepty byly podrobeny analýze nákladů za transport.

11.1 Koncept 1

V první fázi se vycházelo ze stavu původního rozmístění pracovišť, který zobrazoval materiálový tok před realizací přístavby haly Annex.

Náklady za transport byla dle Sankeyova diagramu 8 403 282 Kč/rok.

11.2 Koncept 2

Určená pracoviště k přesunutí do přístavby haly Annex byla analyzována ve třech variantách:

- Přesun mechaniků – mechanické dodělání forem a QS – kontrola kvality
- Přesun gravírovacích strojů, soustruhů
- Přesun strojů pro frézování spár u segmentů (šikmé, rovné, s-split)

1. Analýzou materiálových toků došlo v prvním případě k přesunutí pracoviště – mechaniků - mechanického dodělání forem a úseku kontroly kvality QS - do přístavby haly Annex.

Náklady za transport byly dle Sankeyova diagramu 7 608 504 Kč/rok.

2. Další analýza zobrazuje materiálový tok po přesunutí určených pracovišť do přístavby Annex, a to gravírovací stroje a soustruhy. Zbývající pracoviště byla rozmístěna podle dodaného návrhu layoutu společnosti.

Náklady za transport byly dle Sankeyova diagramu 7 443 793 Kč/rok.

3. Byl proveden přesun pracovišť strojů pro frézování spár u segmentů (šikmé, rovné, s-split).

Náklady za transport byly dle Sankeyova diagramu 5 645 022 Kč/rok.

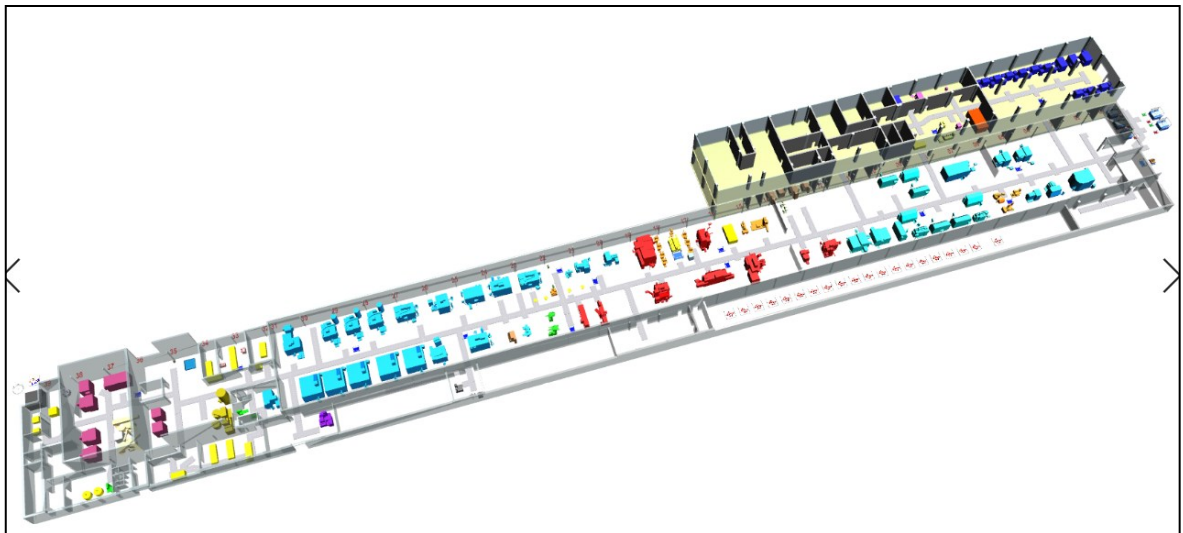
11.3 Koncept 3

Do stávajícího layoutu byly přidány nově zakoupená výrobní zařízení, a to:

- 1 ks 5-osý CNC centrum DMU 85 mB FD
- 1 ks 5-osý CNC centrum CTX Gamma 1250 TC
- 3 ks 5-osý CNC centrum DMC 60 H linear

Tento návrh konceptu s novými stroji a efektivním dispozičním rozmístěním (Obr. 31) zvýší výrobní produkci plánovanou vedením společnosti. Změny uspořádání pracovišť byly navrhovány pouze s mobilními pracovišti.

Náklady za transport byly dle Sankeyova diagramu 6 088 900 Kč/rok.



Obr. 31 Layout –efektivní dispoziční rozmístění

11.4 Koncept 4

Reprezentuje ideální stav. Rozvržení výroby je však spojeno s velkým přesunem výrobních linek, s úpravami v rámci ukotvení strojů apod. Vychází z konceptu 3 a zanedbává jakákoliv omezení v přestavbě linek jak časové, tak i finanční. Byl navržen pro situaci rozložení pracovišť, kdy všechna pracoviště umožňují pohyb. Tento návrh je ideální pro stav, když je společnost ve fázi plánování postavit výrobní závod na zelené louce.

Náklady za transport jsou dle Sankeyova diagramu 5 268 402 Kč/rok.

12 FINANČNÍ ZHODNOCENÍ

Byly zakoupeny nové výrobní stroje, a to:

- 1 ks CTX Gamma 1250 - 5-osé CNC centrum – frézování boční stěny
- 1 ks DMU 85 mB FD - 5-osé CNC centrum – broušení a soustružení
- 3 ks DMC 60 H linear - 5-osé CNC centrum - automatické vrtání větracích otvorů

Požadavky společnosti

- Společnost schválí nákup investice, pokud splňuje návratnost do 5 let
- IRR – vnitřní výnosové procento..... 20 % návratnost za rok

Požizovací náklady

- Náklady na pořízení 5 strojů byly 3 025 000 Eur, tzn. při kurzu 26 Kč/euro byla částka 78 650 000 Kč
- Zvýšení nákladů u 5 ks strojů za energie 250 000 Kč/rok

Celkové náklady.....78 900 000 Kč

Přínosy

- Navýšení výroby o 100 ks hliníkových forem.

Cena 1 ks formy je cca 1 000 000 Kč.

$1\,000\,000 * 100 = 100\,000\,000$ Kč

Čistý zisk je 20 %, tzn.20 000 000 Kč/rok

- Úspora lidských zdrojů a mezd zaměstnanců.

Víceobslužný provoz 5-osých CNC center.

Snížení stavu pracovníků o 10 osob.

Náklad na pracovníka je 600 000 Kč/rok.

$600\,000 * 10 = 6\,000\,000$ Kč/rok

Úspora na mzdách zaměstnanců6 000 000 Kč/rok

Návratnost celé investice

Náklady 78 900 000 Kč

Výnosy 26 000 000 Kč

Doba návratnosticca 3 roky

Velkým přínosem je především to, že ve strojírenské divizi VFC společnosti Continental Barum spol. s r.o. zůstává veškeré know-how nabídek designových řad pneumatik. Pro výrobu tak není prioritní pouze zisk.

ZÁVĚR

Cílem projektu bylo zpracování návrhu výrobního uspořádání haly pro společnost Continental Barum s r.o. Tato společnost s divizí Výroba forem Continental - VFC, která náleží do korporátní organizační jednotky Continental Moulds and Machinery se rozhodla zvýšit výrobu hliníkových forem o 100 ks/rok. V divizi VFC byla provedena přístavba nové haly Annex, kde měla být přesunuta část výroby. Skrz zvýšení výrobního množství a pro zvýšení složitosti dílů bylo cílem této diplomové práce navrhnout reorganizaci stávajících i nových prostor tak, aby došlo k efektivnosti výroby. V projektu došlo i k analýze a návrhu zakoupení nových výrobních strojů, a to:

- 1 ks 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD
- 1 ks 5-osého CNC centra CTX Gamma 1250 TC
- 3 ks 5-osé CNC centrum DMC 60 H linear

Tento návrh byl společností Continental Barum spol. s r.o. schválen. Investice se pohybovala v částce 3 025 000 EUR.

Na základě materiálových toků bylo cílem této diplomové práce stávající i nový prostor reorganizovat tak, aby došlo k efektivnosti výroby. 3D laserovým měřicím snímačem Trimble CX byla naskenována hala, výrobní zařízení a nová přístavba výrobní haly Annex. Použitá technologie WAVEPULCE™ kombinuje nízkou citlivost proti šumu a vysokou distanční schopnost technologií časového letu s vysokou přesností krátkého dosahu, technologie fázového posuvu s nízkou hlučností a vysokorychlostní charakteristikou technologie time-of-flight. Výsledkem jsou vysoce přesná měření v celém provozním rozsahu, která poskytují čistá 3D data potřebná pro průmyslové aplikace.

Pomocí programu Smap3D ScanToCAD byl zajištěn snadný převod existujících fyzických objektů a ploch, získaných ze vstupních informací pomocí 3D skenování do CADu, bez nutnosti je modelovat ručně.

Pro optimalizaci výroby byly použity poznatky získané z výrobních a provozních operací s cílem zlepšit layout výrobní haly a budoucí výkon na pracovišti. Pomocí programu Plant Simulation byl vytvořen automatický tok materiálu na základě vstupních dat procesu. Optimální směr a intenzita pohybu materiálu a výrobků po hale byla sledována pomocí Sankeyova diagramu.

Na základě studia nezbytné teorie a následné analýzy současného stavu byly vytvořeny varianty dispozičního řešení. Pomocí nástroje „LayoutOptimizer“ došlo k určení procentuálního snížení transportních vzdáleností.

Ze čtyř variant jako vyhovující a nejvíce splňující požadavky společnosti byl zvolen koncept 3. Do tohoto layoutu byly zahrnuty nově zakoupené výrobní zařízení, které zvýšily výrobní produkci plánovanou vedením společnosti Continental Barum spol. s r.o. Rozmístění bylo navrhováno dle pracovišť umožňující pohyb.

Mezi další aspekty patří:

- Zrychlení výrobních časů
- Byla navýšena produkce
- Došlo ke snížení lidských zdrojů
- Zlepšení bezpečnosti práce
- Zachování know-how
- Napojení na automatizaci
- Víceobslužná práce
- Klesly náklady/kus
- Optimální náklad za transport byl vyhodnocen na částce 6 088 900 Kč/rok

Z hlediska investice je návratnost výdajů 78 900 000 Kč odhadována na cca 3 roky.

Moderní metody 3D laserový měřicí snímač s použitím technologie WAVEPULCE™, celý proces zpracovávání vysoce výkonnou počítačovou podporou systémů UNIGRAPHICS, DESIGNCAD a dalších softwarových produktů, včetně programu Plant Simulation, který s pomocí Sankeyova diagramu sledoval směr a intenzitu toku materiálu a za pomoci nástroje „LayoutOptimizer“ došlo k určení procentuálního snížení transportních vzdáleností. Tyto inovace a proměny výrobního procesu, softwary a digitalizace umožňují firmě v budoucnu chod dokonale automatizované továrny. Společnost je připravena zvládat rozdílné digitální vstupy a je tak připravena posunovat se dále a stát v čele Průmyslu 4.0.

Během dlouhodobé týmové práce na tomto projektu byly návrhy a postupy průběžně předkládány nejvyššímu vedení společnosti Continental se sídlem v Hannoveru. Po odsouhlasení návrhu realizace vedení divize VFC připravilo implementaci do výroby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- CIE - PLZEŇ. In: Sankeův diagram [online]. ©2016 [cit. 2019-04-09]. Dostupné z:
<http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/sankeyuv-diagram>
- DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production systém. New York: Productivity Press, c2002, xiv, 170 s. ISBN 1-56327-262-8.
- DIGITOV.ZCU.CZ In: VisTable [online]. ©2016 [cit. 2019-04-10]. Dostupné z:
<http://www.digitov.zcu.cz/visTable.php>
- HAVEL, Zbyněk: Využití reverzního inženýrství ve strojírenské technologii, UTB ve Zlíně, Ústav výrobního inženýrství, ©2014, [online] [cit. 2019-10-04], Dostupné z:
http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/28490/havel_2014_dp.pdf?sequence
- CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. 1. vyd. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. Řízení a organizace výrobních procesů. Žilina: Georg, 139 s. ISBN 978-80-89401-26-0
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- KOŠTURIÁK, J. Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2000, 397 s. ISBN 80-7100-553-3.
- JANEČKA, Karel: Digitalizace výfukového potrubí, VUT v Brně, Ústav konstruování, ©2009, [online] [cit. 2019-04-08], Dostupné z:
https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=15581
- JUROVÁ, Marie a kolektiv, 2016. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing a.s., 264 s. ISBN 80-27193-30-1.
- Land management: Metoda Laserové skenování, © 2016 [online] [cit. 2019-04-02] Dostupné z: <http://www.la-ma.cz/?p=88>

- LIKER, Jeffrey K, 2007. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Praha: Management Press, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- MAŠÍN, Ivan, 2005. Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- MILLER, Jon, WROBLEWSKI Mike and Jaime VILLAFUERTE, 2014. Creating a Kaizen Culture: Align the Organization, Achieve Breakthrough Results, and Sustain the Gains. McGraw-Hill Education, 247 s. ISBN 978-0-07-182685-3.
- Skupina ČEZ: Rentgenové záření © 2018 [online] [cit. 2019-04-03] Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/rtg/fyzika.htm>
- TKMOST, Fakulta strojní, Technická univerzita v Liberci, Vývojové a reverzní inženýrství: Způsoby bezkontaktní digitalizace součástí, © 2016 [online] [cit. 2019-04-02] Dostupné z: <http://tkmost.kez.tul.cz/vystupy-projektu/inovace-vyuky-v-oblastikonstrukce/vyvojove-a-reverzni-inzenyrstvi>

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1. Tomáš Baťa (MuniMedia, ©2016)
- Obr. 2. Toyota Production System House (Liker, 2007)
- Obr. 3 Buňkové nebo hnízdové uspořádání pracovišť
- Obr. 4 Sankeyův diagram
- Obr. 5 Program Plant Simulation
- Obr. 6 Layout optimization a Sankeyův diagram
- Obr. 7 Program Plant Simulation a Sankeyův diagram
- Obr. 8 Layout Optimization - náklady za přepravu
- Obr. 9 Principy bezkontaktní 3D digitalizace
- Obr. 10 Členění výrobní haly
- Obr. 11 Hliníková forma
- Obr. 12 Nové 5-osé CNC centrum - DMU 85 mB FD
- Obr. 13 Nové 5-osé CNC centrum CTX Gama 1250 TC
- Obr. 14 Nové 5-osé CNC centrum DMC 60 H linear
- Obr. 15 3D laserový měřicí snímač Trimble CX
- Obr. 16 Princip rozmístování terčů a skenovacích pozic
- Obr. 17 Panoramatické snímky haly (Sken Explorer
- Obr. 18 Sken ve formě mračka bodů (PointCloud)
- Obr. 19 Model haly s pracovišti – současný stav
- Obr. 20 Model haly včetně pracovišť a přístavby Annex 3
- Obr. 21 Kusovník formy
- Obr. 22 Layout haly v současném stavu
- Obr. 23 Sankeyův diagram – současná výrobní hala
- Obr. 24 Sankeyův diagram – přesunutí mechaniků a QS do přístavby Annex
- Obr. 25 Sankeyův diagram - přesunutí gravírovacích strojů a soustruhů do přístavby Annex

Obr. 26 Sankeyův diagram - přesunutí strojů pro frézování do přístavby Annex

Obr. 27 Layout s novými pracovišti

Obr. 28 Sankeyův diagram s novými pracovišti

Obr. 29 Layout – všechna pracoviště jsou pohyblivá

Obr. 30 Sankeyův diagram - všechna pracoviště jsou pohyblivá

Obr. 31 Layout – efektivní dispoziční rozmístění

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Kapacita frézování bočních stěn

Tab. 2 Náklady spojené s nákupem 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD

Tab. 3 Proces nákupu 5-osého CNC centra DMU 85 mB FD

Tab. 4 Kapacita broušení a soustružení bočnic 2018

Tab. 5 Kapacita broušení a soustružení bočnic 2019

Tab. 6 Náklady spojené s nákupem 5-osého CTX Gamma 1250 TC

Tab. 7 Proces nákupu 5-osého CNC centra CTX Gamma 1250 TC

Tab. 8 Náklady spojené s nákupem 5-osého CNC centra DMC 60 H linear

Tab. 9 Proces nákupu 5-osého CNC centra DMC 60 H linear