

Návrh dopravníkového systému pro dopravu surových plášťů

Bc. Marek Olbert

Diplomová práce
2015



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: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek Olbert**
Osobní číslo: **M13585**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Návrh dopravníkového systému pro dopravu
surových plášťů**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Proveďte literární rešerši k danému tématu a na jejím základě formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části.

•

II. Praktická část

- Analyzujte aktuální stav logistiky na vybraných pracovištích.
- Navrhněte nový systém dopravníků v software Plant Simulation.
- Vypracujte projekt nového dopravníkového systému.
- Zhodnoťte očekávané přínosy a rizika projektu.

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, xvii, 297 p. ISBN 36-420-5074-3.

BANKS, Jerry. Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and practice. Norcross, Ga.: Co-published by Engineering, c1998, xii, 849 p. ISBN 04-711-3403-1.

LUKOSZOVÁ, Xenie. Logistické technologie v dodavatelském řetězci. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2012, 121 s. ISBN 978-80-86929-89-7.

ŘEZÁČ, Jaromír. Logistika. 1. vyd. Praha: Bankovní institut vysoká škola, 2010, 215 s. ISBN 978-80-7265-056-9.

SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009, 238 s. ISBN 978-80-251-2563-2.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Michal Pivnička
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 16. února 2015
Termín odevzdání diplomové práce: 27. dubna 2015

Ve Zlíně dne 16. února 2015

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové 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 práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové 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 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 práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-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 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 práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 24.4.2015



.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá projektem návrhu dopravníkového systému na přepravu surových plášťů ve společnosti Continental Barum, s.r.o. Teoreticky se práce věnuje toku materiálu, výrobní logistice a simulačním nástrojům. Cílem práce je simulovat navrhovaný systém pomocí simulačního nástroje, na základě simulace aplikovat opatření, která přispějí k optimalizaci systému a vypracovat projekt dopravníkového systému.

Klíčová slova: materiálový tok, logistika, počítačové simulace, plant simulation, dopravníkový systém

ABSTRACT

Diploma thesis deals about project of design conveyor system to transport raw tires in Continental Barum, s.r.o. The work examines the theory of material flow, production logistics and simulation tools. The aim of diploma thesis is to simulate the proposed system using simulation tools, apply measures that will contribute to system optimization and create the project of conveyor system.

Keywords: material flow, logistics, computer simulation, plant simulation, conveyor system

Děkuji kolegům ze společnosti Contiental Barum za pomoc při zpracování této práce i za rady, doporučení a návrhy, které byly zpracovávány po dobu projektu. Konkrétně Ing. Lukáši Klusáčkovi, Ing. Pavlu Kývalovi, Ing. Tomáši Hůrkovi a Ing. Zdeňku Liškovi.

Děkuji i panu Ing. Michalu Pivničkovi za technické rady týkající se simulačního software a paní doktorce Evě Juříčkové za rady týkající se projektové části.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 SIMULAČNÍ MODEL.....	13
1.1 SIMULACE.....	13
1.2 SYSTÉM	13
1.3 MODEL	13
1.4 MODELOVÁNÍ	14
1.5 DĚLENÍ MODELŮ	14
1.6 VYBRANÉ OBLASTI VYUŽITÍ SIMULACÍ	15
1.7 VYUŽITÍ SIMULACÍ VE VÝROBNÍCH PODNICÍCH	15
1.8 VÝHODY SIMULACÍ.....	15
1.9 NEVÝHODY SIMULACÍ	16
1.10 POSTUP PŘI PROGRAMOVÁNÍ SIMULACE.....	17
1.10.1 Formulace zadání.....	17
1.10.2 Test způsobilosti simulace	17
1.10.3 Formulace cílů.....	17
1.10.4 Sběr dat a jejich analýza	18
1.10.5 Modelování	19
1.10.6 Spuštění simulace	19
1.10.7 Analýza výsledků a jejich interpretace	19
1.10.8 Dokumentace.....	20
1.11 VHODNOST POUŽITÍ SIMULACE.....	20
2 PLANT SIMULATION	21
2.1 PROSTŘEDÍ PROGRAMU.....	21
2.2 ZÁKLADNÍ OBJEKTY	22
2.3 POPIS OBJEKTŮ.....	23
3 VÝROBNÍ LOGISTIKA	25
3.1 ŘÍZENÍ MATERIÁLOVÝCH TOKŮ.....	25
3.2 PRINCIP TLAKU A TAHU	25
3.3 KANBAN	27
3.4 MANIPULAČNÍ PROSTŘEDKY A SYSTÉMY	28
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	31

4.1	HISTORIE	31
4.2	FIREMNÍ KULTURA.....	31
4.3	PORFOLIO VÝROBKŮ.....	33
4.4	ZÁKAZNÍCI SPOLEČNOSTI.....	33
4.5	VÝROBA A JEJÍ ŘÍZENÍ.....	34
4.6	PÉČE O ZAMĚSTNANCE	34
4.7	CONTINENTAL.....	35
4.8	ZÁKLADNÍ POJMY	36
5	SOUČASNÝ STAV	39
5.1	POSTUP VÝROBY	40
5.2	TRANSPORT.....	44
6	VYMEZENÍ PROJEKTU.....	46
6.1	POPIS PROJEKTU	46
6.2	HLAVNÍ A VEDLEJŠÍ CÍLE PROJEKTU	48
7	SIMULACE.....	49
7.1	STANOVENÍ CÍLŮ METODOU SMART	49
7.2	ČASOVÝ PLÁN SIMULACÍ.....	50
7.3	PRVNÍ SIMULACE.....	51
7.3.1	Vstupní data	52
7.3.2	Průběh a výstup simulace.....	54
7.4	DRUHÁ SIMULACE	57
7.4.1	Vstupní data	58
7.4.2	Průběh a výstup simulace.....	60
7.5	TŘETÍ SIMULACE	63
7.5.1	Vstupní data	64
7.5.2	Průběh a výstup simulace.....	66
8	NÁVRH REALIZACE PROJEKTU.....	70
8.1	ČASOVÝ HARMONOGRAM	70
8.2	KLÍČOVÉ AKTIVITY.....	72
8.3	RIZIKA PROJEKTU	76
8.4	ROZPOČET.....	78
8.4.1	Vyčíslení nákladů	78
8.5	NÁVRATNOST INVESTICE	79
8.5.1	Náklady projektu	79
8.5.2	Finanční přínosy projektu	79
8.5.3	Nefinanční přínosy projektu.....	79
8.5.4	Návratnost investice	80
8.6	NÁVRHY A APLIKACE OPATŘENÍ NA ZÁKLADĚ SIMULACE.....	80
	ZÁVĚR.....	82
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	84
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	87

SEZNAM TABULEK	89
SEZNAM PŘÍLOH	90

ÚVOD

Tato práce se zabývá návrhem a simulací dopravníkového systému na Hlavní výrobě společnosti Continental Barum, s.r.o. v programu Plant Simulation a následnými návrhy na optimalizaci celého systému a vypracování návrhu projektu.

Teoretická část diplomové práce se v první kapitole věnuje problematice simulací, definování jejich důležitých součástí a také obecnému postupu, který je spojen s modelováním simulací. Tyto poznatky jsou využity v praktické části práce. V dalších kapitolách je rozebrán simulační software Plant Simulation, který je využíván pro simulaci v praktické části a také je v teoretické části charakterizována výrobní logistika, konkrétně řízení materiálových toků, princip tlaku a tahu nebo manipulační prostředky a systémy.

V praktické části je představena společnost Continental Barum, s.r.o., její hlavní oblastí působení, výroba a její zařízení a také základní pojmy, které bezesporu k této společnosti patří a jsou důležité pro porozumění praktické části práce. Dále je zde analyzován současný stav postupu výroby na jednotlivých pracovištích a systém transportu mezi konkrétními pracovišti, kterému se tato práce věnuje. Jedná se o transport polotovarů mezi pracovišti Konfekce, Emulgační zařízení a Lisovna. Cílem práce je pracovat na projektu, který má za cíl automatizovat přepravu polotovarů mezi pracovišti, tím, že bude vytvořený simulační model navrhovaného dopravníkového systému. Výstupem práce budou soubory obsahující simulace jednotlivých prvků dopravníkového systému, návrhy na úpravu navrženého systému, jejich aplikace a následné ověření návrhu pomocí nových či upravení stávajících simulací. Následuje návrh realizace projektu dopravníkového systému.

Projektová část se zabývá návrhem realizace projektu dopravníkového systému, včetně vypracování časového harmonogramu, klíčových aktivit či rozpočtu nebo rizik projektu a úprav projektu na základě jeho simulace.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem práce je navrhnout dopravníkový systém v software Plant Simulation na Hlavní výrobě společnosti Continental Barum, s.r.o. a vypracovat návrh projektu tohoto systému. Dalšími cíli práce jsou návrhy optimalizačních opatření systému vytvořených na základě simulace systému.

Simulace bude provedena pomocí počítačové simulace programem Plant Simulation, protože se jeví jako vhodný nástroj testování návrhů systému kvůli možností dynamického a bezpečného experimentování či možnosti analýzy navrženého systému v rámci delšího časového období. Vstupní data do simulací budou zajištěni pomocí exportu dat ze všech relevantních databázových programů společnosti a výkazů. V projektové části byla použita metoda RIPRAN pro vyjádření rizik projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SIMULAČNÍ MODEL

Pro pochopení základních principů simulací a jejich modelování je vhodné si vysvětlit základní pojmy.

1.1 Simulace

Pojem simulace můžeme definovat jako reprodukci reálného systému a jeho dynamických prvků, jejichž výsledky můžeme reálně aplikovat. Simulace se skládá z fáze přípravy, implementace a vytvoření experimentu v simulačním modelu.

Simulace jakéhokoli systému ve výrobě představuje důležitý nástroj, který nám umožňuje efektivnější rozhodování, plánování implementaci a řešení komplexních technických řešení. Velmi přínosná je také z hlediska zvyšování kvality produkce, flexibility nebo komplexity. (Bangsow, 2010, s. 2)

Simulaci lze definovat také jako napodobování provozu reálného světa procesu nebo systému v průběhu času. Simulace je nepostradatelným řešícím nástrojem metodologie pro hledání řešení různých reálných problémů. Simulace se používá k popisu a analýze chování systému, hledání odpovědi na „co když“ a podpoře vyvážení nových systémů. (Banks, c1998, s. 3)

1.2 Systém

Systém lze charakterizovat jako soubor elementárních částí, které mají mezi sebou určité vazby. Systémy lze následně rozdělit do kategorií podle různých kritérií:

- reálné (existující) systémy – výrobní proces
- nereálné (fiktivní, ještě neexistující) systémy – počítačové hry
- statické systémy – nemění svůj stav v čase
- dynamické systémy – mění svůj stav v čase

Pro simulace jsou významné především dynamické systémy. (Peringer, 2012, s. 6)

1.3 Model

Model je napodobenina systému jiným systémem — například (v našem případě) počítačovým programem. Model systému musí napodobovat všechny pro naše účely relevantní vlastnosti systému. Jako příklad lze uvést soustavu diferenciálních rovnic. (Peringer, 2012, s. 6)

1.4 Modelování

Modelování je proces vytváření modelu systému na základě našich znalostí o něm. Tento proces je velmi náročný a většinou vyžaduje znalosti z více oborů. Kvalita vytvořeného modelu hlavním způsobem ovlivní výsledky získané experimentováním s modelem. (Peringer, 2012, s. 6)

1.5 Dělení modelů

Modely lze rozdělit podle velké řady kritérií. Můžeme je dělit dle způsobu matematického zápisu, úrovně abstrakce, metody implementace a podle řady dalších kritérií.

Základní dělení můžeme určitě takto:

- Spojité modely – proměnné modelu mění svůj stav spojitě, jsou teda popsitelné například diferenciálními rovnicemi.
- Diskrétní modely – stav modelu se mění skokově v diskrétních časových momentech. To si můžeme představit jako nekonečný automat.
- Kombinované modely – jsou kombinací dvou předchozích, obsahují diskrétní i spojité prvky zároveň.

Dále se modely dělí na:

- Konceptuální modely – zobrazují základní strukturu (objekty a vztahy mezi nimi). Nejčastěji jsou používané v základní fázi modelování.
- Deklarativní modely – zobrazují změnu systému ve stavovém prostoru jako důsledek vstupu.
- Funkcionální modely – obsahují funkce a proměnné. Nejčastěji složí z modelování fyzikálních systémů, jako tok materiálu.
- Modely popsané rovnicemi a grafy – tyto modely jsou nejvhodnější pro reprezentaci přírodních zákonů.
- Prostorové modely – zobrazují prostorovou dekompozici systému. Z malých částí se snažíme pochopit chování celého systému (vesmír),
- Multimodely – kombinace výše popsaných modelů. (Peringer, 2012, s. 13)

1.6 Vybrané oblasti využití simulací

- Biologie a lékařství - model šíření epidemie AIDS, modely působení léky v organismu, modelování růstu bakterií
- Fyzika - model jaderného reaktoru, model šíření zvuku v místnosti
- Chemie - modely chemických reakcí, výpočty vlastností látek
- Astronomie - model srážky galaxií, simulace pohybu planet kolem Slunce
- Meteorologie - modely pro předpověď počasí (výsledky vidíte každý den v televizi)
- Geologie - model zemětřesení
- Technika obecně - simulované crash testy automobilů, model mikroprocesoru, simulace elektrických obvodů, nanotechnologie – chování atomů
- Ekonomika - hromadná obsluha – model supermarketu, modely trhu s akciemi
- Doprava - model dopravní situace ve městě a související model znečištění ovzduší
- Výuka - demonstrační modely, hry (např. simulátor letadla)
- Filmy, počítačové hry - modely pro různé vizuální efekty (Peringer, 2012, s. 6)

1.7 Využití simulací ve výrobních podnicích

- Minimalizace rizik při investičních akcích
- Optimalizace procesních časů
- Eliminace plýtvání
- Detekování potenciálních problémů
- Zjištění kapacitních možností strojů a výroby
- Zjištění optimálního taktu výroby
- Detekování úzkých míst
- Testování různých scénářů pro výběr optimální alternativy
- Redukce zásob na reálně potřebnou úroveň
- Maximalizace využití zdrojů

1.8 Výhody simulací

Obecně se dá považovat za hlavní výhody simulací cena, rychlost a bezpečnost v porovnání s reálným experimentem.

- Cena – hraje klíčovou roli pro využití simulací. Například crash testy automobilů se dnes provádějí výhradně pro ověření simulačních experimentů.

- Rychlost – další z klíčových faktorů simulací. Můžeme urychlit simulaci růstu květin nebo šíření se nemocí, ale také zpomalit pohyb atomů v nanotechnologických systémech.
- Bezpečnost – aby bylo možné předejít testování jaderných bomb nebo výbuchů atomových elektráren, lze vše bezpečně simulovat.
- Složitost – reálné experimenty někdy nejsou proveditelné z důvodů složitosti, například sledování vývoje lidské populace nebo chování se rozsáhlé epidemie. Při simulacích jsme omezeni pouze výkonem simulačního software a hardwarem počítače.
- Omezenost – reálný experiment nelze provést a simulace je jedinou možností, jak experimentovat. Například srážky galaxií a chování se vesmíru.

S ohledem na neustálý růst výpočetního výkonu je stále výhodnější, rychlejší a ekonomičtější experimentovat na modelech, než na originálních systémech. (Peringer, 2012, s. 9)

1.9 Nevýhody simulací

Navzdory výše zmíněným výhodám mají simulační metody i závažné nevýhody, které musíme brát v potaz a snažit je eliminovat případně co nejvíce minimalizovat.

- Validita – validita modelu je zásadní, protože ve chvíli kdy máme chybný model, který na první pohled může poskytovat správná data (dle porovnání s reálným modelem), může mít tento fakt fatální následky (chyba se může projevit pouze při určité situaci). Před prováděním jakéhokoli experimentu je potřeba provést důkladnou kontrolu správnosti vytvořeného simulačního modelu.
- Náročnost na výpočetní výkon – toto je problém všech komplexních simulací. Dnešní superpočítače jsou používány zejména za účelem simulací. Nicméně s rostoucím výkonem výpočetní techniky lze provádět simulace i běžných domácích počítačích, ale jsme tady více limitováni výkonem.
- Časová náročnost simulací - simulaci získáváme konkrétní výsledky – pokud provedeme změnu parametrů systému, pak je potřeba celou simulaci opakovat, což je časově náročné.
- Vysoká náročnost modelů – vytvořit model, například mikroprocesoru může být stejně náročné, jako navrhovat samotný mikroprocesor. Proto se používají modelovací jazyky, které jsou vhodné jak pro návrh systému, tak pro jeho simulaci. (Peringer, 2012, s. 10)

- Jednoduché odpovědi na složité otázky – Obvykle není možné dát na základě simulace jednoduchou odpověď na komplexní problém. V systému, který obsahuje spoustu komponentů a interakcí, je důležité zvážit každý jednotlivý element. Je možné zjednodušit předpoklady pro účely vývoje do rozumného modelu a rozumného časového rámce, nicméně neměly by být ignorovány kritické elementy systému. (Chung, c2004, s. 1-5)

1.10 Postup při programování simulace

Při programování simulace lze seřadit jednotlivé kroky následovně.

1.10.1 Formulace zadání

Na začátku musí být ujasněno zadání simulace a požadavky na ni. Výsledek zadání a požadavků by měly být sepsány včetně technických specifikací, které obsahují daný problém, který by měl být v simulaci řešen. (Bangsow, 2010, s. 2)

1.10.2 Test způsobilosti simulace

K posouzení způsobilosti je třeba brát v potaz:

- Analyticko-matematický model, např. počet proměnných
- Komplexita a faktory, kterými je tvořena
- Přesnost dat
- Limity systému
- Znovupoužitelnost simulačního modelu (Bangsow, 2010, s. 3)

1.10.3 Formulace cílů

Cíle každé společnosti se skládají z primárního cíle, jako je například zisk a subcílů, které se navzájem ovlivňují. Definovat cíl u simulace je neméně důležité. Cíle můžou být:

- Minimalizace procesního času
- Maximální využitelnost
- Minimální zásoby
- Efektivnější logistika

Dané cíle jsou na konci simulace podrobeny analýze i se zaměřením na to, jak se navzájem cíle ovlivňují. (Bangsow, 2010, s. 3)

1.10.4 Sběr dat a jejich analýza

Struktura dat může být následující:

- Základní data
- Organizační data
- Technická data (Bangsow, 2010, s. 4)

Tabulka 1 – Rozdělení kategorií při sběru dat (Bangsow, 2010, s. 4)

Technical data	
Factory structural data	Layout Means of production Transport functions Transport routes Areas Restrictions
Manufacturing data	Use time Performance data Capacity
Material flow data	Topology Conveyors Capacities
Accident data	Functional accidents Availability
Organizational data	
Working time organization	Break scheme Shift scheme
Resource allocation	Worker Machines Conveyors
Organization	Strategy Restrictions Incident management
System load data	
Product data	Working plans BOMs
Job data	Production orders Transportation orders Volumes Dates

1.10.5 Modelování

Proces modelování spočívá v konstrukci a testování simulačního modelu. Běžně je tvořen dvěma kroky:

- Konstrukce specifického modelu
- Přenesení modelu do programového modelu (Bangsow, 2010, s. 4)

Konstrukce specifického modelu

Nejprve je nezbytné porozumět simulačnímu systému. Podle požadavků, jenž testujeme, je třeba zvážit přesnost simulace. Po zvážení přesnosti jsou ujasněny faktory, které budou v simulaci zjednodušeny oproti realitě. Toto je možné shrnout do dvou kroků:

- Analýza
- Abstrakce

Po analýze systému bude systém zjednodušen na přijatelnou míru. Konkrétní vlastnosti systému budou co nejvíce sníženy, ale pouze do bodu, kde budou stále zachovávat věrný obraz reality. Týká se to hlavně nerelevantních vlastností systému. Relevantní vlastnosti budou zjednodušeny či zobecněny. (Bangsow, 2010, s. 5)

Přenesení modelu do programového modelu

V kroku dva je zkonstruována simulace a otestována. Výsledky konstrukce simulace jsou zdokumentovány. Tento krok se často zanedbává, což způsobuje nemožnost použití simulačního modelu v budoucnu kvůli nejasné konstrukci a vlastnostem simulace či reality. (Bangsow, 2010, s. 5)

1.10.6 Spuštění simulace

V závislosti na cílech simulace budou provedeny experimenty podle daného testovacího plánu. Testovací plán zahrnuje individuální experimenty, nastavení (parametry) modelu, cíle a očekávaný výsledek. (Bangsow, 2010, s. 5)

1.10.7 Analýza výsledků a jejich interpretace

Změněné hodnoty vlivem simulace modelovaného systému je klíčové správně interpretovat. Odvívá se od toho úspěch celé simulační studie. Pokud změněné hodnoty (výsledky) neodpovídají hodnotám očekávaným, je nezbytné analyzovat jaký prvek či prvky je zodpovědný za tento výsledek.

Je také důležité mít na paměti tzv. rozjezdovou fázi (ramp up/warm up phase) simulace. Tato fáze nastává po spuštění simulace, kdy například trvá nějakou dobu doručení daného produktu ke stroji nebo materiálu na výrobu. (Bangsow, 2010, s. 5)

1.10.8 Dokumentace

Je vhodné vést dokumentaci o průběhu modelování simulace i o jejím výstupu. Dokumentace by měla poskytnout náhled na časovou studii a také popis vykonaných kroků v simulaci. Samozřejmě nejdůležitějším výstupem práce je prezentace výsledků dosažených simulací. (Bangsow, 2010, s. 6)

1.11 Vhodnost použití simulace

Simulace není jediným řešením vytvoření experimentu. Lze využít také například analytické řešení modelů, které využívá matematické vztahy. Abstraktní model řešíme pomocí matematických metod. Výsledky jsou potom ve formě vztahů, ve kterých se jako proměnné vyskytují parametry modelu — dosažením konkrétních hodnot získáme řešení. Toto je zásadní výhoda analytického řešení proti simulaci, protože výsledek je přesnější a jeho výpočet je méně časově náročný. Kdy je teda možné použít simulaci a ne analytický model?

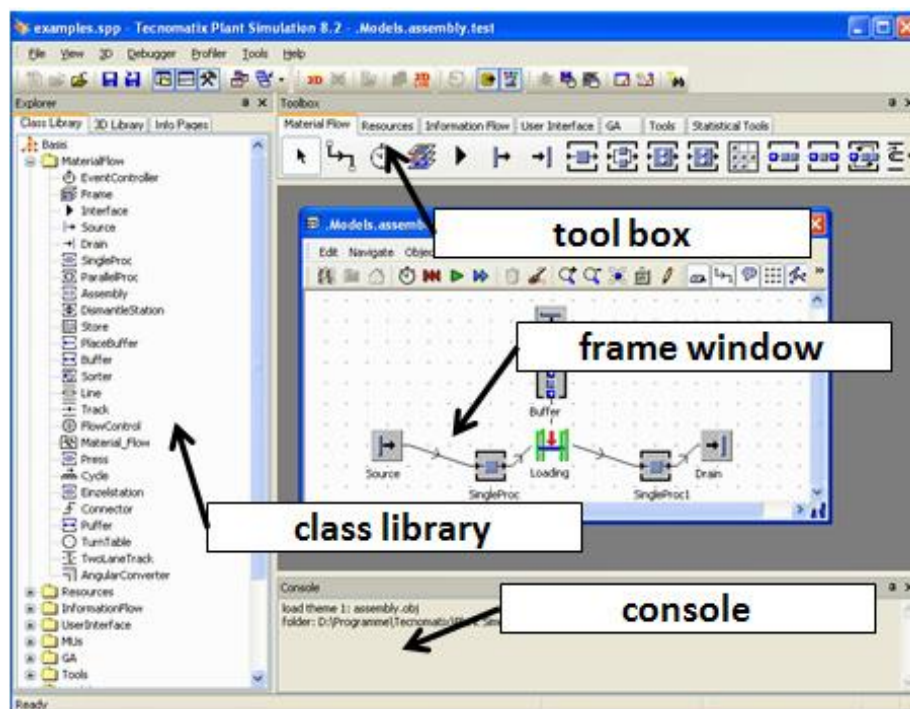
- neexistuje úplná matematická formulace problému nebo nejsou známé analytické metody řešení matematického modelu
- analytické metody vyžadují tak zjednodušující předpoklady, že je nelze pro daný model přijmout
- analytické metody jsou dostupné pouze teoreticky, jejich použití by bylo obtížné a simulační řešení je jednodušší
- modelování na počítači je jedinou možností získání výsledků v důsledku obtížnosti provádění experimentů ve skutečném prostředí
- potřebujeme měnit časové měřítko — simulace umožňuje téměř libovolné urychlování nebo zpomalování příslušných dějů (Peringer, 2012, s. 11)

2 PLANT SIMULATION

„Plant Simulation je nástroj pro simulaci diskretních událostí, který pomáhá vytvářet digitální modely logistických systémů (např. výroby), abyste mohli zkoumat charakteristiky systému a optimalizovat jeho výkonnost. Tyto digitální modely vám umožňují provádět pokusy a scénáře „co kdyby“ bez narušení stávajících výrobních systémů nebo, v případě použití v procesu plánování, dlouho před instalací skutečných výrobních systémů. Rozsáhlé analytické nástroje, jako je analýza překážek, statistiky a grafy, vám umožňují vyhodnotit různé výrobní scénáře. Výsledky vám poskytují informace potřebné k činění rychlých a spolehlivých a chytřejších rozhodnutí v raných fázích plánování výroby.

S řešením Plant Simulation můžete modelovat a simulovat výrobní systémy a jejich procesy. Vedle toho můžete optimalizovat tok materiálu, využívat zdroje a logistiku pro všechny úrovně plánování od jednotlivých výrobních linek přes lokální továrny až po globální výrobní závody.“ (Siemens PLT software, 2015)

2.1 Prostředí programu



Obrázek 1 - výchozí rozmístění pracovního prostředí v Plant Simulation (Bangsow, 2010, s. 8)

Plant simulation pracuje se třemi výchozími okny. Vlevo, z našeho pohledu, se nachází knihovna všech prvků simulace – prvky obsažené v simulaci, jako objekty a entity i jednotlivá simulační okna, neboli

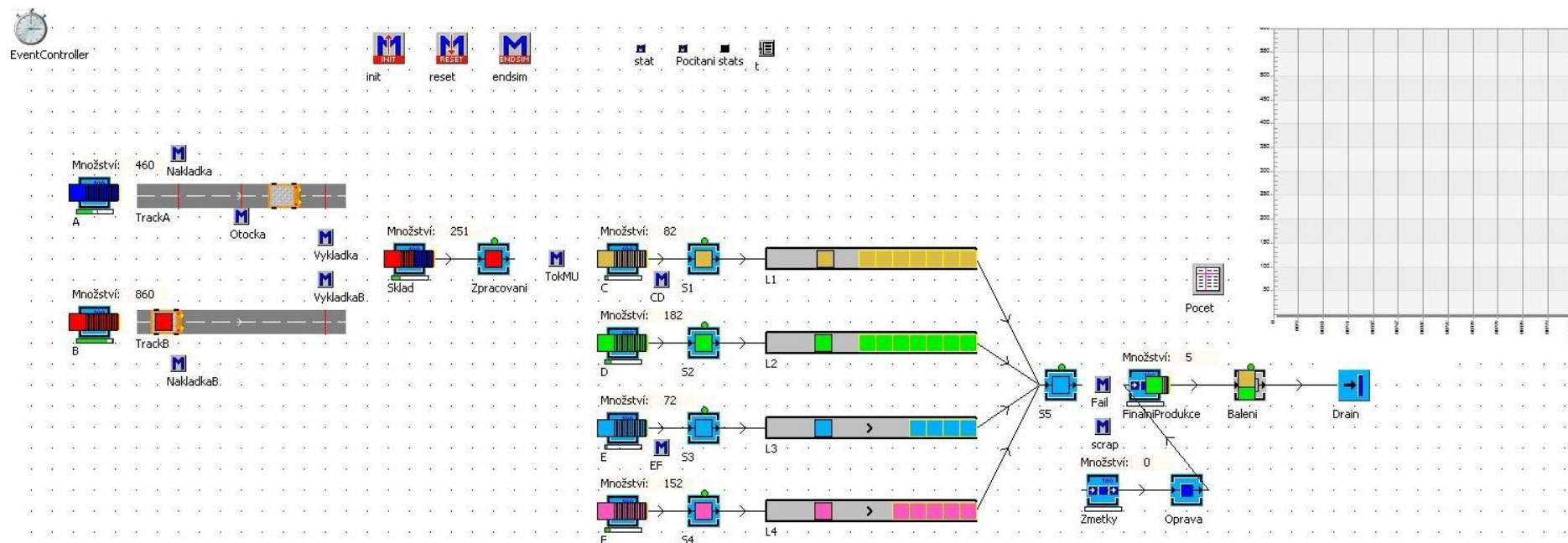
framy. Můžeme zde nalézt i scénáře, které můžeme využít nebo

složí jako záloha při experimentech. V horní rozmístění výchozího rozmístění simulačního okna programu se nachází panel se všemi moduly, tzv. toolbox.

Můžeme odtud jednoduše vložit objekty do simulace. Největší plochu zabírá simulační okno neboli frame windows. Zde probíhají veškeré operace a námi definovaná simulace. (Siemens PLT software, 2015)

2.2 Základní objekty

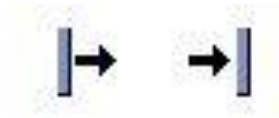
Na následující jednoduché simulaci jsou představeny základní objekty, které program Plant Simulation nabízí. Objekty jsou v simulaci seřazeny a poskládány v logickém pořadí dle zadání. Simulace má svůj počáteční objekt, kterým entity do simulace vstupují a taktéž i objekt, kterým entity simulaci opouštějí.



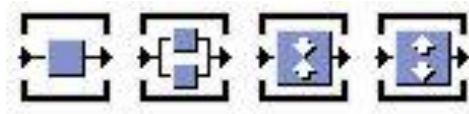
Obrázek 2 – Vzorová ukázka jednoduché simulace (vlastní zpracování)

2.3 Popis objektů

U popisu objektu je vždy uveden originální název a v uvozovkách jeho český překlad.



Source/Zdroj a Drain/Výstup. Objektem Vstup jednotlivé prvky do simulace vstupují a naopak objektem Výstup prvky ze simulace odcházejí.



Čtyřizákladní druhy výrobních procesů. Zleva se jedná o SingleProc/Jednoduchá operace, ParallelProc/Paralelní operace, Assembly/Montáž, Dismantle/Demontáž. Prvními dvěma objekty prochází a jsou po nějaký čas opracovány. U montáže a demontáže je z objektu vytvořeno méně objektů (montáž) a nebo více objektů (demontáž).



Line/Dopravník. Objekt, který přemísťuje entity či jiné objekty například mezi pracovišti danou rychlostí a nastavením.



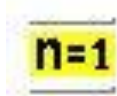
Buffer/Sklad. Objekt sloužící pro zadržení i akumulaci daného počtu entit po dané čas a za daných podmínek.



Entita/Entita a Transporter/Auto. Entita zobrazuje prvek v simulaci nahrazující reálnou entitu, například hotový výrobek, polotovár, materiál, osobu, cokoli. Transporter má možnost „naložit“ daný počet entit a transportovat je na určené místo.



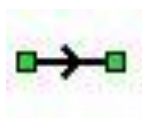
Method/Metoda. Slouží k zapisování kódu, který ovlivňuje chování simulace. Tento objekt můžeme definovat jako základ simulačního programu.



Variable/Proměnná. Objekt umožňující nabývat hodnot definovaných v metodě



Init, Reset a EndSim. Jedná se o speciální typy metod. Init se se spustí při spuštění simulace. Jejím účelem je nastavit simulaci do výchozí pozice a provést některé úkony, které jsou v čase provedeny před spuštěním času. Jinými slovy řečeno, nejprve se vykoná metoda Init a teprve poté se rozbíhá čas a tím i celá simulace. EndSim: metoda se vykoná ve chvíli, kdy simulace dojde na konec. To znamená, že doběhne čas (simulace se zastaví) a jsou vykonány úkony naprogramované v této metodě. Reset: metoda je provedena při restartování simulace (tj. při kliknutí na tlačítko reset). (Pivnička, 2015)



Connector/Spojovník. Umožňuje propojovat dané prvky simulace navzájem například z pohledu toků materiálů.



EventController/Čas. Nástroj spouští simulaci. Také ji pozastavuje, určuje rychlost. Nastavuje také dobu běhu simulace a čas začátku, případně ukončení.

3 VÝROBNÍ LOGISTIKA

Výrobní logistika řídí a kontroluje materiálové toky od skladu pořízených surovin a polotovarů přes jednotlivé dílčí fáze výrobního procesu až na úroveň skladu hotových výrobků. Sleduje cíl, který je dodat zboží ve správném množství, složení a kvalitě v požadovaný okamžik na místo potřeby výrobku při minimálních nákladech a s optimálními dodavatelskými službami. (Řezáč, 2010, s. 121)

3.1 Řízení materiálových toků

Vývojová stádia řízení výroby a jejich materiálových toků vycházejí zpravidla z členění podle spektra výrobního programu:

- **Hromadnou výrobu** – Malý počet druhý výrobků ve velkých množstvích
- **Sériovou výrobu** – Menší počet druhý (variant) produktů ve středně až velkých množstvích
- **Kusovou výrobu** – Velký počet druhý produktu v malých množstvích
- **Kontinuální výrobu** – Hromadná výroba několika produktů příbuzného druhu, plynulé přechody mezi technologickými operacemi bez skladování a výrobní zařízení plně podřízené výrobkům
- **Linkovou výrobu** – Několik výrobků je vyráběno na pružných zařízeních stejného druhu, umístěných podle skupin produktů
- **Zakázkovou výrobu** – Velký počet variant výrobků nebo výrobků individualizovaných podle přání zákazníka (Řezáč, 2010, s. 122)

3.2 Princip tlaku a tahu

Hlavním cílem systémů řízení výroby je vytvořit systémy schopné pružně reagovat na změny v poptávce při nízkých výrobních nákladech a snížit na minimum riziko nevyužití vytvořených zásob výrobků, polotovarů nebo surovin.

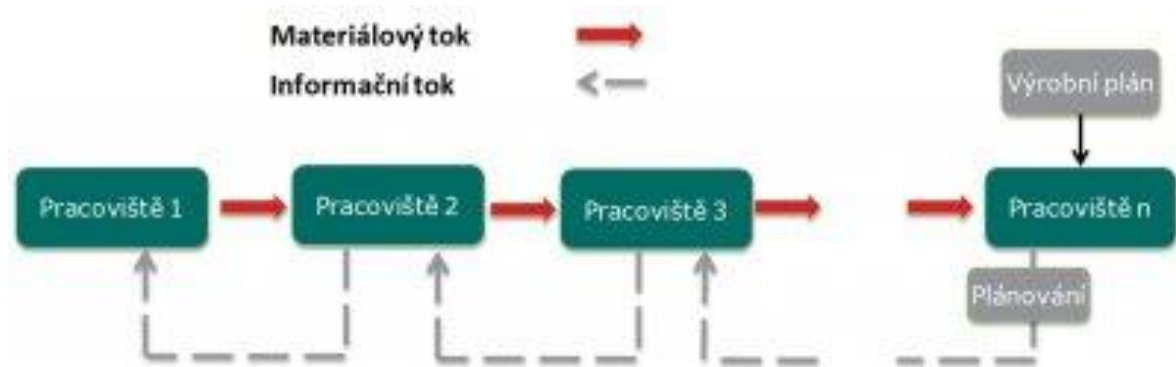
Cílem tahových systémů je redukování nebo limitování nákladů spojených s celkovou potřebou zboží a materiálového toku. Systém tahu směřuje k následujícímu:

- Malá nebo omezená zásoba surovin a komponentů
- Dodavatel dodává v čase a množství požadované odběratelem
- Dodavatel dodává ve stoprocentní kvalitě
- Minimální a uvážlivě řízená vyrovnávací zásoba mezi následnými operacemi

- Žádné zmetky během výroby, předcházející operace poskytuje 100% kvalitu pro následující operaci
- Dodává se pouze materiál a výrobky, po kterém je poptávka
- Minimální zásoba hotových výrobků.



Obrázek 3 – Princip systému tlaku (API, 2015)



Obrázek 4 – Princip systému tahu (API, 2015)

Tahové systémy řízení - výhody

- Rychlé přizpůsobení se přání zákazníka
- Minimální vázanost peněžních prostředků v zásobách
- Zjednodušené řízení na základě decentralizace
- Zvýšení kvality
- Snížení poruch zařízení

Tahové systémy řízení – nevýhody

- Nutná změna myšlení
- Náklady na zavedení tahového systému (decentralizace, změna layoutu, změna motivace, změna řídicích metod)
- Udržení a neustálé zlepšování použitých metod (API, 2015)

3.3 Kanban

Slovo „kanban“ pochází z japonštiny a významově se dá přeložit jako ukazatel směru a do- slovně jako karta. Počátek kanbanu se datuje do doby začátků společnosti Toyota. Na pře- lomu padesátých a šedesátých let dvacátého století, Taiichi Onho vytvořil strategii kanban řízení výroby mezi jednotlivými procesy. Historicky byl kanban vytvořen za účelem redukce nákladů a řízení zásob, avšak Toyota dále rozvinula systém do podoby vhodné k identifikaci překážek v toku materiálu a hledání možností k neustálému zlepšování. (Groos, Mcinnis, 2003)

Kanban je systém řízení, který nám přináší do podniku tahové principy. Jeho hlavní oblasti jsou:

- Co je potřeba?
- Kdy to je potřeba?
- Kolik toho je potřeba?
- Odkud a kam se potřebné přesune?

Přínosy kanbanu jsou následující:

- Jednoduchost – jasné a důkladné manuální a vizuální řízení procesů
- Nízké náklady – výrobní signály obstarávají nízkonákladové vizuální pomůcky
- Flexibilita – pull principy přináší rychlejší odezvu ke změnám v objednávkách zá- kazníka
- Redukce zásob – snahou systému kanban je postupná eliminace úrovně všech skladů na nezbytné minimum
- Redukce ztrát – kanban minimalizuje možné ztráty eliminací nadvýroby, nepotřeb- ného materiálu i přidruženého skladovacího místa.
- Zvýšení produktivity – kanbanu synchronizuje všechny kroky v daném procesu
- Delegace zodpovědnosti – vizuální signály dávají operátorům zodpovědnost k uči- nění rozhodnutí o produkci a doplňování zásob
- Just in Time principy – kanban přináší dva základní elementy související s JIT: mož- nost řídit materiálový tok a možnost řízení zásob souvisejících s tokem
- Kanban nemusí existovat jen uvnitř podniku, ale i mezi:
 - dodavatel – centrální sklad,
 - dodavatel – montážní sklad apod. (Cimorelli, 2006, s. 12)

3.4 Manipulační prostředky a systémy

Manipulací se rozumí změna polohy materiálu, zboží či polotovaru v jednom konkrétním místě nebo dopravu na určitou vzdálenost. Manipulační prostředek je součástí aktivních prvků logistického systému, jehož cílem je fyzicky realizovat logistické funkce – posloupnost netechnologických operací s pasivními prvky, např. operace balení, tvorbu a manipulaci manipulačních jednotek, uskladňování, vyskladňování či kontrolu. Manipulační systémy řeší vždy základní problém výrobce, kterým je přemístění správného výroku ve správný čas na správné místo a s optimálními náklady. (Řezáč, 2010, s. 110)

Manipulační zařízení můžeme rozdělit do 3 základních kategorií:

- Podle druhu pohybu – horizontální, vertikální, horizontální i vertikální a speciální
- Podle druhu manipulovatelného materiálu – prostředky kusové, materiály, sypké materiály, kapaliny, plyny, univerzální
- Podle způsobu práce – prostředky s přetržitým pohybem a prostředky s plynulým pohybem (Řezáč, 2010, s. 112)

Prostředky a zařízení s přetržitým pohybem

- **Výtahy** – vhodné pro vertikální přemísťování kusového materiálu, paletových jednotek apod. – jsou klecové, stožárové nebo výsypného provedení s většinou elektrickým pohonem
- **Zvedáky** – jednoduché manipulační prostředky pro zvedání středně těžkých až velmi těžkých břemen do poměrně malých výšek. Mohou být mechanické, elektromechanické, hydraulické nebo pneumatické
- **Kladky a kladkostroje** – jednoduché prostředky pro zdvihání lehčích břemen, které během provozu obvykle nemění svou polohu. Jsou lanové nebo řetězové s převodem pomocí šnekového nebo čelního ozubení (Řezáč, 2010, s. 113)
- **Portálový jeřáb** – svým tvarem připomíná portál. Hlavními součástmi portálového jeřábu jsou most neboli nosník (případně dva nosníky) a podpěry neboli stojiny, které mohou být se zemí spojeny napevno nebo se pohybovat po určité dráze (po kolejnici nebo pomocí vlastních pneumatik). Samotnou práci provádí portálový jeřáb pomocí tzv. kočky s kladkostrojem nebo pomocí otočného výložníku. Tyto zařízení jsou zavěšeny na nosník a mohou se pohybovat po jeho dráze. Slouží tedy jak k vertikálnímu

zdvihu nebo spouštění, tak k horizontálnímu přesouvání břemen. Jako závěsný prostředek slouží hák nebo traverza – pevná nebo otočná. (Adamec Crane Systems, 2015)



Obrázek 5 – Portálový jeřáb (Adamec Crane Systems, 2015)

Prostředky a zařízení s plynulým pohybem

- **Dopravníky** – zpravidla členěny na podvěsné s vlečnými vozíky, podlahové, vozíkové, pásové a lanopásové, žlabové, článkové, řetězové podvěsné, pneumatické a také hydraulické. Dále zde lze zařadit visuté dráhy, skluzy, elevátory, nakladače i vykladače.
- **Pásové a lanopásové dopravníky** – nejčastěji užívaným typem dopravníku. Využití spadá do oblasti manipulace s materiálem. Rychlost pásu se volí v závislosti na druhu přemísťovaného materiálu či produktu. Sklad se odvozuje od provedení pásu. Pásové dopravníky mohou být stabilní, pojízdné nebo přenosné. Materiál pásů může být pryžový, ocelově, plastový či pletivový. Materiál či produkty mohou přemísťovat vodorovně, šikmě či lomeně.
- **Článkové dopravníky** – přemísťují materiál či produkty pomocí pásu složeného z článků, nesených jedním, častěji dvěma otočnými řetězy. Článkové dopravníky se používají pro sypký i kusový materiál či produkty v případě, kdy materiál či produkty jsou značně objemově těžké a není snadné použít běžný pásový dopravník.

Řetězové podvěsné dopravníky – přemísťují materiál či produkty v uzavřeném okruhu nebo po linkách navazujících na okruh, po drahách různých tvarů vedených na úrovni podlahy. Jsou schopné vykonávat i složité operace v potřebném sledu včetně technologických operací, jako je máčení, stříkání, sušení a podobně. Činnost těchto dopravníků lze dobře automatizovat. (Řezáč, 2010, s. 115)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Continental Barum spol. s r.o. sídlící v Otrokovicích je největším českým výrobcem pneumatik a také největším závodem na výrobu pneumatik v Evropě. Vyrábí se zde osobní, nákladní a industriální pláště. Společnost je velmi významným regionálním zaměstnavatelem, v současnosti zaměstnává přibližně 4 500 zaměstnanců. Plocha závodu pokrývá 738.552 m² a denní produkce je přibližně 65.000 kusů plášťů za použití moderních výrobních zařízení a nejmodernějších technologií. (Continental AG, 2015)

4.1 Historie

Vznik značky Barum se odehrál pravděpodobně spojením počátečních písmen tří největších gumárenských závodů v Československu – BAťa, RUBena a Mitas. Neexistují jednoznačné podklady, které by objasnili původ vzniku značky. Jednou z dalších variant nahrazení společností Mitas v předchozí „rovnici“ společností Michelin nebo také anglická zkratka – BAťa RUBber Manufacture.

V roce 1932 byla vyrobena první pneumatika u firmy Baťa Zlín. V roce 1946 potom vznikla nová obchodní značka Barum a nahradila jméno Baťa v názvu výrobku. O sedm let později vznikl samostatný národní podnik Rudý říjen Gottwaldov. 1966 byla zahájena výstavba nové pneumatikárny v Otrokovicích. O šest let později bylo slavnostní otevření nové pneumatikárny Rudý říjen Otrokovice. Po revoluci, konkrétně v roce 1990 byl podnik zaregistrován pod názvem Barum a.s. Otrokovice. Dva roky na to, v roce 1992, je podepsán kontrakt s Continental AG o založení Joint-Venture a v roce 1993 vzniká Barum Continental spol. s r.o., která se ke dni 1. března. 2000 stává největším výrobcem pneumatik v Evropě. (Continental AG, 2015)

4.2 Firemní kultura

Continental Barum je strategickým hráčem na mezinárodní úrovni a nabízí rovné příležitosti pro všechny. Tento princip je nedílnou součástí naší firemní kultury.

Ve společnosti jsou vítáni všichni, bez ohledu na národnost, věk, pohlaví, původ, sexuální orientaci či zdravotní stav. Rozhodující jsou jen dovednosti uchazeče a jeho potenciál. (Continental AG, 2015)

V oblasti technologií je Continental jedničkou ve svém oboru. Toto postavení je možné udržet jen tehdy, pokud lidé, kteří jsou součástí naší společnosti, mohou rozvíjet své nápady v

prostředí, které je inspiruje a motivuje. Pokrok, spolupráce a kompetentní odborníci vytvářejí týmového ducha naší společnosti a to po celém světě. Rozhodující jsou pro něj následující faktory:

- **Špičkový výkon**
Motivuje jednání každého z nás a všech týmů na celém světě. U nás můžete od ostatních čekat více, protože každý očekává více sám od sebe.
- **Touha být nejlepší**
Jsme jedničkou ve svém oboru, být druzí nám nestačí.
- **Týmová práce**
Naši každodenní práci charakterizují transparentní organizační struktura, otevřená komunikace, tolerance a respekt k druhým.
- **Odpovědnost a vedení**
Podpora spolupráce a osobní odpovědnost jsou základními prvky stylu vedení. Každý je objektivně hodnocen podle výsledků své vlastní práce.
- **Vzdělávání a rozvoj**
Neustálý rozvoj a vzdělávání zaměstnanců nám umožňuje dosahovat těch nejlepších výsledků. Principy celoživotního vzdělávání vedou k rozvoji kompetencí a znalostí našich zaměstnanců, a to na všech úrovních. (Continental AG, 2015)

4.3 Porfolio výrobků

Společnost nevyrábí pouze pneumatik značek Barum a Continental, ale i mnoha dalších. (Continental AG, 2015)



Obrázek 6 – Portfolio výrobků (Continental AG, 2015)

4.4 Zákazníci společnosti

Zákazníky společnosti tvoří jak koncový uživatel, distributor nebo třeba i síť vlastních pneuservisů BestDrive. Hlavní odběratelskou sítí tvoří automobilky po celém světě. (Continental AG, 2015)



Obrázek 7 – Zákazníci společnosti (Continental AG, 2015)

4.5 Výroba a její řízení

Společnost se může pochlubit moderními hnětiči zabývající se mícháním kaučukových směsí, vytlačovacími a lisovacími strojnými zařízeními, nejmodernějšími konfekčními stroji či klimatizovanými výrobními halami. Mezi nástroje řízení výroby využívané v CoBa můžeme zařadit standardizované výrobní postupy, týmovou práci, systém neustálého zlepšování jako jsou kaizen, CBS – Continental Business System, Lean Six Sigma (DMAIC projekty), PROMT projekty, Kaizen workshopy, zlepšovací návrhy, vizuální management, SMED, JIT, Kanban, FIFO, TPM nebo 5S. (Continental AG, 2015)

4.6 Péče o zaměstnance

Společnost si zakládá i na svém systému péče o zaměstnance, který zahrnuje následující:

- Zajímavou práci v dynamickém prostředí nadnárodní společnosti
- Týmovou práci s moderními výrobními technologiemi
- Atraktivní finanční ohodnocení, včetně 13. a 14. platu
- Finanční odměny za pracovní a životní výročí
- Týden dovolené navíc
- Zvýhodněný nákup pneumatik
- Program zaměstnaneckých výhod využitím poukázek typu Flexi Pass

- Zdravotní péči, včetně lázeňských a rehabilitačních pobytů a možnosti využití sauny
- Příspěvek na stravování ve firemní jídelně
- Příspěvek na dětskou rekreaci
- Penzijní připojištění
- Jazykové kurzy
- Péče o bývalé zaměstnance
- Možnost kariérního růstu a profesního rozvoje

Za zmínku stojí také aktivity společnosti zahrnující spolupráci se školami. Ve společnosti naleznou uplatnění studenti rozmanitých oborů, například technologové, ale rovněž strojaři, konstruktéři, elektrikáři, informatici, obchodníci nebo ekonomové. Absolventům vysokých škol je nabízen propracovaný systém Trainee programu, který pomůže nastartovat profesní kariéru. Mezi další aktivity v rámci spolupráce se školami patří:

- Spolupráce v oblasti bezplatných odborných praxí
- Zapojení studentů do projektů, kde se stávají členy projektových týmů
- Realizace odborné přednášky a workshopy pro žáky a studenty na půdě škol
- Odborné přednášky pro pedagogické pracovníky v rámci projektu IQ Industry
- Možnost zpracování diplomové, či bakalářské práce
- Exkurze do výrobního provozu společnosti
- Realizace odborných výcviků a praxe pro žáky a studenty v rámci výukových programů
- Podílení se na tvorbě výukových materiálů (Continental AG, 2015)

4.7 Continental

Koncern Continental AG, jehož součástí je od roku 1993 i společnost Barum, patří mezi TOP5 výrobní společnosti celosvětových dodavatelů pro automobilový průmysl. Společnosti sídlo v Hannoveru v Německu. Continental AG můžeme rozdělit na dvě hlavní skupiny



Obrázek 8 – Logo společnosti

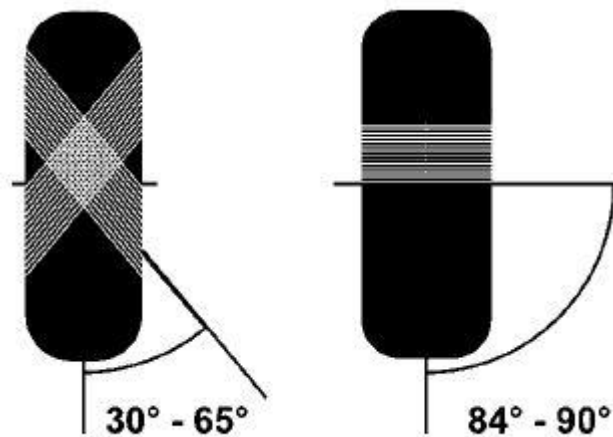
*Continental (Continental AG,
2015)*

– Automotive and Rubber, které se skládají z pěti divizí: podvozky a bezpečnost, tlumiče, interiéry, pneumatiky a divizi ContiTech. V téměř 190 výrobních závodech a R&D centrech v 49 zemích je zaměstnáno na 200 000 zaměstnanců. (Continental AG, 2015)

4.8 Základní pojmy

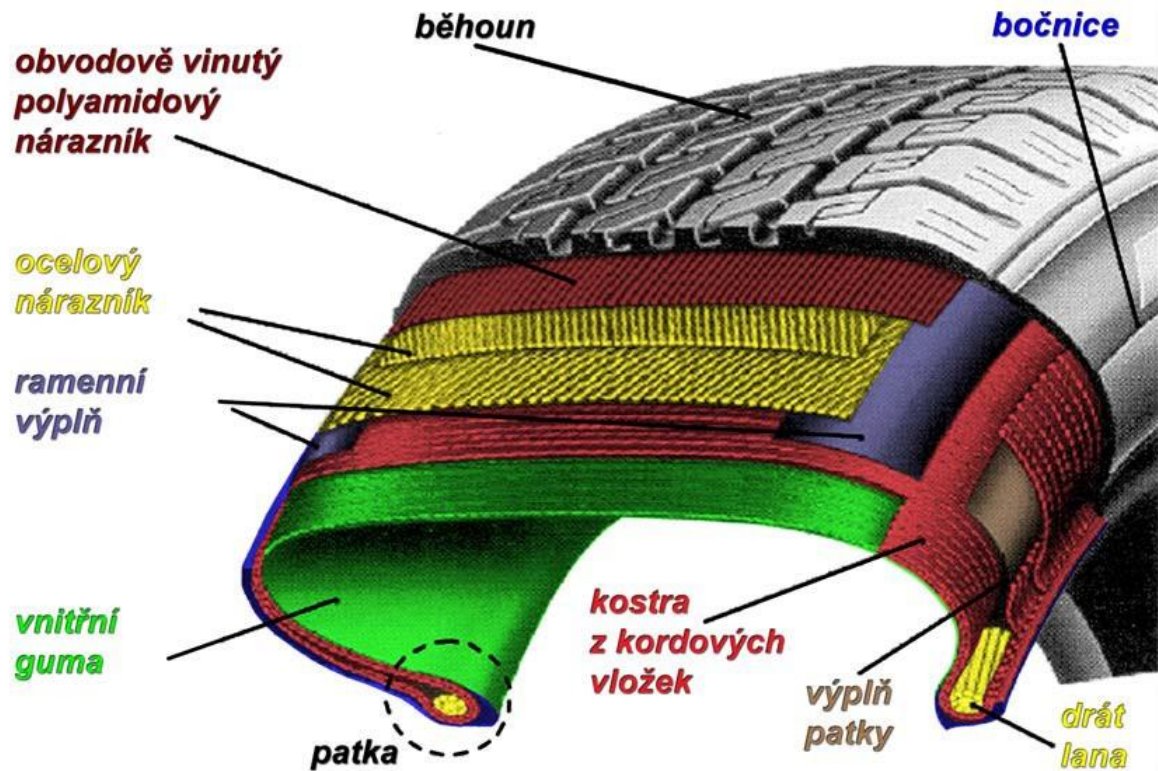
V této části práci jsou představeny základní pojmy nezbytné pro porozumění analytické a projektové části.

- **Pneumatika** - je tvořena pláštěm, ventilem, ráfkem, popř. duší a hustícím plynem. Úkolem pneumatiky je zajistit bezprostřední styk vozidla s vozovkou. Musí přenášet zatížení vozidla, zprostředkovat přenos kroutícího momentu a reakce na volant, zajistit uspokojivé vlastnosti při jízdě (adheze, tlumit nerovnosti na vozovce, nepřenášet vibrace na vozidlo). Pneumatiky by měly mít minimální valivý odpor, což se projevuje na spotřebě pohonných hmot.
- **Plášť** - je pouze vnější část pneumatiky
- **Radiální plášť** - lichý nebo sudý počet kordových vložek, úhel jejich řezu je 84° - 90° , u nárazníků je úhel řezu 18° - 28° , pro nákladní pláště až po 60° . Mezi výhody radiálních plášťů patří lepší záběr na vozovce, menší spotřeba pohonných hmot, širší plocha styku dezénu s vozovkou, vyšší odolnost proti smyku, pohodlnější jízda, nižší valivý odpor, kratší brzdná dráha.
- **Diagonální plášť** - sudý počet kordových vložek, úhel řezu mají 30° - 65° . V případě použití lichého počtu vložek je poslední vložka v šířce koruny pláště a plní funkci nárazníku. V současné době je diagonální konstrukce plášťů v útlumu. Nevýhody této konstrukce vyplývající z výhod radiální konstrukce je zřejmé. Dá-li se hovořit o výhodách, tak jedině v tom, že plášť diagonální konstrukce je odolnější proti průrazu a deformaci v boku pláště. Výrobní náklady jsou nižší než u plášťů konstrukce radiální. V současné době se vyrábí v diagonální konstrukci ještě některé rozměry plášťů pro zemědělství, tzv. AGRO pláště a pláště určené do těžkých terénů, (lesnictví, stavebnictví), kde vyniknou zmíněné výhody konstrukce těchto plášťů.



Obrázek 9 – Znárodnění rozdílů mezi diagonálním a radiálním pláštěm (Gumárenská technologie, 2004, s. 7)

- **Plášť pneumatiky** je tvořen ze šesti hlavních částí, kterými jsou:
 - **Kostra** – základní nosná část pláště, vyrobená z kordových vložek (textilní nebo ocelový materiál).
 - **Běhoun** - pryžová část z kaučukové směsi o požadované tloušťce, do níž je vlisován dezén. Zajišťuje přímý kontakt s vozovkou, chrání kostru před poškozením. Musí mít maximální přilnavost k vozovce za každého počasí, co nejvyšší životnost a odolnost proti otěru.
 - **Bočnice** - vyrobená z kaučukové směsi, chrání kostru v boční části, musí být odolná proti prolamování a povětrnostním vlivům. Nese popisy rozměru.
 - **Patka** - zaručuje pevné usazení pláště na ráfku, hlavní částí je neprotažitelné ocelové patní lano, kolem něhož jsou přehnuty kraje kordových vložek kostry. Proti mechanickému poškození je chráněna textilním nebo pryžovým patním páskem.
 - **Nárazník** - je uložen mezi kostrou a běhounem, zajišťuje obvodovou pevnost pláště a odolnost proti průrazu. Může být textilní, ocelový nebo v jejich kombinaci.
 - **Vnitřní guma** - folie nebo profil ze speciální plynonepropustné kaučukové směsi (halobutyl). Zabraňuje prostupování síry při vulkanizaci, vyrovnává nerovnosti uvnitř pláště, zajišťuje plynonepropustnost (bezdušový plášť). Obvykle se používá zkratka VG. (Gumárenská technologie, 2004, 6)



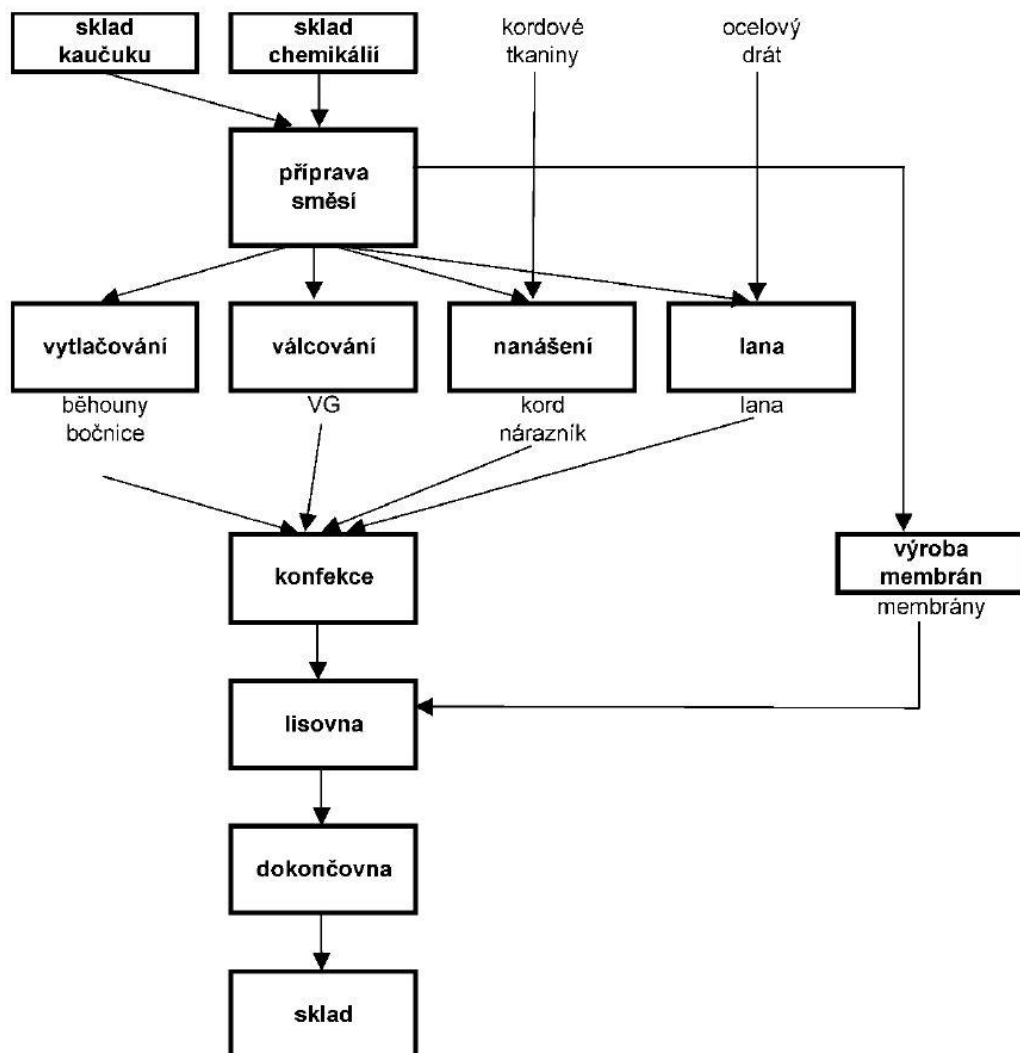
Obrázek 10 - Hlavní části pláště pneumatiky (Gumárenská technologie, 2004, s. 6)

Na obrázku 10 jsou zobrazeny hlavní komponenty tvořící pneumatiku.

5 SOUČASNÝ STAV

Cílem této diplomové práce je podílet se na projektu společnosti „Automatická doprava surových pláštíků PLT“ v hlavní výrobě. Cílem projektu je zautomatizovat transport polotovarů mezi dvěma pracovišti. Tato práce v projektu řeší simulační aspekt, tzn. simulaci navrženého systému a identifikování potenciálních rizik, úzkých míst, navrhopat alternativní řešení prvků systému a testovat systém s průběžnými úpravami a možnými scénáři.

Pro znázornění aktuální situace je nezbytné popsat proces a fáze výroby. Popis je zaměřen hlavně na fázi třetí a čtvrtou, tj. konfekci a lisovnu, jelikož se projekt týká zejména těchto dvou pracovišť. Celý proces výroby a všechny její fáze jsou řízeny systémem kanban, tj. tahem, kdy se vyrábí v množství, čase a kvalitě vždy na základě konkrétní objednávky.



Obrázek 11 – Schéma toku materiálu (Gumárenská technologie, 2004, s. 14)

5.1 Postup výroby

Proces výroby v části Hlavní výroby můžeme rozdělit do pěti fází. Fáze zpracování základních surovin – příprava směsí, fáze přípravy polotovaru, konfekce, lisování a jako pátá fáze kontroly kvality hotového výrobku - dokončovna. Konkrétní počty pracovníků a strojního zařízení jsou záměrně vynechány podle přání společnosti.

- **První fáze výroby: Příprava směsí**

Míchání kaučukových směsí je základní proces v gumárenské technologii. Směs pro výrobu pláště pneumatik obsahuje kromě kaučuku zhruba deset složek. Každá z těchto složek má specifický úkol. Účelem míchání je zajistit jejich co nejrovnoměrnější rozptýlení v kaučukové směsi. Po homogenizaci a zchlazení dostává každá z různých druhů směsí své požadované chemické a fyzikální vlastnosti. Nakonec je směs paletována a uskladněna v automatických skladech. Tento polotovar je již připraven k použití v druhé fázi výroby. Ze skladu jsou palety směsí za pomoci metody FIFO vyskladněny a transportovány k odběratelům pro další zpracování.

- **Druhá fáze výroby: Příprava polotovarů**

Výstupem této fáze jsou polotovary, ze kterých je složen plášť pneumatiky.

Vzniká zde například vnitřní guma, která má vlastnost zadržet vzduch nebo plyn v plášti pneumatiky. Pomocí vytlačovacího stroje se směs vytlačuje přes válčovací stroje do tenké fólie.

Metodou pogumování je nutno vyrobit výztuhy (kordy) pláště, které mají zajistit nosnost a pevnost pláště.

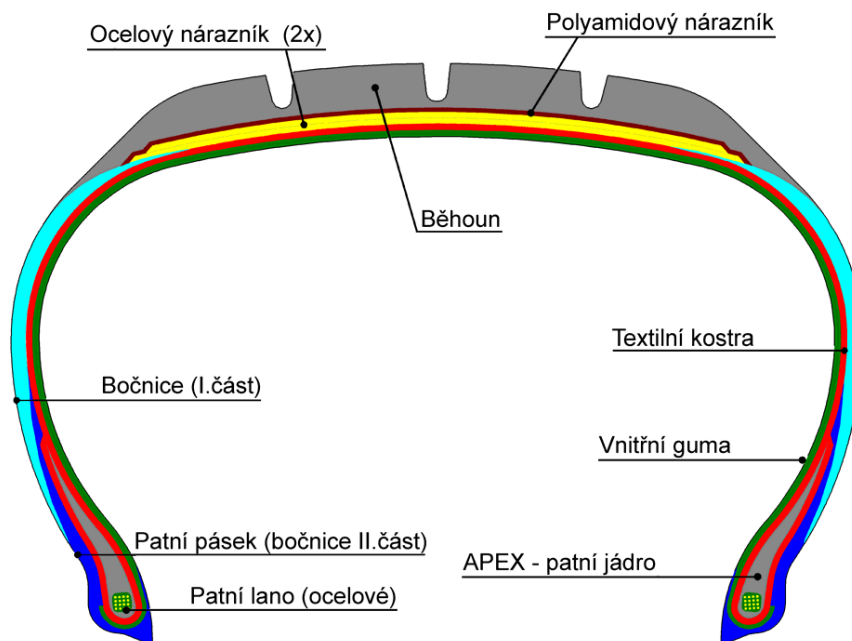
Plně automatizované vytlačovací linky vytvarují za pomoci přesných šablon běhoun a bočnice.

Výroba patních lan, které mají funkci uchycení na ráfku pneumatiky, proběhne na lanovacích a pogumovacích linkách zvaných APEX.

- **Třetí fáze výroby: Konfekce**

Konfekce má za cíl zpracovat polotovary jí určené z předchozí fáze a vytvořit finální polotovar – surový plášť. Konfekce pláště patří k nejnáročnější pracovní operaci při výrobě pláště pneumatik. Pracovní procesy na konfekci nejvíce ovlivňují kvalitu výrobku. Proto jsou na pracovníka vykonávajícího konfekci pláště

kladeny vysoké nároky na zručnost a zodpovědnost. Polotovary z přípravy materiálu se na sebe v této fázi nalepí vlivem lepidivého povrchu daného polotovaru za použití tlaku.



Obrázek 12 – Řez osobním radiálním pláštěm
(Gumárenská technologie, 2004, s. 27)

K tomuto procesu je využíván tzv. konfekční modul, který tvoří dva separátní stroje označené jako první a druhý stupeň, které jsou vzájemně propojené přepravním zařízením. Konfekční moduly jsou rozděleny do šesti konfekčních řad, řada A, B, C, E, G a H. Následně jsou stroje děleny do konfekčních skupin, ve kterých jsou sdružovány stroje stejných či podobných technických parametrů. Každý stroj je obsluhován jedním operátorem - konfekcionérem. Na prvním stupni modulu se vyrobí tzv. kostra pláště, která je v základu tvořena vnitřní gumou, textilním kordem, bočnicemi a patním lanem. Následně je kostra automaticky dopravena na druhý stupeň modulu, kde ke kostře operátor za pomoci stroje přidá dva ocelové nárazníky, vinutý polyamidový nárazník a běhoun. Každý surový plášť má vlastní standardní čas na výrobu. Čas, za který, při optimálních (standardních) podmínkách, lze vyrobit jeden konkrétní surový plášť, je výstupem z procesu konfekce. Po zkompletování surového pláště jej konfekcionér druhého stupně přemístí ze stroje do manipulačního prostředku, tzv. vozíku. Při plném obsazení je manipulační prostředek přepraven transportérem do emulgačního zařízení a následně do další fáze výroby - na lisovnu.



Obrázek 13 – Vozík na surové pláště (Vlastní zpracování)

- **Emulgace**

Vozíky se surovými plášti jsou přepraveny transportérem do strojního zařízení, tzv. postřiku, který nastříká emulgační látku na vnitřní stranu daného počtu surových pláštů. Aplikace této látky zajišťuje snadnější klouzání vulkanizační membrány po vnitřním povrchu pláště, zabraňuje přilepení pláště k membráně a umožňuje lepší únik vzduchu mezi pláštěm a membránou při bombírování pláštů.

Hlavní výroba disponuje daným počtem strojů pro emulgaci. Poloautomatické, které obsluhují dva operátoři a další plnoautomatické, s osádkou po jednom pracovníkovi.

- **Čtvrtá fáze výroby: Lisovna**

Lisovna hlavní výroby je vybavena daným počtem vulkanizačních lisů. Lisy jsou rozděleny do tří kategorií. Každý lis je tvořen dvěma formami. Za jednu jednotku času lze tedy vylisovat z jednoho lisu 2 kusy pláštů.

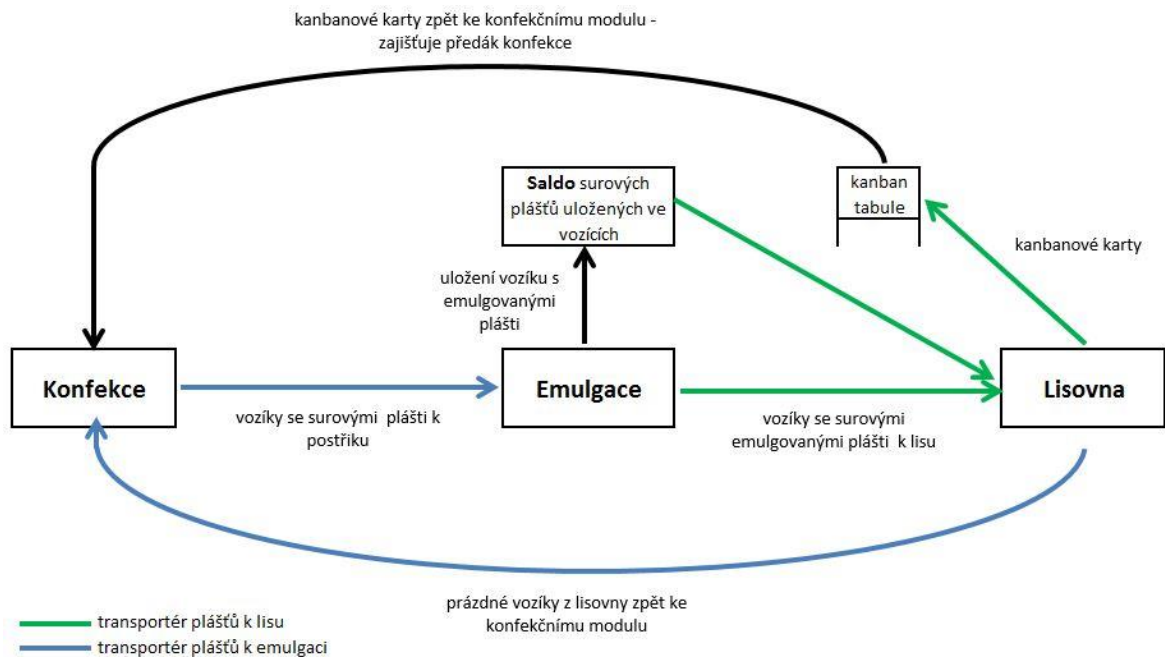
Surové pláště jsou zde přivezeny z emulgace na vozících, které lze obsadit 12, 16 nebo 20 surovými plášti. Kapacitu manipulačního prostředku ovlivňuje velikost surového pláště. Operátor ručně přemístí surový plášť z manipulačního prostředku na zásobníkové stojany před lisem, což je zařízení umožňující akumulaci čtyř surových pláštů s automatickým vložením pláště do vulkanizačního zařízení. Pláště pneumatik obdrží konečný tvar a požadované fyzikálně-mechanické

vlastnosti procesem lisování a vulkanizace. Oba děje probíhají současně za přítomnosti vulkanizačních činitelů teploty, tlaku a času. Ohřev surového pláště se děje přes kovovou formu buďto přímo, hovoříme o komorovém vytápění, nebo nepřímo přes topnou desku, která ohřívá formu. Vzhledem ke tvaru pláště, který představuje duté těleso, musí být plášť při vulkanizaci přitlačován zevnitř proti kovové formě elastickou membránou, která současně zajišťuje vnitřní ohřev pláště. Formy jsou buďto pevné dvoudílné - obě poloviny naprosto stejné, nebo segmentové. Celý proces lisování a vulkanizace je plně automatizován, řízen počítačem. Zvulkanizovaný plášť dostane potřebné fyzické vlastnosti, dezén (vzor) a na bočnicích jsou zřetelně vyobrazeny popisné informace o plášti jako jsou například jeho rozměry, typ, výrobce či rychlostní kategorii. Každý artikl má tedy unikátní formu, kterou bude lisován. Pláště po tomto procesu putují automaticky na chladicí dopravníky, na které plášť vychladne či sníží svou teplotu a následně je přesunut na odváděcí akumulární dopravník, po kterém putuje na kontrolu kvality.

- **Pátá fáze: Dokončovna**

Vylisované pláště, které můžeme považovat za finální produkty, jsou po dopravě pásovým dopravníkem na toto oddělení kontrolovány z hlediska kvality. Při zjištění jakékoli nedokonalosti jsou poslány na podrobnou inspekci, která rozhodne o rozsahu opravy či následným osudem pláště.

5.2 Transport



Obrázek 14 – Systém transportu mezi konfekcí, emulgačními zařízeními a lisovnou (vlastní zpracování)

Objem a sortiment výroby se odvíjí ročního plánu, který se následně rozpadá na měsíční, týdenní, denní a směnový plán. Na úrovni směnového plánování bere plánovač v úvahu poptávku zákazníka, aktuální stav rozpracované výroby, stav skladu a plán přípravy materiálu, aktuální formy připravené na lisech, poruchy strojů či výsledky předchozí směny. V průběhu směny musí také aktuálně reagovat na případně poruchy, nedostatky v kvalitě či jakékoli aktuální komplikace.

Výroba samotná je potom řízená systémem kanban. Kartičkovým systémem, kterým si dané pracoviště objednávají materiál či polotovary z konkrétních pracovišť. Jedním z hlavních kritérií pro stanovení počtu karet v oběhu, je informace o počtu lisujících forem jednoho výrobku a počtu modulů pro tento konkrétní plášť.

Mezi každou předcházející a následující fází výroby existuje systém logistiky, který je zabezpečován transportérem. Na obrázku 14 je podrobně vyobrazen systém transportu mezi pracovišti konfekce, emulgací a lisovnou. Aktuálně tyto transportní trasy zabezpečuje mnoho pracovníků na jedné směně, z čehož jsou někteří transportéři mezi konfekcí a emulgací, další transportéři mezi emulgací a lisovnou, operátoři obsluhující emulgační stroje a operátoři na lisovně. Transportér je pracovník, jehož zodpovědností je zabezpečit následující pracoviště materiálem z předchozího pracoviště potřebným k výrobě just-in-time. Počet

transportérů mezi pracovišti se liší v závislosti na náročnosti a frekvenci daného počtu objednávek a dodávek. Konkrétní počty pracovníků jsou záměrně vynechány podle přání společnosti.

Po určení směnového plánu konfekce, kdy plánovač zohlední veškeré relevantní okolnosti, určí sortiment výroby každému jednotlivému modulu na konfekci. Transportéři mezi pracovišti přípravy materiálu a konfekcí zabezpečují dostatek materiálu nutného k výrobě každému modulu v nezbytném množství a stanoveném čase. Následně se starají o odvoz manipulačních prostředků, ve kterém byl materiál přepravován, a také zabezpečují doplňování materiálu podle potřeb každého modulu. Při změně vyráběného artiklu zabezpečují odvoz nepotřebného materiálu a dovoz nového materiálu k novému artiklu.

Transportéři zabezpečující přepravu mezi konfekcí a lisovnou odvázejí plné vozíky od konfekčního modulu na emulgaci a následně z emulgace na lisovnu. Na lisovně jsou pláště postupně odebírány z vozíku operátorem a umísťovány na kolotoč. Po vyprázdnění vozíku je prázdný vozík odvezen transportérem opět k modulu, kde je pracovník druhého stupně konfekce opět naplní.

6 VYMEZENÍ PROJEKTU

System automatizace transportu surových pláštů z konfekce na lisovnu byl navržen specializovaným týmem pracovníků, v čele s Ing. Lukášem Klusáčkem z oddělení Průmyslového inženýrství – Layout. Projekt je ve fázi přípravy a není jasné kdy a zda bude projekt realizován. Rozhodnutí bude závislé na výsledné podobě návrhu projektu, výsledné investici a její návratnosti.

6.1 Popis projektu

Projekt se věnuje problematice transportu surových pláštů z konfekce hlavní výroby, přes centrální sklad surových pláštů přímo do vulkanizačního zařízení na lisovně. Tyto transportní trasy zabezpečuje mnoho pracovníků na jedné směně, z čehož část tvoří transportéři mezi konfekcí a emulgací, další část transportéři mezi emulgací a lisovnou, operátoři obsluhující emulgační stroje a operátoři na lisovně. Společnost vyrábí ve čtyř-směnném provozu. Konkrétní počty pracovníků jsou záměrně vynechány podle přání společnosti.

Automatizace transportu je v projektu řešena plně automatickým dopravníkovým systémem, kdy je konfekce rozdělena na 3 části (linka A+B, C+E, G+H, příloha I, II a III). Každá část má 2 sběrné okruhy dopravníků, které se poté slučují v jeden hlavní dopravník, kterým jsou pláště v dávkách deseti kusů transportovány do skladu. Z konfekce tedy vedou tři hlavní dopravníky.

Od druhého stupně konfekčního modulu pláště putují krátkým dopravníkovým systémem na podlaze, odkud jsou transportovány výtahem, který je vyveze pláště do výšky 5,5 až 6,5 m, odkud přejedou na akumulární dopravníky, kde jsou akumulovány v dávkách po 10 kusech na dopravníku nad jednotlivými konfekčními moduly. Když je dávka deseti kusů kompletní, je přesunuta na jeden ze dvou sběrných dopravníků, kde je možnost akumulace před transportem do skladu. Z těchto dopravníků je dávka přesunuta na hlavní dopravníky, které jsou na novém dopravním mostě umístěným v prostoru dnešní emulgace. Před skladem přímo na dopravníkovém systému je nový systém emulgace, který dokáže zajistit poměrovou emulgaci. Před novým typem emulgace je skenovací zařízení, které zadá stroji, jaký typ emulgace bude použit (jsou možné dva typy emulgace).

Sklad je navržen pro skladování samotných surových pláštů. Pláště jsou do skladu zakládány automaticky pomocí zakladačů, které zvládají současně odebrat dva pláště z pozic před skladem, zaskladnit tyto pláště a po zaskladnění pláštů zároveň vyskladnit dva požadované

pláště, které jsou na objednávku konkrétního lisu transportovány na lisovnu. Každá lisovací řada je rozdělena na dvě poloviny a každou tuto polovinu obsluhuje jeden portálový jeřáb, který se pohybuje po dráze ve výšce šesti metrů m, a který uchopí plášť z exit pozice a položí surový plášť na pozici akumulčního dopravníku, odkud si ho následně vezme manipulátor lisu a založí do lisu.



Obrázek 15 – Typ vertikálního zakladače (Interní materiál společnosti Continental Barum)

Znamená to, že jeden plášť je v lisu, druhý v manipulátoru a další tři jsou na akumulčním dopravníku. Kapacita skladu je navržena na 18.300 ks, další dostupná kapacita je na lisovně, kde je přibližně 2.096 ks surových plášťů na akumulčních dopravnících před formami. Určitá kapacita je i na dopravním systému lisovny – přibližně 1.000 ks.

6.2 Hlavní a vedlejší cíle projektu

Záměr projektu:	Automatizovat přepravu surových plášťů z konfekce hlavní výroby na lisovnu hlavní výroby
Hlavní cíl:	Úspora konkrétního počtu zaměstnanců (Konkrétní počet pracovníků je záměrně vynechán podle přání společnosti.)
Vedlejší cíle:	<p>Snížení fyzické námahy konfekcionérů, operátorů u emulgačních zařízení a operátorů na lisovně z důvodu odstranění transportu surových plášťů na manipulačních vozících</p> <p>Bezpečnost práce – snížení dopravy na konfekci Hlavní výroby</p> <p>Odstranění ruční práce u emulgace – automatizace</p> <p>Zajištění FIFO, přehled o saldu plášťů ve skladu</p> <p>Uvolnění prostoru na konfekci (odstranění vozíků)</p> <p>Možnost rozšíření výroby o další konfekční moduly a lisy (uvolnění prostoru mezi konfekcí a lisovnou z důvodů odstranění emulgačních zařízení)</p>

7 SIMULACE

Simulace je rozdělena do tří oddělených simulací. V první simulaci je simulován model dopravy mezi konfekcí a skladem, ve druhé simulaci model dopravy mezi skladem a lisovnou a ve třetí simulaci je simulován průtok a limity skladu. Rozdělení simulací na tři oddělené části je způsobeno typem licence programu, který neumožňuje tvořit takto komplexní simulace a také náročnost celé simulace – nároky jak na programátora, tak na výkon počítače. Simulace je kvůli povaze projektu dělána ve 3D. Dopravníkový systém je rozsáhlý a komplikovaný, tudíž nelze bez ztráty přehlednosti a kvality nahradit tři dimenze dvěma.

7.1 Stanovení cílů metodou SMART

S – Specific – konkrétní a specifikovaný cíl

Vytvoření simulačního modelu v programu Plant Simulation nově navrhovaného dopravníkového systému mezi konfekcí a lisovnou. (tvorba 3 souborů obsahující simulaci daných částí celkové simulace)

M – Measurable – měřitelné parametry

Každá část simulace bude mít měřitelné výstupy, jako jsou průtok systému nebo počet zaskladněných/vyskladněných plášťů a odhad potenciálu optimalizace systému na základě simulace.

A – Agreed – akceptovatelný cíl s přijatelnou zodpovědností

Stanovené cíle jsou akceptovány všemi zájmovými skupinami.

R – Realistic – dosažitelnost cílů s využitím zdrojů

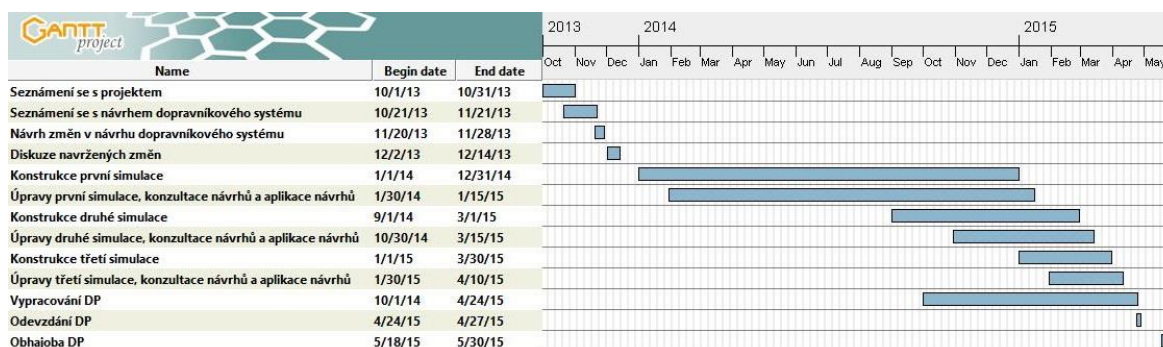
Cíle simulací byly sestaveny na základě konzultace s odbornými konzultanty z univerzity i vedením společnosti.

T – Timed – časové vymezení

Simulace projektu jsou časově vymezeny, konkrétně od 1.10.2013 do odevzdání diplomové práce, tj. 27.4.2015. Není vyloučeno, že na projektu bude diplomant pokračovat i po odevzdání diplomové práce.

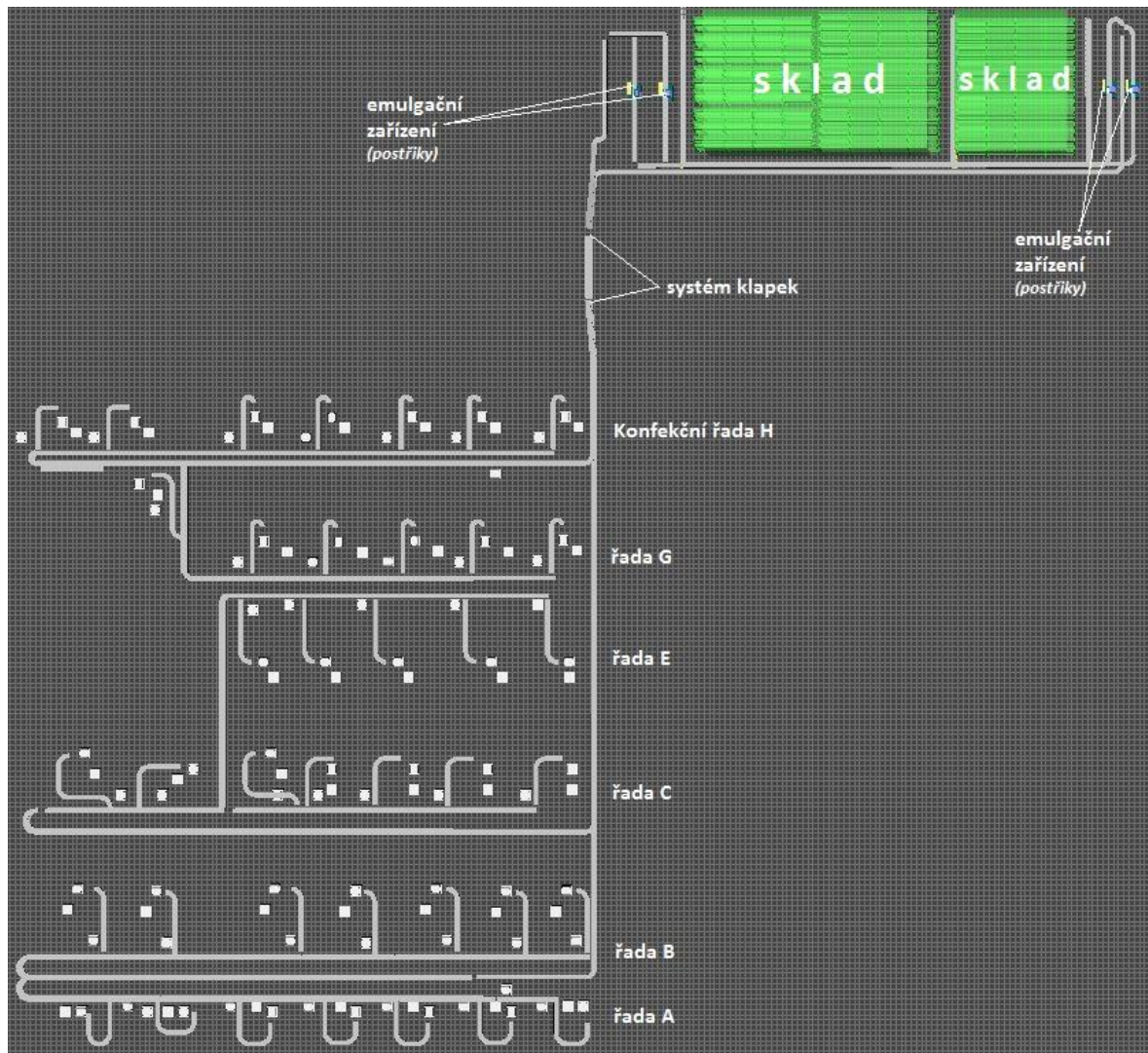
7.2 Časový plán simulací

Fáze simulací byl zahájen v říjnu 2013. Nejprve se bylo nutné seznámit s projektem jako celkem – s východiskem projektu, popisem a jeho cíli. Následovalo seznámení s dopravníkovým systémem, jeho prvky, způsobem a logikou celého systému. V této fázi byly navrženy některá opatření, které se do projektu aplikovala. Jednalo se o délku akumulčních dopravníků před konfekčním modulem a následného posílání surových plášťů v dávce vždy po deseti. V lednu 2014 byla zahájena konstrukce první simulace. Jednalo se o časově nejnáročnější část projektu z důvodu osvojování si pokročilých technik programování programátorem. Po dobu konstrukce každé části simulace byly zároveň konzultovány návrhy a opatření z důvodu jak nastavení simulace, tak úpravy výsledné podoby dopravníkového systému.



Obrázek 16 – Harmonogram simulací (vlastní zpracování)

Následující část je zaměřena na simulaci navrženého dopravního systému od konfekce, přes emulgaci, do skladu.



Obrázek 17 – Layout první simulace (vlastní zpracování)

7.3 První simulace

První simulace je zaměřena na dopravní systém mezi konfekcí a skladem. Každý z jednotlivých konfekčních modulů má svůj vlastní dopravníkový systém pro odvod surových pláštů. Konfekční moduly jsou rozděleny do celkem šesti řad, kdy dopravníkový systém obsluhuje konfekční řady po dvou, tj. A+B, C+E a G+H. Plášť se po dokončení na druhém stupni vyveze do výšky 5,5 až 6,5 metrů na akumulární dopravník. Při akumulaci 10 kusů tento akumulární dopravník dopraví pláště na sběrný dopravník, který obsluhuje dvě řady konfekčních modulů. Sběrné dopravníky jsou vždy dva ve dvou řadách v úrovni nad sebou. Sběrné dopravníky dopravují surové pláště na hlavní dopravník, odkud se surové pláště přes tzv. pohyblivé klapky dostanou k emulgaci. Čas na přesun klapky z jedné pozice do druhé, je 4 vteřiny. Emulgační zařízení je součástí dopravníkového systému, pláště jim projíždějí

bez další manipulace. Emulgační látka je aplikována na každý druhý surový plášť a čas aplikace je 6 vteřin. Po emulgaci pláště míří do skladu, resp. na připravené pozice před skladem, které jsou tvořeny dopravníkem. Tyto pozice mají kapacitu dvou plášťů. Pokud je pozice obsazená, automatické zakládací zařízení ve skladu dostane signál a základní tyto dva pláště na specifická místa ve skladu. Čas zakládky dvou plášťů je 54 vteřin.

Cíl simulace: Otestovat zatížení, průtok a stabilitu dopravního systému mezi konfekcí a skladem, zhodnotit s pracovníky společnosti využití prvků systému, návrh opatření optimalizující systém, aplikovat opatření

7.3.1 Vstupní data

Velkou část vstupních dat tvoří technické nákresy dopravníkového systému, které obsahují velikosti, rozměry a umístění všech prvků systému.

Konfekce

- Odpovídající počet stávajících konfekčních modulů
- Každý konfekční modul produkuje průměrný surový plášť v průměrném standardním čase v normálním rozdělení s odchylkou 5 vteřin.
- Konfekční moduly vyrábějí bez ztrát a přetypování. Ztráty jsou vynechány záměrně, aby zátěžově otestovaly dopravní systém.
- Surové pláště jsou přepravovány od konfekce až na emulgaci vždy po deseti kusech.
- Od emulgace do skladu jsou pláště přepravovány po dvou kusech z důvodu aplikace emulgační látky na každý druhý plášť

Emulgace

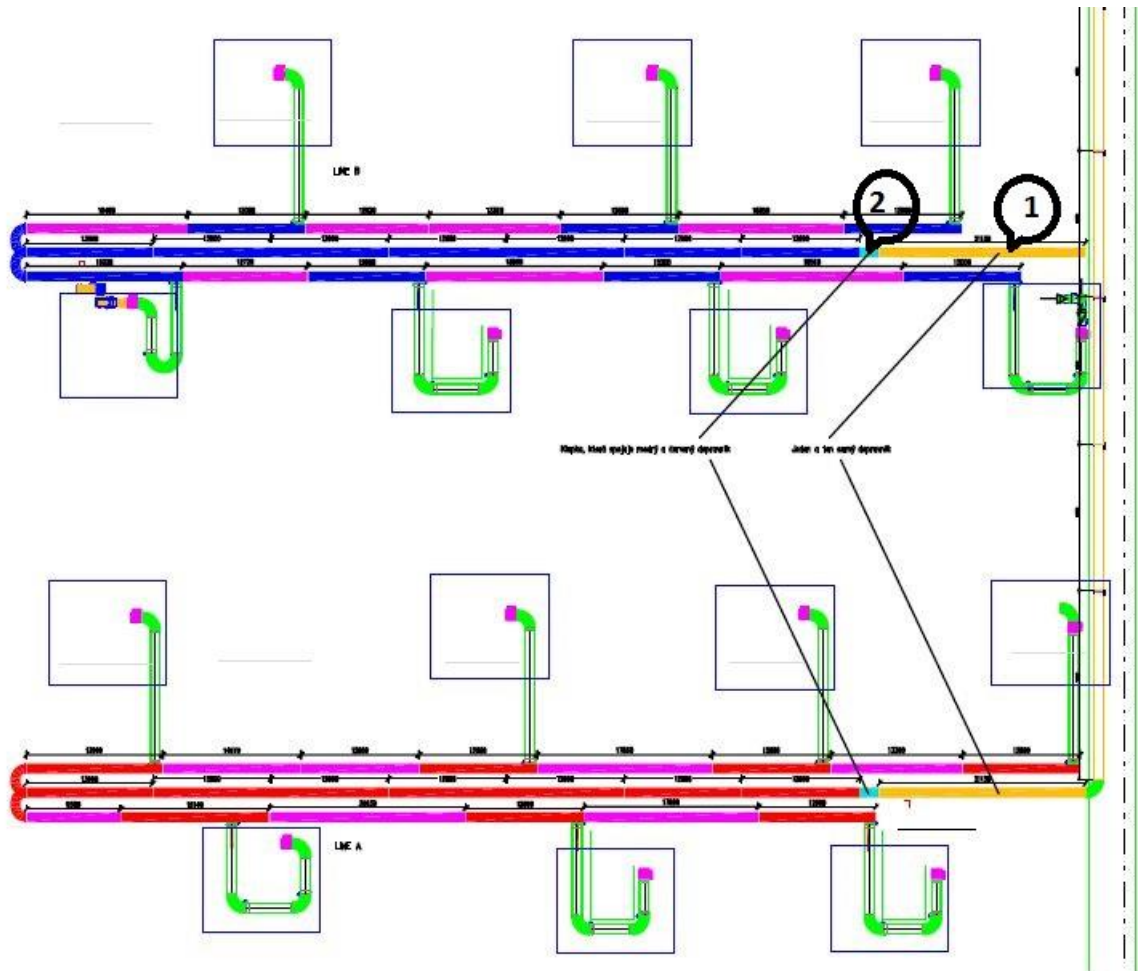
- Čas emulgace jednoho pláště je 6 vteřin
- Emulguje se vždy na každý druhý plášť

Sklad - zakladačový sklad

- Kapacita skladu je v simulaci neomezená, protože simulace neřeší odvod plášťů ze skladu. Simulace tedy zaskladněním pláště končí
- Zakládacích pozic před skladem je celkem 54
- Jeden zakladač zvládne za hodinu zaskladnit i vyskladnit 200 plášťů (zakladač manipuluje s dvěma plášti při zakládání do skladu a s dvěma plášti při vyskladnění ze skladu. Zakladačů je celkem 23

Dopravní systém

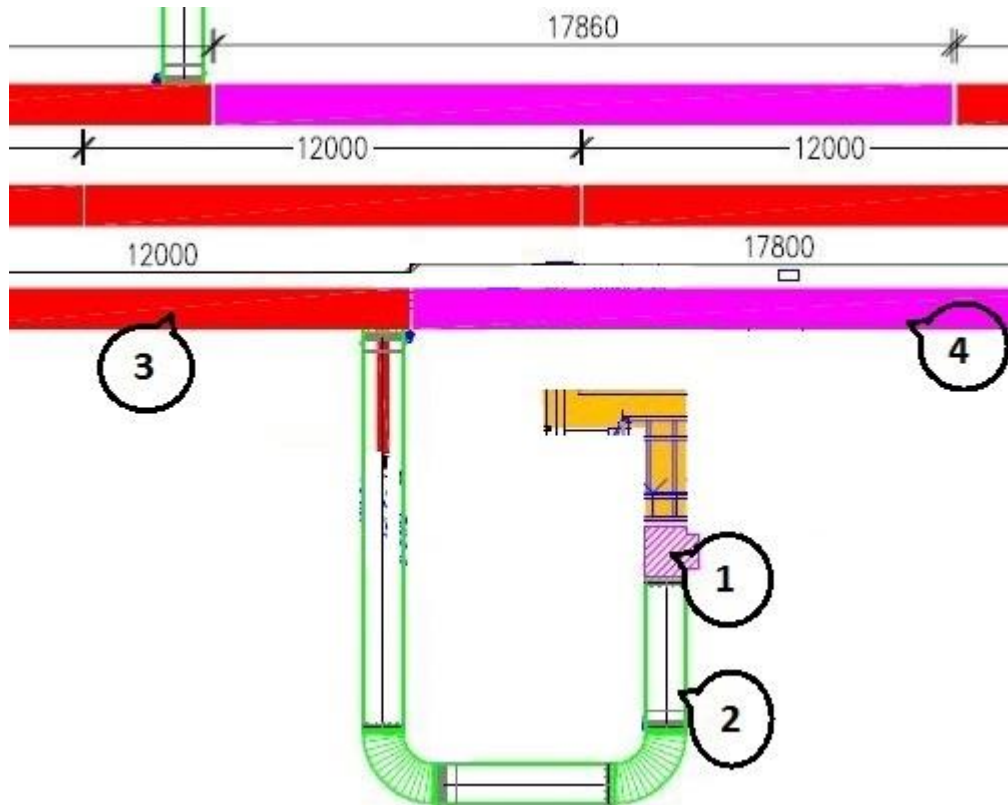
- Čas technologického zdvihadla u konfekčního modulu je 5 vteřin (s nájezdem a výjezdem pláště do/z plošiny) – tento čas je překrytý čekáním na další vyráběný plášť, proto tento čas není brát v úvahu
- Čas změny pozice klapky spojující dopravníkové trasy je 4 vteřiny
- Rychlost dopravníků je 55 m/min



Obrázek 18 – Technický náčrt konfekčních řad A+B s dopravníkovým systémem
(Interní materiál společnosti Continental Barum)

Obrázek 18 znázorňuje dvě konfekční řady A+B s dopravníkovým systémem. Náčrt znázorňuje konfekční řady umístěné vedle sebe pro snadnější orientaci – reálně jsou umístěny v jedné řadě. To znamená, že pokud je vrchní a spodní náčrt překryt do jednoho (zapadne do sebe jako puzzle), je znázorněna reálná situace, ale nevidíme detailní náčrty obou dopravníkových systémů, které jsou umístěné nad sebou.

Číslem jedna na obrázku 18 je znázorněn dopravník, který propojuje dopravníkový systém daných řad s hlavním dopravníkem. Číslem dvě je označena klapka, která spojuje dva dopravníkové systémy řad v jeden s vyústěním na dopravník označen číslem 1.



Obrázek 19 – Technický náčrt dopravníkového systému u modulu (Interní materiál společnosti Continental Barum)

Na obrázku 19 je vyobrazena část konfekčního modulu modře, technické zdvihadlo (výťah) je označen číslem 1, akumulární dopravník u modulu je označen číslem 2. Sběrný dopravník je vyobrazen červeně (číslo 3) a růžově (číslo 4) – růžový dopravník představuje dopravník následující po akumulárním dopravníku u konfekčního modulu.

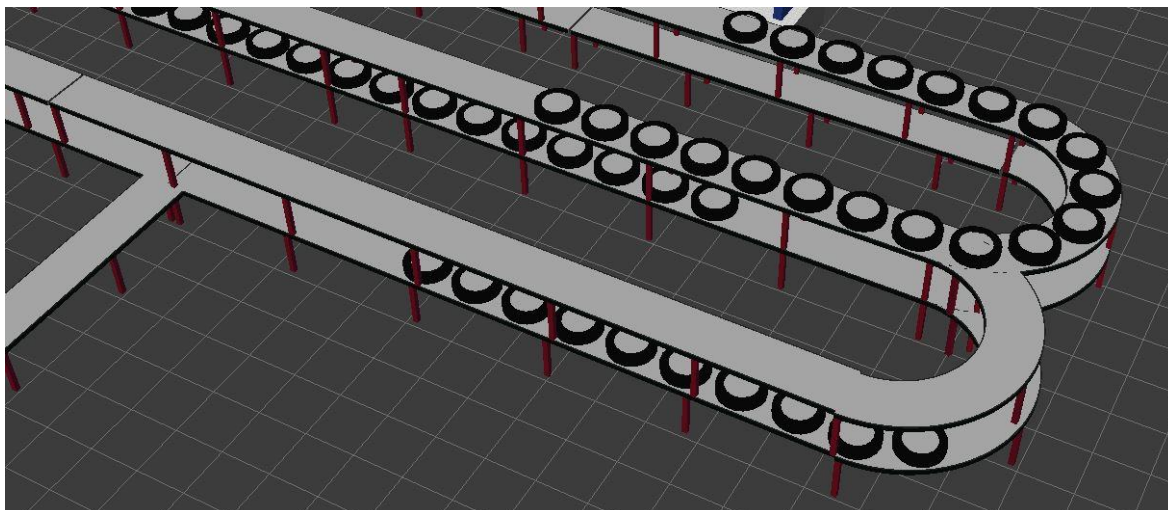
7.3.2 Průběh a výstup simulace

Simulace byla vytvořená a naprogramována podle vstupních dat. Celý proces zabral v čase několik měsíců kvůli snaze přizpůsobit model co nejvěrněji návrhu a hlavně podnětům na opatření vzniklých při testování simulace.

Podněty se týkaly hlavně způsobu řazení plášťů při pohybu na dopravníkovém systému – pokud se střetnou dvě dávky například na konci dopravníku pro příslušnou řadu, kde se

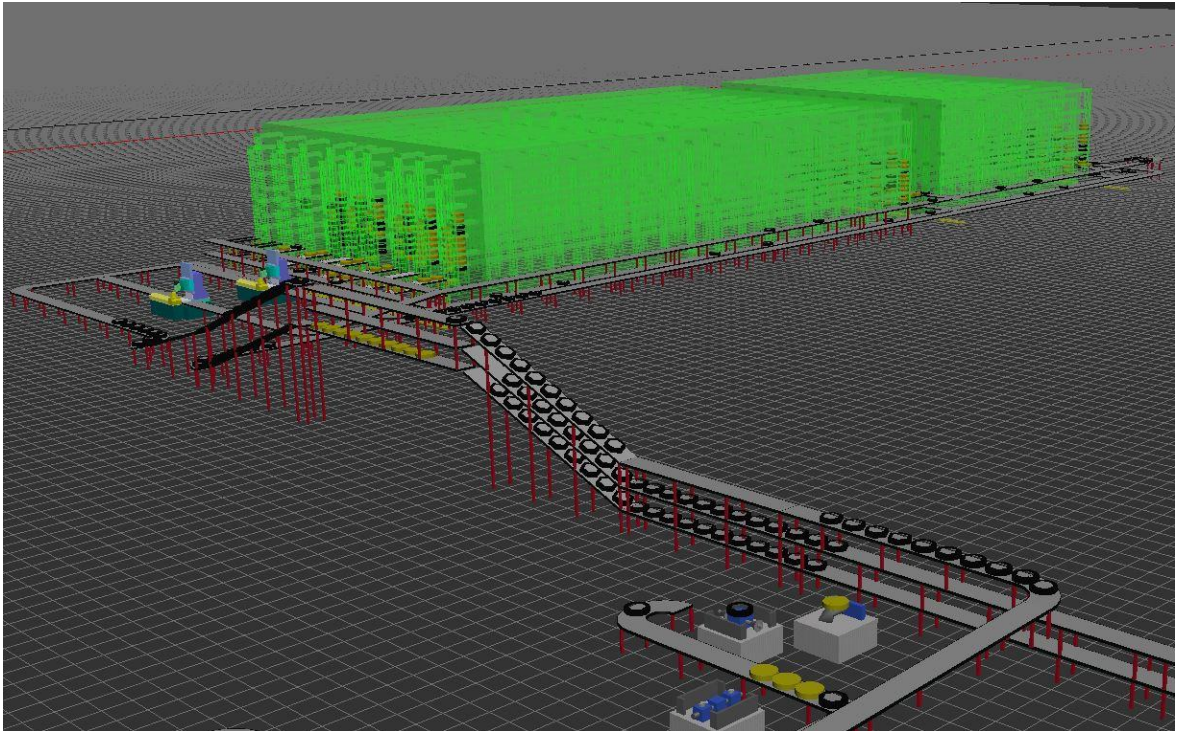
dopravníky slučují v jeden, která dávka bude mít přednost a jaké jsou pro to podmínky. U všech takových míst byl nakonec zaveden systém FIFO.

Další podněty byly řešeny u automatického zakládacího systému skladu. Tento systém bude zkonstruován podle specifických požadavků, tudíž bude unikátní a při řešení tohoto projektu nebyly k dispozici data o rychlosti a možnostech systému. Z důvodu opatrnosti byl zvolen delší čas zakládání surových pláštů, než jsme původně předpokládali.



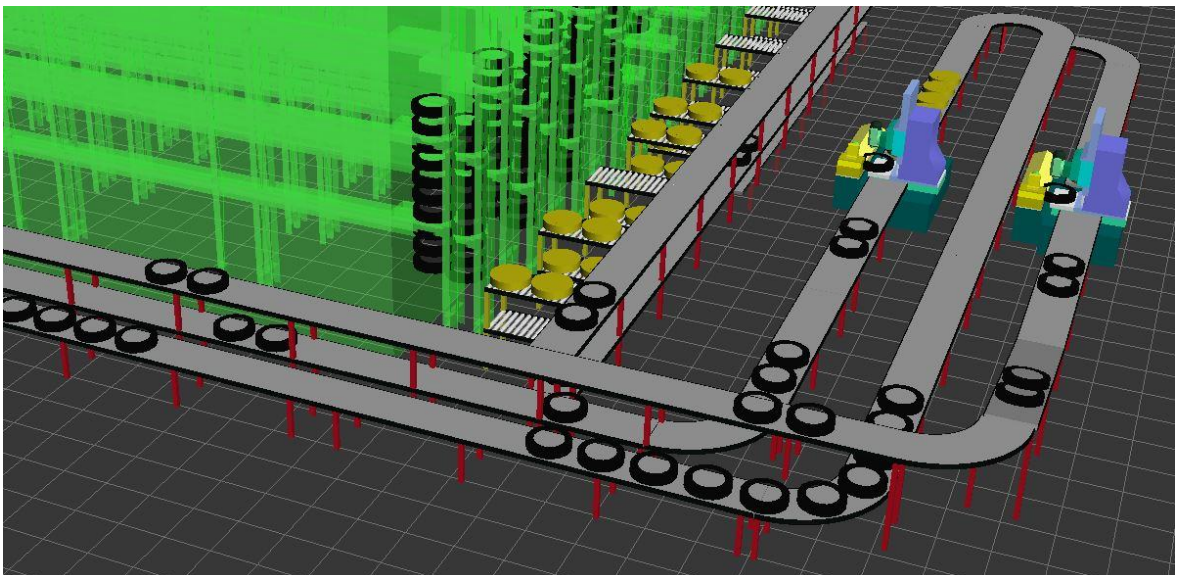
Obrázek 20 – Bližší pohled na dopravníkový systém řady A+B (vlastní zpracování)

Na obrázku 21 je vyobrazen zeleně zakladačový sklad. Sklad je rozdělen na dvě části, podle daných technických specifikací. Celkově je před skladem 54 akumulčních dopravníků, které každá pojme 2 kusy surových pláštů. Detail zakládacích pozic je vyobrazen na obrázku 22.



Obrázek 21 – Pohled na klapkový systém (vlastní zpracování)

Čas zakládání dvou surových pláštů do skladu je 54 vteřin. V simulaci není řešen přesný způsob fungování zakladačů – pláště dorazí na zakládací pozice před sklad (stříbrné válečkové dopravníky před skladem na obrázku 22), začne odpočítávání 54 vteřin a po uplynutí času jsou pláště přemístěny do skladu a uvolní zakládací pozice pro další pláště.



Obrázek 22 – Pohled na emulgační zařízení a dopravníky pro zaskladnění (vlastní zpracování)

Dopravníkový systém zvládne přepravit 65.000 surových pláštů z konfekce do skladu přes emulgaci za 24 hodin. Při ohledu na aktuální denní produkci surových pláštů, má dopravní

system přebytek kapacity. Při možném budoucím rozšiřování výroby a navyšování produkce tedy nebude nový dopravní systém omezením. Celková délka dopravníkového systému z konfekce do skladu je 3.852 metrů, kdy nejsou brány v úvahu akumulární dopravníky u modulů a zakládací pozice u skladu.

Závěr první simulace

- Navržený dopravníkový systém zvládne přepravit 65.000 surových pláštů bez výraznějších komplikací z konfekce do skladu přes emulgační zařízení
- Simulace potvrdila, že navržený dopravníkový systém by bylo možné navrhnout s optimalizovanějšími trasami dopravníků – s kratšími trasami s potenciálem 160m a snížit tak investiční náklady
- Navržená logika zakládání surových pláštů do skladu v simulaci ukázala nízké využití 3 zakladačů. Při ověření přesných technických parametrů použitého zakladače může tato skutečnost, při odstranění zmíněných 3 zakladačů, hrát velkou roli při snížení investičních nákladů projektu kvůli ceně jednoho zakladače.
- Na základě simulace bude upraven návrh dopravníkového systému, kdy budou dva sběrné dopravníky z řady G + H napojeny na hlavní dopravník trasy A + B. Simulace s touto úpravou bude vypracována mimo tuto diplomovou práci.

7.4 Druhá simulace

Druhá část simulace se věnuje dopravnímu systému mezi skladem a lisovnou. Lisova zahrnuje daný počet lisů, kdy každý lis má dvě formy. Na hlavní výrobě existují celkem tři typy lisů. Konfekce produkuje celkem 130 unikátních artiklů denně, obdobný počet artiklů se zároveň lisuje na lisovně. V simulaci jsme pro zjednodušení rozdělili lisy do tří skupin a přiřadili jim průměrné hodnoty tří nejčastěji užívaných vulkanizačních časů v normálním rozdělení s odchylkami 30 vteřin – 8, 12 a 15 minut.

Před každým lisem jsou dva akumulární dopravníky, které pojmu 4 surové pláště. Jeden akumulární dopravník pro každou formu. Simulace je rozdělena do dvou částí, protože je nutné opět brát ohled na omezení dané typem licence, konkrétně omezení na 1000 objektů. První simulace proto musí být zjednodušena na 4 lisovací řady z celkových 16, z toho 14 určených pro Hlavní výrobu. V druhé simulaci jsou odstraněny lisy a simulován průtok a stabilita dopravního systému ze skladu na jednotlivé dopravníky u všech 14 lisovacích řad.

Cíl simulace: Otestovat zatížení, průtok a stabilitu vyskladňovacího a dopravního systému mezi skladem a lisovnou, otestovat logiku posílání pláště ze skladu na akumulární dopravníky před jednotlivé formy, zhodnotit s pracovníky společnosti využití prvků systému, návrh opatření optimalizující systém, aplikovat opatření

7.4.1 Vstupní data

Velkou část vstupních dat tvoří technické nákresy dopravníkového systému, které obsahují velikosti, rozměry a umístění všech prvků systému.

Sklad - zakladačový sklad

- Kapacita skladu je v simulaci neomezená, protože simulace neřeší vstup pláštěů do skladu. Simulace tedy vytvořením pláštěů začíná
- Jeden zakladač zvládne za hodinu zaskladnit i vyskladnit 200 pláštěů (zakladač manipuluje s dvěma plášti při zakládání do skladu a s dvěma plášti při vyskladnění ze skladu)

Lisovna

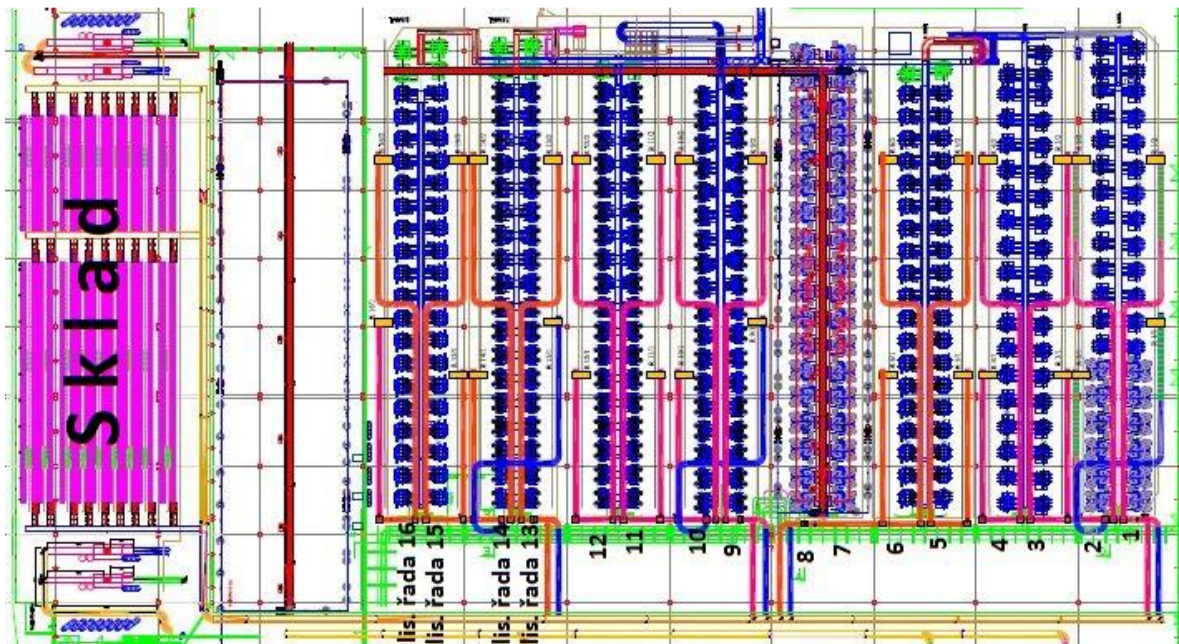
- Odpovídající počet stávajících lisů, každý lis má dvě formy
- Před každou lisovací formou jsou 3 akumulární pozice pro vytvoření zásoby před lisem + 1 plášť na manipulátoru před lisem
- Čas na vulkanizaci jednoho pláště je zprůměrován do tří kategorií, 8, 12 a 15 minut s odchylkou 30 vteřin.
- Strojní čas lisu, který zahrnuje otevření lisu - vyložení vylisovaného pláště na chladičí dopravník a založení nového surového pláště do lisu + zavření lisu, je po každém vylisovaném plášti 60, 70 a 105 vteřin

Dopravní systém

- Čas změny pozice klapky spojující dopravníkové trasy je 4 vteřiny
- Rychlost dopravníků je 55 m/min

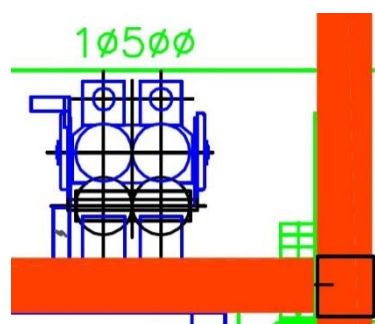
Dvouosý vertikální zakladač

- Rychlost v ose Y – 112 m/min – vodorovná osa nad lisy
- Rychlost v ose Z – 67 m/min – svislá osa dolů k akumulárním pozicím



Obrázek 23 – Celková situace mezi skladem a lisovnou (Interní materiál společnosti Continental Barum)

Lisy jsou uspořádány v lisovacích řadách po 18 či 19 lisech. Lisovacích řad je 16, z toho 14 určených pro Hlavní výrobu. Na obrázku 23 je růžovou barvou vyobrazen sklad, žlutou dopravníkový systém ze skladu do lisovny a jednotlivé dopravníkové trasy k lisovacím řadám modře či červeně. Žluté obdélníky značí odběrné pozice pro vertikální zakladač. Plášť dorazí na konec jednotlivé dopravní trasy na lisovně ke žlutému obdélníku, tzv. exit pozice, kde čeká na příjezd vertikálního zakladače. Zakladač plášť vezme a transportuje jej na akumuláční dopravník před danou formu. Nákrus lisu s dvěma formami je na obrázku 24.



Obrázek 24 - Detail
lisu (Interní materiál společnosti
Continental Barum)

Jednotlivé lisy vytvoří objednávku na vyskladnění dvou dalších plášťů vždy, když je obsazenost akumuláčního dopravníku před jednotlivou formou rovna dvěma surovým plášťům.

Posílání pláštů ze skladu po dvou je určeno na základě schopnosti zakladače ve skladu zaskladnit a vyskladnit vždy dva pláště současně.

Na úvod simulace si lisy objednají surové pláště ze skladu nutné pro zaplnění dopravníků – sklad tedy pošle 4 surové pláště každému akumulacímu dopravníku před lisem. V konečném řešení bude použit mechanismus, kdy budou 3 pláště umístěny na akumulacím dopravníku před lisem, a 1 plášť bude vynesena před formu automatickým manipulátorem, kde bude čekat na založení do formy. Toto řešení urychlí čas na založení pláště do formy. Simulace nebere v potaz automatický manipulátor, čas založení pláště do formy je připočítán k vulkanizačnímu času pláště.

Způsob transportu pláště z dopravníkového systému na akumulací dopravník před lisem je řešen pomocí vertikálního zakladače podobného typu, jako je vyobrazen na obrázku 25. Použitý zakladač bude rozdílný v tom, že nebude podpírán podpěrami či sloupy na podlaze, ale bude připevněn k ocelové konstrukci na vaznicích.



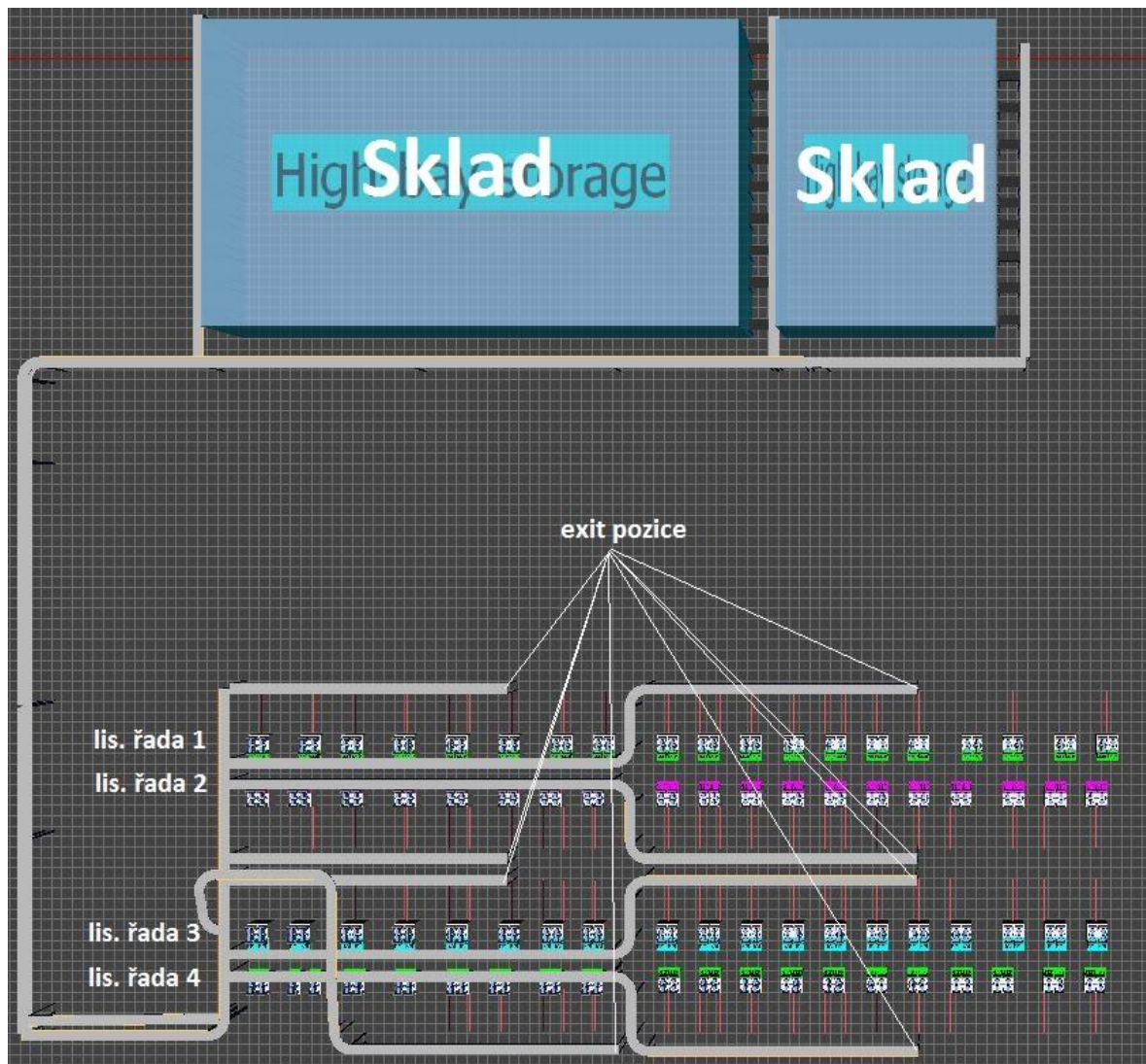
Obrázek 25 – Vertikální dvouosý zakladač (Interní materiál společnosti Continental Barum)

7.4.2 Průběh a výstup simulace

Simulace byla vytvořena a naprogramována podle vstupních dat. Rozdělena byla na dvě části.

První část zabývá testováním logiky vyskladňování pláštů ze skladu, transport až přímo před danou formu a testováním stability dopravního systému u prvních 4 lisovacích řad.

Druhá část se zabývá testováním průtoku a stability celé lisovny, tj. všech 14 řad. Tato část navazuje na výstup předchozí simulace, resp. výstup 4 lisovacích řad je přepočten na 14 lisovacích řad. Tento výstup je potom vyskladňován ze skladu rovnoměrně po dobu 1 dne.



Obrázek 26 - Layout první části simulace (vlastní zpracování)

Čas přenesení pláště z exit pozice na akumulární dopravník před formu je stanoven na 13 vteřin. Pláště jsou při objednávce dané formy posílány ze skladu po dvou – pokud byla obsazenost dopravníku před formou rovna dvěma, sklad poslal formě další dva pláště. Byla testována i varianta posílání pláštů po jednom, tj. pokud budou na akumulárním dopravníku

před formou tři pláště, forma pošle objednávku skladu „pošli mi jeden plášť“. Varianta posílání po jednom plášti byla zamítnuta z důvodu technického řešení zaskladňovacích a vyskladňovacích zařízení ve skladu.

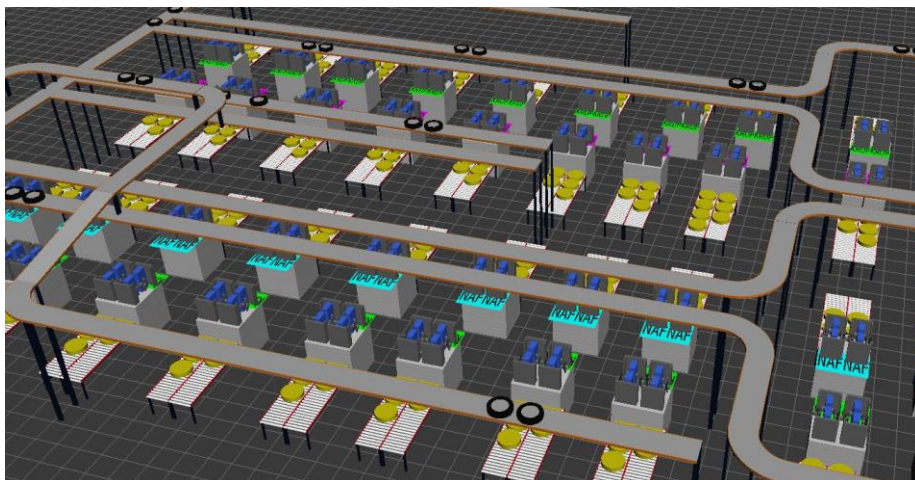
string	Objekt	working	waiting	mean_time	output	setup
94	KRUP12	0.92	0.00	11:59.5387	109	0.08
95	KRUP28	0.92	0.00	12:00.4679	109	0.08
96	CK34	0.82	0.00	8:00.5450	145	0.18
97	CK36	0.82	0.00	7:56.7935	146	0.18
98	NAF86	0.92	0.00	14:49.5544	88	0.07
99	NAF120	0.92	0.00	15:01.2328	87	0.07

Obrázek 27 – Ukázková statistika forem na lisovně (vlastní zpracování)

Výstup lisů ze čtyř lisovacích řad za 24 hod. činí 17342 pláštů. Přepočteno na celkový počet lisovacích forem činí výstup 59781 pláštů denně. Je nutné brát v potaz, že toto číslo zahrnuje pláště, které byly zpracovány lisy – nepočítá se zde s plášti, které jsou na cestě ze skladu na akumulární dopravníky před formami či plášti na dopravnících před formami. Součet všech pláštů, které byly objednány ze skladu formami, činí 62.327 pláštů. Systém vyskladňování pláštů po dvou ze skladu se jeví jako nejideálnější z pohledu technických specifikací zakladačů ve skladu.

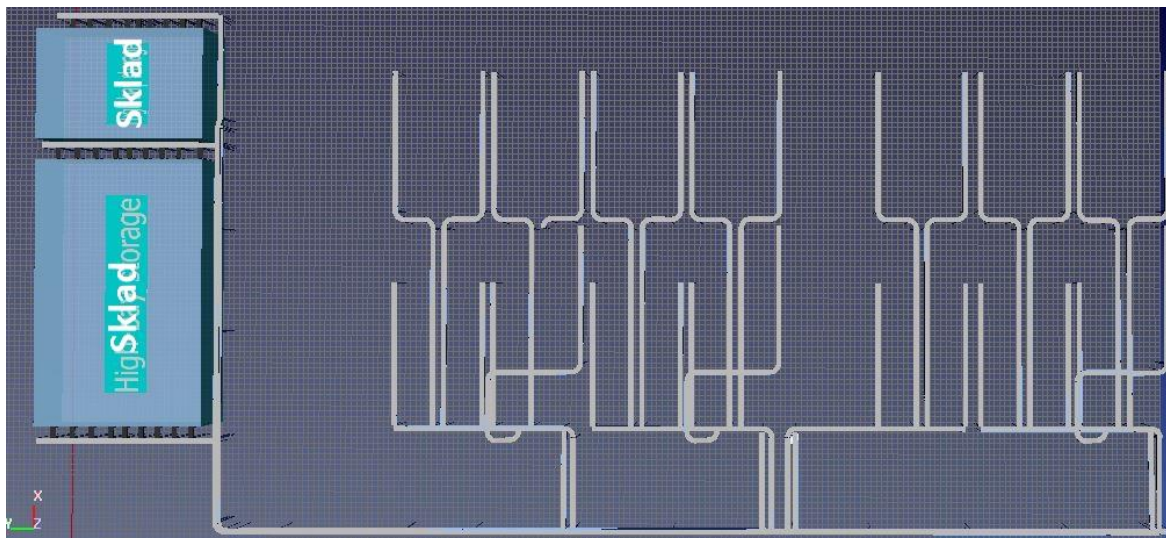
Závěr první části druhé simulace

- Dopravníkový systém zvládne přepravit 17.342 surových pláštů ze skladu až do exit pozic bez výraznějších komplikací
- Dopravníkový systém je navržen efektivně v rámci konstrukce a možností aktuální výrobních prostor
- Systém vyskladňování pláštů po dvou ze skladu byl zvolen jako ideální vzhledem ke specifikacím zakladačů, které jsou ve skladu



Obrázek 28 – Bližší pohled lisovnu ve 3D (vlastní zpracování)

Druhá část se zabývá testováním průtoku a stability celé lisovny, tj. všech 14 řad. Objem vyskladněných pláštů ze skladu za jeden den je odvozen od výstupu první části simulace – 62.327 pláštů za den.



Obrázek 29 – Layout druhé části simulace (vlastní zpracování)

Vstupní data zůstala zachována jako v případě první části simulace. Layout simulace byl rozšířen o dopravníkové trasy všech 14 řad. Vyloučeny byly lisy kvůli omezení v podobě licence simulačního programu. Pláště jsou distribuovány ze skladu každou 1,39 vteřinu na akumulární dopravník před skladem. Při obsazenosti akumulárního dopravníku dvěma kusy jsou pláště poslány na dopravní trasu k lise. Distribuce pláštů na jednotlivé lisovací řady je rozdělena v poměru 1:14 vždy po dvou pláštích. Celková délka dopravníkového systému je 2.496 metrů, kdy se neberou v potaz akumulární dopravníky u skladu a před formami.

Závěr druhé části druhé simulace

- Dopravníkový systém zvládne přepravit 62.327 surových pláštů ze skladu až do exit pozic bez výraznějších komplikací
- Dopravníkový systém je navržen efektivně v rámci konstrukce a možností aktuální výrobních prostor

7.5 Třetí simulace

Třetí simulace je zaměřena na samotný sklad. Jedná se o důležitý prvek nově navrhovaného dopravního systému. Simulace zde čerpá data z pěti reálných reprezentativních dní minulého období. Každý jednotlivý konfekční modul má nastavenou reálnou produkci daných dní. Sortiment daného dne i cyklového času jednotlivých kusů jsou produkovány přesně dle

plánu a standardních časů daného artiklu. Jednotlivé moduly mají přiřazené reálné ztráty. Z modulu jsou pláště transportovány do skladu po dvou kusech vždy po 27 vteřinách od zaplnění dopravníku za konfekčním modulem. Od konfekčních modulů do skladu je uplatňován systém tlaku. Sklad má v simulaci neomezenou kapacitu, protože zde celková kapacita nehraje roli. Ze skladu na lisovnu, do konkrétních forem, jsou pláště transportovány v okamžiku, kdy je forma volná. Každý artikl z konfekce může být lisován na více formách a každý artikl z konfekce může být vylisován na různé finální výrobky – plášť pneumatiky je stejný, liší se forma, kterou je následně vylisován. Každý artikl má svůj unikátní lisovací čas, po který je lisován, dle reálného standardního času. Po vylisování jsou pláště ze simulace smazány. Simulace je vymodelována ve 2D – není zde nutné použít 3D.

Cíl simulace: Otestovat průtok, stabilitu a úroveň zaplnění skladu v čase, aplikovat opatření optimalizující systém, určit potřebnou kapacitu skladu s využitelností 70%

7.5.1 Vstupní data

Konfekce

- Odpovídající počet stávajících konfekčních modulů
- Každý konfekční modul produkuje reálný sortiment výrobků dle reálných 5 dní vybraných jako reprezentativní
- Cyklový čas na výrobu každého pláště je reálný dle standardu
- Konfekční moduly vyrábějí se ztrátami, každý konfekční modul má přiřazené reálné ztráty daného dne
- Surové pláště jsou přepravovány z konfekce do skladu po dvou kusech
- Čas transportu plášťů z konfekce do skladu je 27 vteřin
- Od konfekce do skladu je uplatňován systém tlaku

Sklad - zakladačový sklad

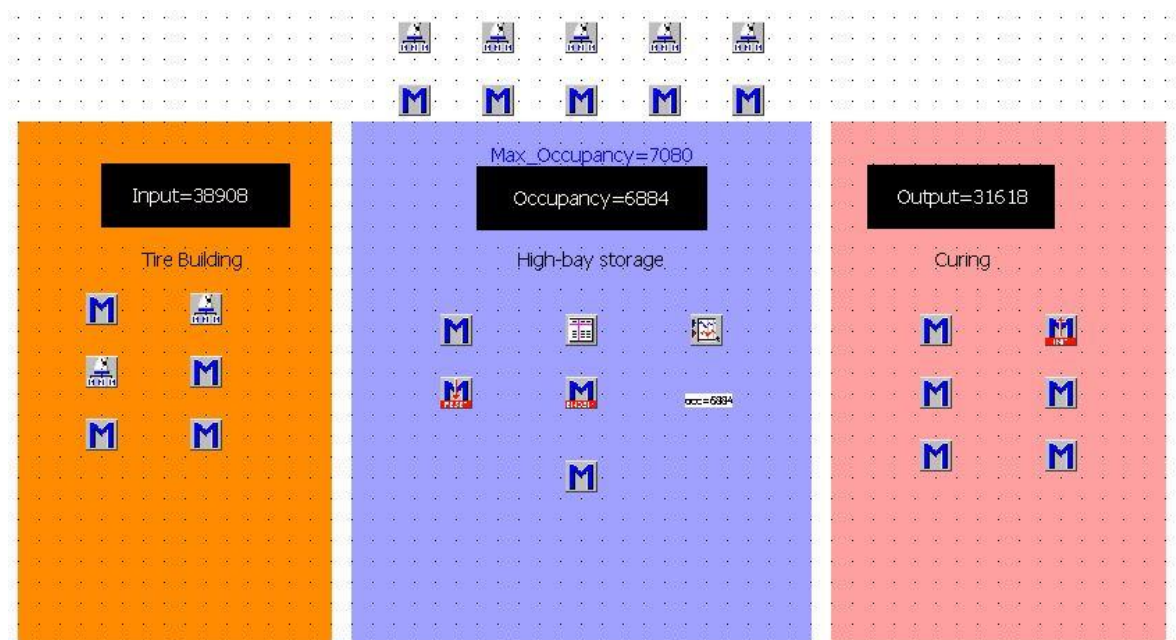
- Reálná kapacita skladu je navržena na 18.300 kusů. Kapacita skladu je v simulaci neomezená – celková kapacita pro simulaci není důležitá, bude jedním z výstupů simulace
- Jeden zakladač zvládne za hodinu zaskladnit i vyskladnit 200 plášťů (zakladač manipuluje s dvěma plášti při zakládání do skladu a s dvěma plášti při vyskladnění ze skladu. V simulaci není řešen zakladačový systém, čas zakládání a vykládání je zprůměrován na celkově 27 vteřin při zakládání a 27 vteřin při vykládání.

Dopravní systém

- V simulaci není řešen dopravní systém, doprava je nahrazena průměrnými časy, po které pláště čekají na daných stanovištích na transport.

Lisovna

- Odpovídající počet stávajících lisů, každý lis má dvě formy
- Počet forem v provozu je dán reálnou situací daných dní
- Čas na vulkanizaci pláště je dán reálným standardním lisovacím časem daného pláště
- Strojní čas, který představuje otevření lisu - vyložení vylisovaného pláště na chladicí dopravník a založení nového surového pláště do lisu + zavření lisu, je zahrnut ve standardním lisovacím čase pláště



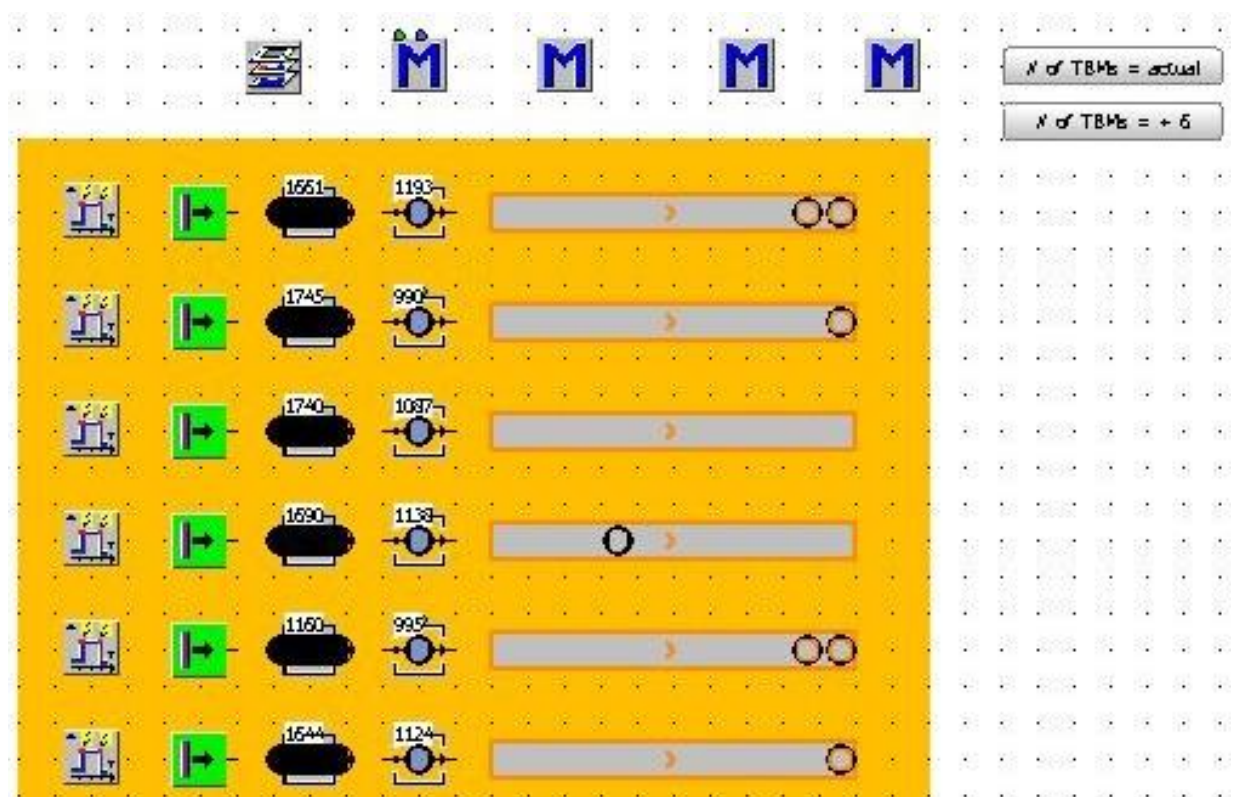
Obrázek 30 – Hlavní informační zobrazení simulace (vlastní zpracování)

Obrázek 30 znázorňuje hlavní informační prostředí simulace, kde v oranžovém rámečku vidíme vstup, který byl přijat skladem z konfekce. Je to tedy součet všech transportovaných výstupů konfekčních modulů do skladu za daný čas od začátku simulace. Modrý rámeček znázorňuje sklad s jeho aktuální obsazeností a maximální obsazeností v průběhu simulace. Růžový rámeček zobrazuje lisovnu, kde daný počet forem lisuje výstup z konfekce, který je transportován přes sklad. Kolonka „Output“ zobrazuje počet vylisovaných pláštů od začátku simulace.

7.5.2 Průběh a výstup simulace

Simulace byla vytvořená a naprogramována podle vstupních dat. Jednalo se o nejnáročnější simulaci pro programátora. Bylo nutné nejprve najít reprezentativní úsek nejméně 3 dnů, které nebyly narušeny žádnou abnormalitou a všechny součásti systému (konfekce, emul-gace, lisovna) fungovaly bez významných výkyvů.

Dále bylo nutné vyhledat, provázat a sjednotit data ve všech relevantních výkazech a následně je očistit o nejruznější abnormality, které byly způsobeny systémem vykazování a mohly by zkreslit celý výstup simulace.



Obrázek 31 – Bližší pohled na konfekční moduly (vlastní zpracování)

Na každý konfekční modul je dodáván přesně takový sortiment výroby, jako je tomu daný reprezentativní den. K tomuto účelu v simulaci slouží objekt Trigger, který má zadanou produkci jednotlivého konfekčního modulu na pět dní a vždy na začátku daného dne vytvoří na fiktivní sklad před modul tuto dávku celodenního objemu produkce. Z fiktivního skladu odchází pláště do modulu vždy, když je modul volný, tj. když modul zpracuje předchozí plášť a pošle jej na dopravník před sebou. Modul posílá po opracování pláště na fiktivní dopravník, kde se vždy shromáždí dva pláště, čekají na dopravníku 27 vteřin a poté jsou transportovány do skladu.

	time 1	string 2
string	Point in Time	Value
1	1:03.0000	340,.PLT.tires_hbs.a4514,const
2	1:04.0000	123,.PLT.tires_hbs.a4515,const
3	1:05.0000	107,.PLT.tires_hbs.a6245,const
4	1:06.0000	122,.PLT.tires_hbs.a3930,const
5	1:07.0000	162,.PLT.tires_hbs.a4515,const
6	1:08.0000	331,.PLT.tires_hbs.a4514,const
7	1:09.0000	39,.PLT.tires_hbs.a4514,const,
8	1:10.0000	222,.PLT.tires_hbs.a4515,const
9	1:11.0000	251,.PLT.tires_hbs.a4514,const
10	1:00:01:05.0000	321,.PLT.tires_hbs.a4514,const

*Obrázek 32 – Ukázka nastavení objektu Trigger
(vlastní zpracování)*



Obrázek 33 – Bližší pohled na sklady a lisovnu
(vlastní zpracování)

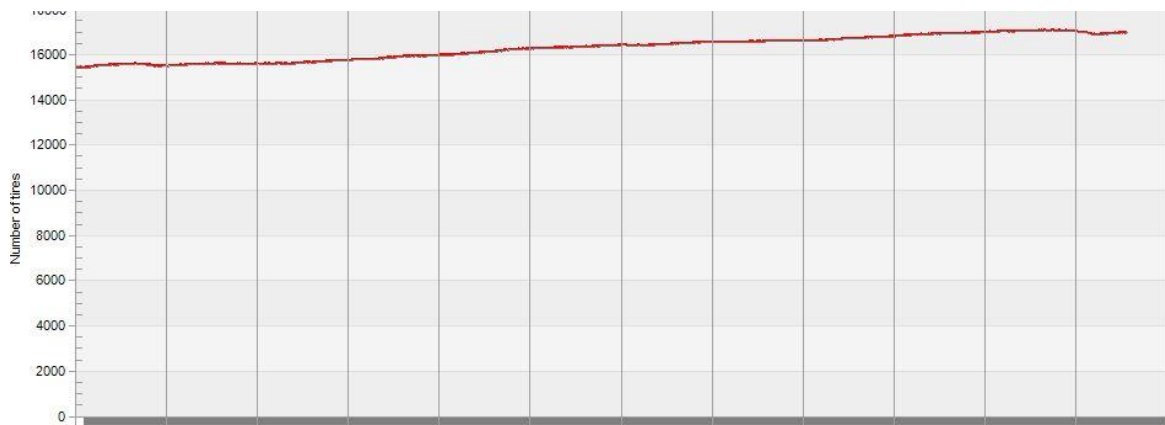
Každý unikátní artikl má svůj vlastní sklad. Testováno bylo více možných způsobu konstrukce trasy sklad – forma na lisu, kdy byl vytvořen jeden centrální sklad a pomocí systému tahu byly pláště objednávány formami nebo systém skladů na základě typů lisovaných artiklů na lisovně. Systém, kdy každý unikátní artikl vyrobený na konfekci má svůj separátní sklad se ukázal jako systém nejméně kopírující reálnou situaci.

Čas zpracování každého pláště na konfekčním modulu je dán standardním časem daného artiklu. Každá plášť si v sobě nese informaci jak o cyklovém čase, které bude při jeho opracování nutné použít na konfekčním modulu - ProcTime, tak o cyklovém čase nutného při lisování – CuringTime.

Při pěti-denním průběhu simulace bylo dosaženo maximální zaplněnosti skladu ve výši 17.128 plášťů. Průměrná obsazenost skladu činila 13.889 plášťů.

Name	Value	Type
CuringTime	10:10.0200	time
Destinace	(?)	object
Origin_machine	A5	string
ProcTime	53.1000	time
Tire_ID	43524	integer

Obrázek 34 – Atributy
plášťů (vlastní zpracování)



Obrázek 35 – Graf zaplněnosti skladu v čase (vlastní zpracování)

Závěr třetí simulace

- Simulace potvrdila, že navržený skladový systém je plně schopný svou kapacitou 18.300ks zaskladnit a vyskladnit pláště v požadovaném množství a čase
- Navrhovaná kapacita skladu 18.300ks je využita na 76%. Na základě simulace bylo navrženo určit kapacitu skladu na 19.840ks, což odpovídá požadované 70% využitelnosti a sklad je tak lépe schopný pokrýt výkyvy v produkci

Hodnocení závěru třetí simulace

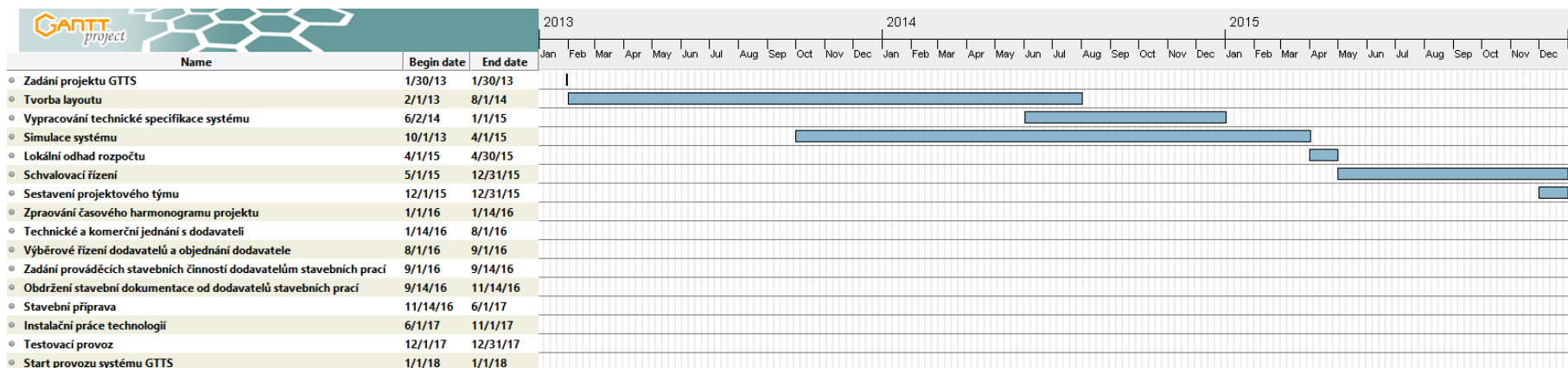
Simulace byla ztlačně ovlivněna prvním dnem simulace, kdy lisovna byla od první chvíle zcela nevyužita a musela čekat na výrobu pláštů na konfekci. Při aktuální situaci ve výrobě se ne každý vyrobený surový plášť na konfekci lisuje tentýž den na lisovně a dochází tak k saldu pláštů. Simulace zahrnovala pouze pět dní reálné produkce a pláště vyrobené v tomto období na konfekci se mohly lisovat až po čase zahrnutém v simulaci. V průběhu třetí simulace bylo možné pozorovat lineární nárůst zaplněnosti skladu, kdy není možné vidět horní hranici počtu pláštů ve skladu, a tudíž není možné určit, zda simulace neobsahuje chyby v naprogramovaném kódu, logice nebo zdali jsou vstupní data správná.

8 NÁVRH REALIZACE PROJEKTU

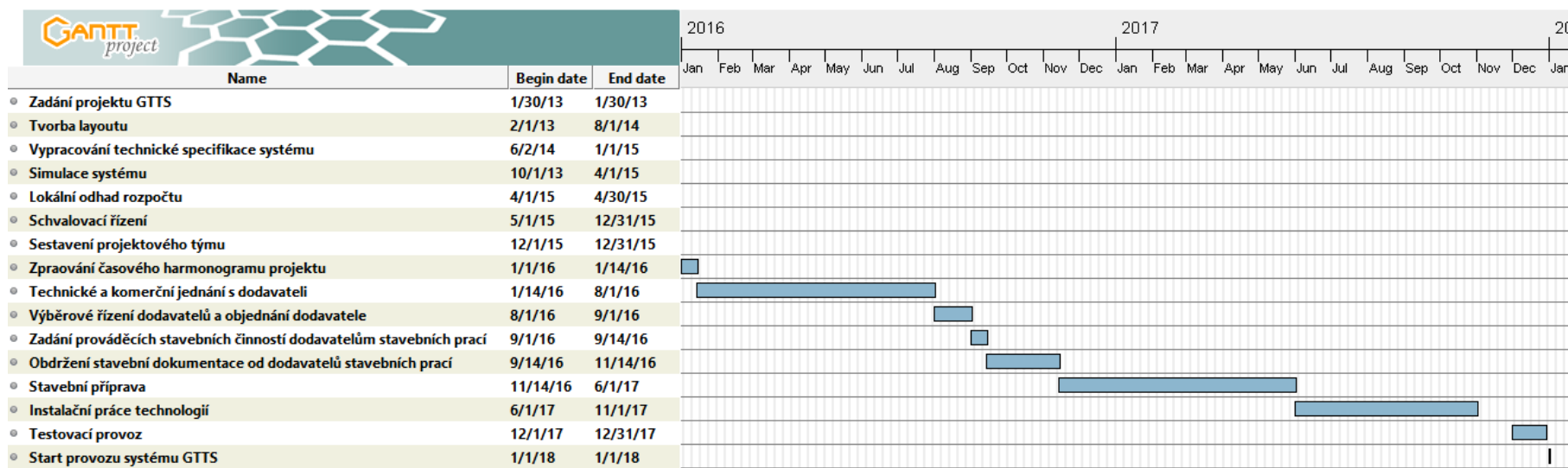
Projekt je ve fázi přípravy a není jasné kdy a zda bude projekt realizován. Rozhodnutí bude závislé na výsledné podobě návrhu projektu, výsledné investici a její návratnosti. Projekt bude nadále označován zkratkou GTTS – Green Tire Transport System.

8.1 Časový harmonogram

Projekt GTTS byl vytvořen a zadán do přípravného fáze vedením společnosti na konci ledna roku 2013. Bylo nutné vytvořit návrh layoutu celého dopravníkového systému, vytvořit návrh konstrukce systému i každého jednotlivého prvku systému. Vytvoření návrhu layoutu projektu bylo hotové v srpnu roku 2014. Zároveň s vytvářením layoutu projektu probíhalo vypracování technické specifikace každého prvku v systému (typ dopravníků, rychlost dopravníků, umístění dopravníků, výtahy u konfekce, typ emulgačního zařízení, typ zakladačů ve skladu a na lisovně atd.) a simulování systému v simulačním programu Plant Simulation. Po finálním návrhu layoutu a jeho ověření pomocí simulace bude uskutečněn lokální odhad rozpočtu, který bude vyhotoven do začátku měsíce června roku 2015. Následovat bude schvalovací řízení všech zainteresovaných stran v projektu, které bude zakončeno na konci roku 2015 společně se sestavením projektového týmu. Na začátku roku 2016 bude zpracován časový harmonogram projektu a do konce srpna bude probíhat technické a komerční jednání s dodavateli jednotlivých částí projektu. Výběrové řízení pro výběr vhodných dodatelů a jejich objednání bude probíhat měsíc do září roku 2016. Následně bude vypracováno zadání prováděcích stavebních činností dodavatelům stavebních prací a dodavatelé do dvou měsíců od zadání dodají stavební dokumentaci. Stavební příprava projektu bude hotova do osmi měsíců od doručení stavební dokumentace, do června roku 2017. V této době budou zahájeny instalační práce jednotlivých technologií a prvků systému – dopravníkového systému, výtahů u konfekčních modulů, emulgačního zařízení, konstrukce výškově zakladačového skladu, zakladačů ve skladu, systém programového řízení systému atd. V prosinci roku 2017 bude probíhat testovací provoz systému, kdy bude cílem odhalit všechny nedokonalosti či abnormality, za účelem systém co nejlépe optimalizovat a zajistit jeho stabilitu a bezproblémovou funkčnost. Od začátku roku 2018 bude systém uveden do ostrého provozu.



Obrázek 36 – Časový harmonogram projektu, 1. část (vlastní zpracování)



Obrázek 37 – Časový harmonogram projektu, 2. část (vlastní zpracování)

8.2 Klíčové aktivity

Klíčové aktivity zde budou sestaveny podle posloupnosti v časovém harmonogramu a každá aktivita bude označena zkratkou KA + číslo aktivity.

KA01: Tvorba layoutu

Odpovědnost: Oddělení IE - Layout

Výstup: Návrh layoutu dopravníkového systému ve formě souboru vypracovaném v programu AUTOCAD

Doba trvání: 18 měsíců

Popis: Vytvoření návrhu layoutu nového dopravníkového systému na Hlavní výrobě na pracovištích konfekce a lisovna, včetně konstrukce skladu

KA02: Vypracování funkční technické specifikace systému

Odpovědnost: Oddělení IE - Layout

Výstup: Vypracovaná funkční technické specifikace pro každý prvek dopravníkového systému a skladu. Soubor v textovém souboru.

Doba trvání: 6 měsíců

Popis: Vypracování funkční technické specifikace pro každý prvek dopravníkového systému a skladu, jako je: typ dopravníků pro každou část systému a jejich rychlosti, umístění všech prvků v systému, specifikace výtahů u konfekčních modelů, typ a rychlosti emulgačního zařízení, specifikace zakladačů ve skladu a na lisovně a princip činností prvků systémů

KA03: Simulace systému

Odpovědnost: Marek Olbert

Výstup: Vytvoření souborů simulací v programu Plant Simulation.

Doba trvání: 18 měsíců

Popis: Vytvoření simulace v programu Plant Simulation rozdělenou na 3 části: konfekce – sklad, sklad – lisovna a sklad samostatně. Simulace

slouží k ověření navrhovaného dopravníkového systému a k návrhům a aplikaci opatření optimalizující dopravníkový systém a sklad.

KA04: Lokální odhad rozpočtu

Odpovědnost: Odbor výstavby, odbor Řízení a pohonů (Controls & drives)

Výstup: Vytvořený lokální odhad rozpočtu v textovém souboru

Doba trvání: 1 měsíc

Popis: Ocenění jednotlivých prvků systému a systému celého včetně stavebních prací a veškerých relevantních nákladů související s projektem

KA05: Schvalovací řízení

Odpovědnost: Centrála společnosti, vedení společnosti Continental Barum

Výstup: Schválení investice v podobě textového souboru

Doba trvání: 7 měsíců

Popis: Centrála společnosti a vedení společnosti Continental Barum schválí návrh projektu

KA06: Sestavení projektového týmu

Odpovědnost: Vedení společnosti Continental Barum

Výstup: Vytvořený projektový tým zodpovědný za realizaci projektu GTTS

Doba trvání: 1 měsíc

Popis: Jmenování projektového týmu odpovědného za realizaci výstavby, konstrukce, instalaci technologií a veškerých činností souvisejících s projektem GTTS

KA07: Zpracování detailního časového harmonogramu projektu GTTS

Odpovědnost: Vedoucí projektového týmu

Výstup: Vypracovaný časový harmonogram projektu GTTS v MS Project

Doba trvání: 14 dní

Popis: Vypracování časového harmonogramu projektu GTTS od výběru dodavatelů po zahájení provozu systému

KA08: Technické a komerční jednání s potenciálními dodavateli všech částí projektu

Odpovědnost: Vedoucí projektového týmu

Výstup: Dodání cenové a technické nabídky od dodavatelů v různých formátech souborů

Doba trvání: 7 měsíců a 14 dní

Popis: Jednání s potenciálními dodavateli o specifikacích, možnostech a cenách jednotlivých prvků systémů

KA09: Výběrové řízení na dodavatele a objednání vhodného dodavatele

Odpovědnost: Centrála společnosti

Výstup: Seznam vybraných dodavatelů v textovém souboru

Doba trvání: 1 měsíc

Popis: Výběr vhodné realizační firmy systému na základě nabídek potenciálních dodavatelů. Dodavatelé standardně požadují od objednávky 9 měsíců na výrobu technologie.

KA10: Zadání prováděcích stavebních činností dodavatelům stavebních prací

Odpovědnost: Odbor výstavby

Výstup: Technická specifikace v textovém souboru

Doba trvání: 14 dnů

Popis: Přesné zadání práce dodavatelům: stavebních prací, elektrických rozvodů, energií, vzduchotechniky, osvětlení, požárně bezpečnostní ochrany

KA11: Obdržení stavební dokumentace od dodavatelů stavebních prací

Odpovědnost: Odbor výstavby

Výstup: Stavební dokumentace

Doba trvání: 2 měsíce

Popis: Stavební dokumentace ke: stavebním pracím, elektrickým rozvodům, energiím, vzduchotechnice, osvětlení, protipožární ochraně

KA12: Stavební příprava projektu

Odpovědnost: Dodavatelé stavebních prací

Výstup: Předávací protokol ke stavbě

Doba trvání: 6 měsíců a 14 dní

Popis: Stavební příprava zahrnuje zejména zbourání stropu, úprava střechy, stavbu ocelových konstrukcí, instalace osvětlení, elektrických rozvodů, vzduchotechniky a prvků protipožární ochrany

KA13: Instalační práce

Odpovědnost: Dodavatelé technologií

Výstup: Bez výstupu

Doba trvání: 5 měsíců

Popis: Instalační práce zahrnují instalace všech prvků dopravníkového systému a konstrukci skladu. Instalace dopravníkového systému, výtahů u konfekčních modulů, konstrukce výškového zakladačového skladu, instalace emulgačního zařízení, zakladačů ve skladu i na lisovně, konfigurace systému počítačového řízení systému.

KA14: Testovací provoz

Odpovědnost: Dodavatelé technologií, Odbor výstavby, odbor Řízení a pohonů, Vedoucí projektového týmu

Výstup: Předávací protokol k technologiím

Doba trvání: 1 měsíc

Popis: Testování dopravníkového systému, výškově zakladačového skladu a všech prvků systému, odhalení nedokonalosti či abnormalit, kdy bude cílem systém co nejlépe systém optimalizovat a zajistit jeho stabilitu a bezproblémovou funkčnost.

Všechny stavební a instalační práce nesmí ohrozit ani omezit produkci daných pracovišť kromě nezbytných, několika hodinových až maximálně jednodenních odstávek jednotlivého

strojního zařízení. Veškeré úpravy a montáž bude prováděna za plného provozu všech pracovišť. Práce, které by mohly omezit či ohrozit produkci pracovišť větším rozsahem, se budou prováděny v celozávodní dovolené v létě, konkrétně první týden v srpnu a v zimě, poslední dva týdny měsíce prosince. Proto je instalace technologií naplánovaná tak, aby zahrnovala období celozávodní dovolené.

8.3 Rizika projektu

Rizika jsou zde vyjádřeny pomocí metody RIPRAN (RIsk PROject ANalysis), která představuje empirickou metodu pro analýzu rizik projektů. Vychází z procesního pojetí analýzy rizik. Chápe analýzu rizik jako proces (vstupy do procesu, výstupy z procesu, činnosti transformující vstupy na výstup s určitým cílem). Je zaměřená především na zpracování analýzy rizik projektu, které je potřeba minimalizovat či eliminovat před začátkem projektu. Analýza rizik je uvedena v tabulce číslo 2.

Tabulka 2 – RIPRAN analýza projektu (vlastní zpracování)

č.	Hrozba	Pravděpodobnost	Scénář	Pravděpodobnost scénáře	Celková pravděpodobnost	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Nepřesný stavební návrh	1%	1.1. Nevyužití místa	50%	0.5%	MD	MHR	Revize návrhů
			1.2. Nedostatek místa pro stavbu	50%	0.5%	MD	MHR	
2	Nepřesná vstupní data simulace	10%	Systém nebude nastaven efektivně	100%	10.0%	MD	SHR	Ověření výsledků simulace u dodavatele projektu
3	Nevhodný výběr dodavatele	5%	3.1 Reklamáce	40%	2.0%	MD	MHR	Důkladné výběrové řízení
			3.2 Nedodržení termínu	20%	1.0%	MD	MHR	
4	Výběr nevhodné technologie	5%	4.1. Výměna technologie	50%	2.5%	MD	MHR	Důkladná a ověřená technická specifikace systému
			4.2. Nedostatek výkonu	50%	2.5%	MD	MHR	
5	Stavba ohrozí aktuální provoz	30%	5.1. Snížení produkce	100%	30.0%	SD	SHR	Plánovat výstavbu v době odstávek a systémově odstavovat minimum nutných
			5.2. Chyby v logistice	40%	12.00%	MD	MHR	
6	Nedodržení harmonogramu	5%	Zpoždění, blokování prostoru	50%	2.50%	MD	MHR	Důrazná kontrola činnosti projektovým týmem
7	Nedostatečná návratnost investice	50%	Projekt nebude schválen	100%	50.0%	SD	VHR	Výběr levnějších technologií, snížení investičních nákladů
8	Škoda na stávající technologii způsobená stavební technikou	10%	8.1 Omezení výroby	20%	2.00%	MD	MHR	Proškolení dodavatelů dodávající stavební práce
			8.2 Prodloužení doby projektu	30%	3.00%	MD	MHR	
9	Nevhodně nainstalované technologie	2%	Posun termínu zahájení provozu systému	30%	0.6%	MD	MHR	Výběr zkušeného dodavatele technologií
10	Nedbalost řemesníků	1%	10.1 Úraz	20%	0.20%	MD	MHR	Proškolení pracovníků na požární bezpečnostní rizika
			10.2 Požár	5%	0.05%	MD	MHR	
11	Nevhodné počasí při stavebních úpravách střechy	1%	Práce budou odloženy	100%	1.0%	MD	MHR	Práce budou směřovány na vhodnější roční období, bez rizika deště či sněhu

8.4 Rozpočet

Projekt je ve fázi přípravy, kdy je nejdůležitější připravit veškeré technické a funkční specifikace systému, které budou následně naceněny a bude vytvořen lokální odhad rozpočtu.

8.4.1 Vyčíslení nákladů

Většina prvků systémů bude vyrobena podle specifického zadání. Ceny jednotlivých prvků se budou odvíjet od dohody s dodavateli jednotlivých prvků systému. Cena prvků systému i systému celého jsou v této části vytvořeny odhadově na základě cen, za které byly obdobné prvky pořizovány společností v minulosti a na základě ceníkových (!) cen společností dodávající jednotlivé prvky. V odhadu cen prvků systému je započítána i lidská práce a veškeré náklady spojené s instalací a uvedením systému do provozu. Cena tréningu operátorů systému a pracovníku údržby je obsažena v položce dopravníkový systém konfekce a lisovny.

Tabulka 3 – Ocenění prvků navrhovaného systému (vlastní zpracování)

Název prvku systému	Měrná jednotka	Počet jednotek	Celkem v mil. Kč	Celkem v mil. € <i>(zaokrouhleno)</i>
Dopravníkový systém z konfekce do skladu včetně emulgačního zařízení	m	4.320	120	4
Výtahy u konfekčních modulů	ks	39	50	2
Konstrukce skladu			40	1
Zakladačový systém ve skladu	ks	23	200	7
Dopravníkový systém ze skladu na lisovny	m	3524	100	4
Zakladače na lisovně	ks	28	250	9
Stavební úpravy			240	9
Celkem			1000	37

V rozpočtu je dán kurz jednoho eura 27,5 Kč. Stavební úpravy obsažené v rozpočtu zahrnují zejména bourání stropu v prostoru instalace výškového zakladačového skladu a úprava konstrukce podlahy, prostupy ve střešním plášti pro dopravní systém, instalace ocelových konstrukcí pro dopravní systém, elektroinstalace, vzduchotechnika, osvětlení a prvky protipožárního zabezpečení.

Z rozpočtu je patrné, že cena zakladačů na lisovně tvoří největší část rozpočtu. V současné době je zvažována alternativa v podobě levnější technologie. Jedná se zejména o lanový zakladač, který plní stejnou úlohu jako vertikální dvouosý zakladač, ale nedosahuje srovnatelné rychlosti a spolehlivosti. Cena jednoho lanového zakladače se pohybuje v rozmezí €110.000 až €130.000. Reference hovoří ve prospěch vertikálního dvouosého zakladače, který je spolehlivější a rychlejší, než lanový zakladač. Na spolehlivost je zde brát největší důraz.

8.5 Návratnost investice

Pro výpočet návratnosti investice je nutné nejprve stanovit náklady a finanční přínosy investice.

8.5.1 Náklady projektu

Náklady projektu jsou dány pořizovacími cenami jednotlivých prvků dopravníkového systému, stavebními úpravami, instalací technologií i školením pracovníků. Tyto náklady byly hrubým odhadem vyčísleny celkově na 1 mld. Kč.

8.5.2 Finanční přínosy projektu

Finanční přínosy projektu jsou vyčísleny pomocí roční úspory nákladů na ušetřené pracovníky v důsledku investice a odstranění manipulačních vozíků pro přepravu surových pláštů. Náklady na pracovníky byly vyčísleny na 80 mil. Kč ročně. Roční náklady na údržbu, opravy a průběžného pořizování nových manipulačních vozíků činí 20 mil. Kč. Celkové finančně vyčíslitelné přínosy projektu jsou tedy 100 mil. Kč ročně.

8.5.3 Nefinanční přínosy projektu

Projekt přináší významné přínosy i v nefinanční oblasti, jedná se zejména o odstranění manipulace s vozíky na surové pláště v prostoru konfekce, odstranění ruční práce u emulgace

– automatizace, zajištění FIFO, přehled o saldu pláštů ve skladu, uvolnění prostoru na konfekci (odstranění vozíků) a možnost rozšíření výroby o další konfekční moduly a lisy (uvolnění prostoru mezi konfekcí a lisovnou z důvodů odstranění emulgačních zařízení). Také je třeba vzít v potaz snížení počtu přetypování konfekčních modulů z důvodu možného zvýšení výrobních dávek, větší flexibilita na přípravě polotovarů z důvodu velké kapacity výškově zakladačového skladu a hlavně tzv. ESH (Environment Safety and Health) aspekt, kdy dopravníkový systém sníží fyzickou námahu konfekcionérů, operátorů u emulgačních zařízení a operátorů na lisovně z důvodu odstranění transportu surových pláštů na manipulačních vozících.

8.5.4 Návratnost investice

Dobu návratnosti investice lze jednoduše spočítat jako podíl celkových nákladů na investici a ročních úspor nákladů v důsledku investice. Při hrubém ocenění projektu byla dosažena náklady ve výši 1 mld. Kč. Reálně finančně vyčíslitelná úspora byla vyčíslena na 100 mil. Kč ročně. Návratnost investice tedy činí 10 let. Požadovaná doba návratnosti nebyla v této fázi projektu určena. Požadovaná doba návratnosti investice se stanovuje individuálně pro každý projekt.

8.6 Návrhy a aplikace opatření na základě simulace

V rámci simulace systému obsažené v této práci byly navrhnuty a aplikovány do následných simulací následné opatření:

- Na základě první simulace bude upraven návrh dopravníkového systému, kdy budou dva sběrné dopravníky z řady G + H napojeny na hlavní dopravník trasy A + B. Simulace s touto úpravou bude vypracována mimo diplomovou práci. Předpokládaná úspora – 160m dopravníků
- Navržená logika zakládání surových pláštů do skladu v simulaci ukázala nízké využití 3 zakladačů. Při ověření přesných technických parametrů použitého zakladače může tato skutečnost, při odstranění zmíněných 3 zakladačů, hrát velkou roli při snížení investičních nákladů projektu kvůli ceně jednoho zakladače. Simulace s touto úpravou bude vypracována mimo tuto diplomovou práci. Předpokládaná úspora – 3 zakladače ve skladu

Pokud následné simulace potvrdí navržené opatření a návrhy se zrealizují, investiční náklady se sníží o 30 mil. Kč. Toto snížení by znamenalo redukci celkových investičních nákladů na

970mil. Kč. Při reálně finančně vyčíslitelné úspoře 100mil. Kč ročně by byla návratnost projektu snížena o 0.3 roku na 9,7 let, což znamená přibližně 9 let a devět měsíců.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabírala návrhem a simulací dopravníkového systému mezi třemi pracovišti společnosti Continental Barum, s.r.o. na Hlavní výrobě. Důležitým cílem bylo vytvořit simulační model navrhovaného dopravníkového systému mezi pracovišti a vytvořit návrh projektu dopravníkového systému. Mezi další cíle patřilo vytvoření návrhů optimalizující navrhovaný systém a jejich následná aplikace do již vytvořených simulací nebo vytvoření simulací nových.

Teoretická část diplomové práce byla zaměřena na zpracování teoretických poznatků, které byly potřebné pro zvládnutí praktické části práce. Nejdříve byla představení metoda simulačních modelů pomocí počítače a její náležitosti včetně obecného postupu konstrukce simulace, dále zde byl charakterizován simulační software Plant Simulation, jenž byl využíván v praktické části práce na simulaci dopravníkového systému. V následující kapitole teoretické části byla stručně charakterizována výrobní logistika, řízení materiálových toků, princip tlaku a tahu nebo manipulační prostředky a systémy, které byly využity v praktické části.

V praktické části byla představena společnost Continental Barum, s.r.o. včetně klíčových aktivit společnosti. Dále byl analyzován současný stav postupu výroby a systém, kterým je materiál a polotovary transportovány mezi pracovišti. Podrobně byl analyzován systém transportu mezi třemi klíčovými pracovišti pro tuto práci – transport mezi pracovištěm Konfekce, Emulgace a Lisovnou. Následně bylo vymezeno zadání projekt, jeho obsah a popis hlavních a vedlejších cílů.

Hlavní náplní praktické části práce bylo vytvoření třech samostatných simulací v programu Plant Simulation simulující návrh dopravníkového systému. Rozdělení na tři samostatné simulace bylo učiněno z důvodu licence programu, která v aktuální podobě neumožňuje tvořit komplexní simulace v rámci jednoho souboru a také kvůli nárokům simulace jak na výkon počítače, tak na programátora. První simulace byla zaměřena na simulaci dopravníkového systému mezi Konfekcí a skladem, druhý simulace se věnovala simulaci dopravníkového systému mezi skladem a Lisovnou a poslední, třetí simulace, byla zaměřena na simulaci samotného skladu.

Ze závěrů první simulace je zřejmé, že navržený dopravníkový systém je navržen v podobě, kdy je zcela schopný pokrýt aktuální produkci a i při zvýšení objemu produkce o 30% bude stále zcela schopen odvést všechny vyrobené surové pláště z konfekce do skladu přes emul-

gační zařízení bez výraznějších komplikací. Simulace zároveň odhalila možnost snížení investičního nákladu upravením tras dopravníků, resp. jejich zkrácení o 160 metrů, které bude aplikováno do návrhu projektu a ověřeno následnou simulací. Dále bylo na základě první simulace rozhodnuto o upravení návrhu výškového zakladačového skladu, kdy byl počet zakladačů snížen celkově o tři. Návrh bude opět simulován pro potvrzení celkového potřebného počtu zakladačů.

Druhá simulace byla rozdělena na dvě části. První část se zabírala testováním logik vyskladňování surových pláštů ze skladu a jejich následný transport k jednotlivým formám lisu. Systém vyskladňování pláštů ze skladu po dvou byl vybrán jako optimální. Na základě simulace byl zhodnocen návrh dopravníkového systému ze skladu k lisům jako optimální. Druhá část druhé simulace byla zaměřena na testování průtoku a stability dopravníkového systému ze skladu na pracoviště Lisovna. Navržený systém byl zcela schopný pokrýt aktuální objem produkce lisovny a při testování nebyly shledány komplikace i při zvýšení produkce o 30%.

Cílem třetí simulace bylo testovat zaplněnost navrhovaného výškového zakladačového skladu v čase při reálné produkci pěti vybraných reprezentativních dní z minulosti. Výstupem simulace bylo určit požadovanou kapacitu skladu při průměrné využitelnosti 70%. Na základě simulace byla navržena kapacita skladu 19.840ks. Tato kapacita bude splňovat podmínku 70% využitelnosti skladu. Simulace bude nicméně provedena znovu kvůli ověření přesnosti – bude simulována produkce v období 15 reprezentativních reálných dní z minulosti. Tato simulace s větším rozsahem dat nám poskytne přesnější údaje o zaplněnosti skladu v čase.

Projektová část řeší návrh realizace projektu dopravníkového systému a všech jeho prvků. Byl vypracován časový harmonogram, charakteristika klíčových aktivit včetně odpovědností za ně, riziková analýza i rozpočet. Kritickým místem projektu je návratnost investice, která dosahuje 10 let. Při optimalizačních opatřeních aplikovaných na základě simulace systému byly celkové investiční náklady redukovány o 30mil. Kč a návratnost investice byla uspišena o 3 měsíce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BANGSOW, Steffen, c2010. *Manufacturing simulation with Plant Simulation and Simtalk: usage and programming with examples and solutions*. Berlin: Springer, xvii, 297 p. ISBN 36-420-5074-3.
- BANKS, Jerry, c1998. *Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and practice*. Norcross, Ga.: Co-published by Engineering, xii, 849 p. ISBN 04-711-3403-1.
- CIMORELLI, Stephen C, c2006. *Kanban for the supply chain: fundamental practices for manufacturing management*. New York: Productivity Press, xiv, 129 p. ISBN 15-632-7314-4.
- GROSS, John M a Kenneth R MCINNIS, c2003. *Kanban made simple: demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing process*. New York: AMACOM, viii, 259 p. ISBN 08-144-0763-3.
- CHUNG, Christopher A., c2004. *Simulation modeling handbook: a practical approach*. Boca Raton: CRC Press, 1 v. (various pagings). ISBN 08-493-1241-8.
- ING. PIVNIČKA, Michal, 2015. *Úvod do programovacího jazyka Simtalk*. Zlín. Učební texty. UTB, FaME, Zlín.
- INTRALOX, LLC, c2015. *Conveyor Belting Engineering Manual*.
- PERINGER, Petr, 2012. *Modelování a simulace IMS*. VUT Brno, 17.12.2012. Studijní opora. Fakulta informačních technologií.
- SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE INC, ©2015. *Plant Simulation* [online]. Munich, [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/tecnomatix/plant_design/plant_simulation.shtml
- ADAMEC CRANE SYSTEMS, s.r.o., ©2015. *Portálový jeřáb Adamec Crane Systems* [online]. Kosoř. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://jerabyadamec.cz/portalovy-jezab-adamec-crane-systems/>
- ŘEZÁČ, Jaromír, 2010. *Logistika*. 1. vyd. Praha: Bankovní institut vysoká škola, 215 s. ISBN 978-80-7265-056-9.

API - AKADEMIE PRODUKTIVITY A INOVACÍ, s.r.o., ©2015. *Tahové systémy řízení* [online]. Slaný, [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68341.tahove-systemy-rizeni/>

CONTINENTAL BARUM S.R.O, 2004. *Gumárenská technologie: Učební texty*. Otrokovice.

CONTINENTAL AG, ©2015. *Informace o závodu* [online]. Hanover. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: http://www.continental-corporation.com/www/hr_cz_cz/themes/ov1_locations_cz/ov1_otrokovice_cz/cwl_information_about_location_cz.html

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

€	Euro
°C	Stupeň Celsia
CBS	Continental Business System
CoBa	Continental Barum
č.	Číslo
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve and Control
ESH	Environment Safety and Health
FIFO	First In First Out
GTTS	Green Tire Transport System
hod.	Hodina
IE	Industrial Engineering
JIT	Just In Time
Kč	Česká koruna
ks	Kus
m	Metr
mil	Milión
mld.	Miliarda
mm	Milimetr
PLT	Passenger and Light Truck tires
RIPRAN	RIsk PROject ANalysis
s.	Vteřina
TPM	Total Productive Maintenance

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 - výchozí rozmístění pracovního prostředí v Plant Simulation (Bangsow, 2010, s. 8)</i>	21
<i>Obrázek 2 – Vzorová ukázka jednoduché simulace (vlastní zpracování)</i>	22
<i>Obrázek 3 – Princip systému tlaku (API, 2015)</i>	26
<i>Obrázek 4 – Princip systému tahu (API, 2015)</i>	26
<i>Obrázek 5 – Portálový jeřáb (Adamec Crane Systems, 2015)</i>	29
<i>Obrázek 6 – Portfolio výrobků (Continental AG, 2015)</i>	33
<i>Obrázek 7 – Zákazníci společnosti (Continental AG, 2015)</i>	34
<i>Obrázek 8 – Logo společnosti Continental (Continental AG, 2015)</i>	35
<i>Obrázek 9 – Znázornění rozdílu mezi diagonálním a radiálním pláštěm (Gumárenská technologie, 2004, s. 7).....</i>	37
<i>Obrázek 10 - Hlavní části pláště pneumatiky (Gumárenská technologie, 2004, s. 6).....</i>	38
<i>Obrázek 11 – Schéma toku materiálu (Gumárenská technologie, 2004, s. 14).....</i>	39
<i>Obrázek 12 – Řez osobním radiálním pláštěm (Gumárenská technologie, 2004, s. 27).....</i>	41
<i>Obrázek 13 – Vozík na surové pláště (Vlastní zpracování)</i>	42
<i>Obrázek 14 – Systém transportu mezi konfekcí, emulgačními zařízeními a lisovnou (vlastní zpracování).....</i>	44
<i>Obrázek 15 – Typ vertikálního zakladače (Interní materiál společnosti Continental Barum).....</i>	47
<i>Obrázek 16 – Harmonogram simulací (vlastní zpracování)</i>	50
<i>Obrázek 17 – Layout první simulace (vlastní zpracování)</i>	51
<i>Obrázek 18 – Technický náčrt konfekčních řad A+B s dopravníkovým systémem (Interní materiál společnosti Continental Barum)</i>	53
<i>Obrázek 19 – Technický náčrt dopravníkového systému u modulu (Interní materiál společnosti Continental Barum)</i>	54
<i>Obrázek 20 – Bližší pohled na dopravníkový systém řady A+B (vlastní zpracování).....</i>	55
<i>Obrázek 21 – Pohled na klapkový systém (vlastní zpracování).....</i>	56
<i>Obrázek 22 – Pohled na emulgační zařízení a dopravníky pro zaskladnění (vlastní zpracování)</i>	56
<i>Obrázek 23 – Celková situace mezi skladem a lisovnou (Interní materiál společnosti Continental Barum).....</i>	59

<i>Obrázek 24 - Detail lisu (Interní materiál společnosti Continental Barum).....</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 25 – Vertikální dvouosý zakladač (Interní materiál společnosti Continental Barum).....</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 26 - Layout první části simulace (vlastní zpracování)</i>	<i>61</i>
<i>Obrázek 27 – Ukázková statistika forem na lisovně (vlastní zpracování).....</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 28 – Bližší pohled lisovnu ve 3D (vlastní zpracování)</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 29 – Layout druhé části simulace (vlastní zpracování).....</i>	<i>63</i>
<i>Obrázek 30 – Hlavní informační zobrazení simulace (vlastní zpracování)</i>	<i>65</i>
<i>Obrázek 31 – Bližší pohled na konfekční moduly (vlastní zpracování)</i>	<i>66</i>
<i>Obrázek 32 – Ukázka nastavení objektu Trigger (vlastní zpracování)</i>	<i>67</i>
<i>Obrázek 33 – Bližší pohled na sklady a lisovnu (vlastní zpracování).....</i>	<i>68</i>
<i>Obrázek 34 – Atributy plášťů (vlastní zpracování)</i>	<i>68</i>
<i>Obrázek 35 – Graf zaplnění sklady v čase (vlastní zpracování)</i>	<i>69</i>
<i>Obrázek 36 – Časový harmonogram projektu, 1. část (vlastní zpracování)</i>	<i>71</i>
<i>Obrázek 37 – Časový harmonogram projektu, 2. část (vlastní zpracování)</i>	<i>71</i>

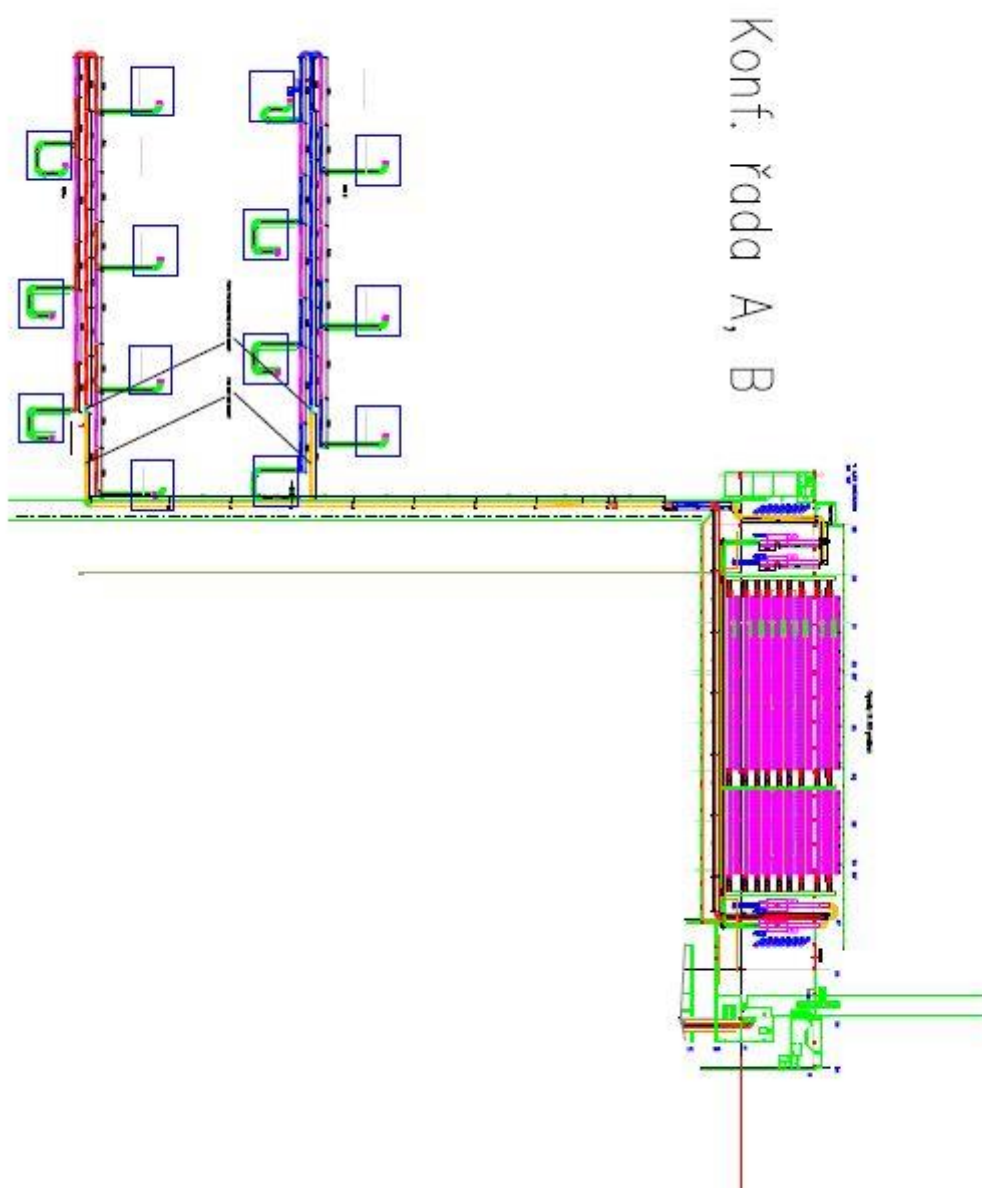
SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 – Rozdělení kategorií při sběru dat (Bangsow, 2010, 4)</i>	18
<i>Tabulka 2 – RIPRAN analýza projektu (vlastní zpracování)</i>	77
<i>Tabulka 3 – Ocenění prvků navrhovaného systému (vlastní zpracování)</i>	78

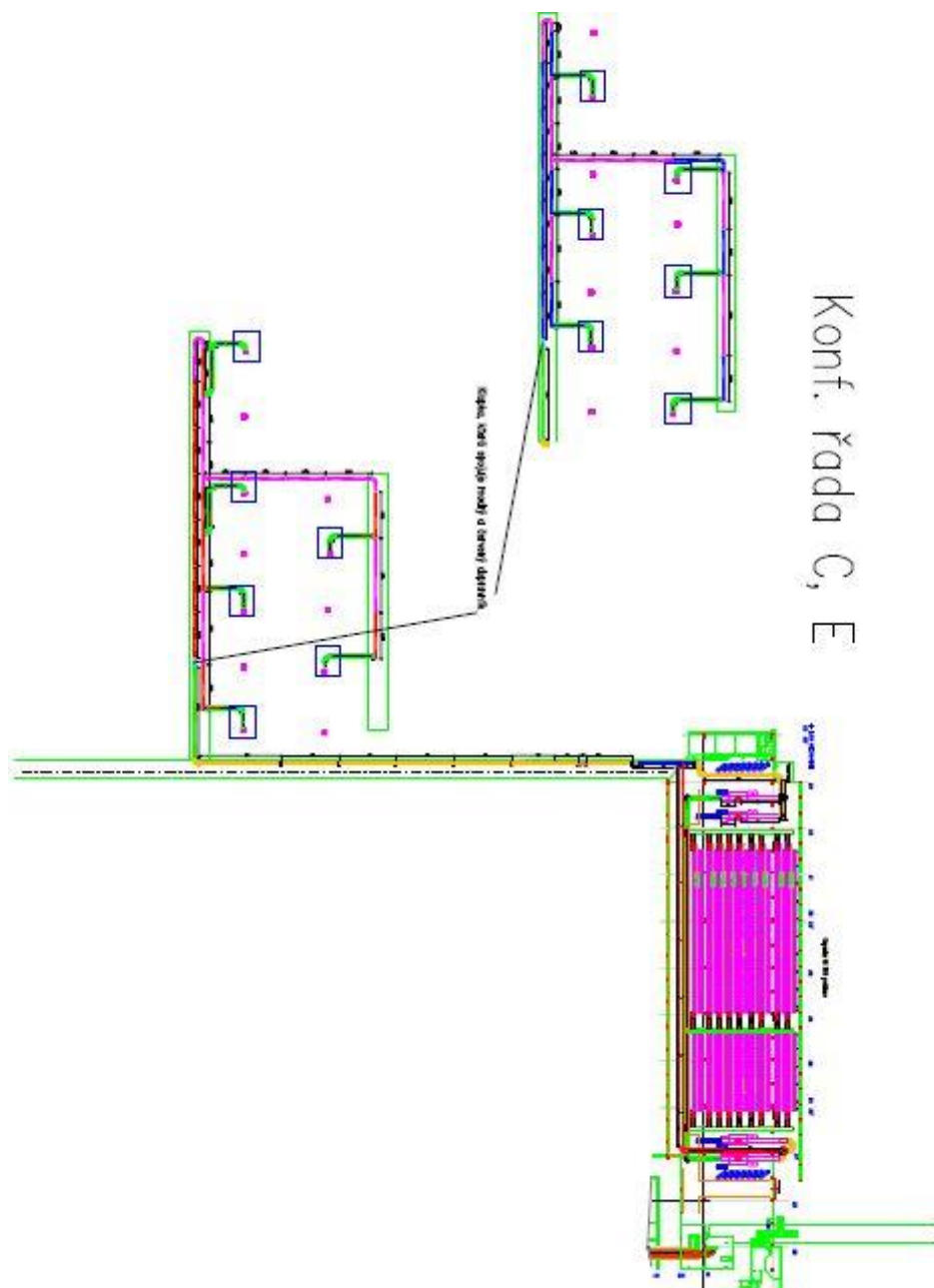
SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: TECHNICKÝ NÁKRES KONFEKČNÍ ŘADY A + B.....	91
PŘÍLOHA P II: TECHNICKÝ NÁKRES KONFEKČNÍ ŘADY C + E	92
PŘÍLOHA P III: TECHNICKÝ NÁKRES KONFEKČNÍ ŘADY G + H.....	93

PŘÍLOHA P I: TECHNICKÝ NÁKRES KONFEKČNÍ ŘADY A + B



PŘÍLOHA P II: TECHNICKÝ NÁKRES KONFEKČNÍ ŘADY C + E



PŘÍLOHA P III: TECHNICKÝ NÁKRES KONFEKČNÍ ŘADY G + H

Konf. řada G, H

