

Návrh layoutu nových výrobních prostor společnosti Cardbox Packaging s.r.o.

Bc. Kristýna Burd'áková

Diplomová práce
2017



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: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Kristýna Burdáková
Osobní číslo: M150048
Studijní program: N6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Průmyslové inženýrství
Forma studia: prezenční

Téma práce: Návrh layoutu nových výrobních prostor společnosti Cardbox Packaging s.r.o.

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k danému tématu.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výrobních prostor.
- Vypracujte projekt nového layoutu za užití diskrétní simulace.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

BANGSOW, Steffen. Manufacturing simulation with Plant Simulation and SimTalk: usage and programming with examples and solutions. Berlin: Springer, c2010, 297 s. ISBN 978-3-642-05073-2.

DELGADO SOBRINO, Daynier Rolando. Material flow and layout: an integrative analysis. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2016, 93 stran. Vědecké monografie. ISBN 978-80-7380-600-2.

DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2016, 223 stran. ISBN 978-1-4987-0887-6.

CHUNG, Christopher A. Simulation modeling handbook: a practical approach. Boca Raton: CRC Press, c2004, 1 sv. (různé stránkování). Industrial and manufacturing engineering series. ISBN 0-8493-1241-8.

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

Vedoucí diplomové práce: Ing. Michal Pivnička, Ph.D.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 15. prosince 2016
Termín odevzdání diplomové práce: 18. dubna 2017

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen 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/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, 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/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 18.4.2017

Jméno a příjmení: KRISTÝNA BIRDÁKOVÁ

.....
Burdáková
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je navrhnout společnosti Cardbox Packaging s.r.o. layout nových výrobních prostor, což by mělo pomoci zvýšit počet zpracovaných zakázek, zákazníků a konkurenceschopnost mezi tiskařskými společnostmi.

Jako podklad pro zpracování projektu slouží teoretická část práce, která se zabývá štíhlým podnikem, metodami logistického řízení a simulačním programem Plant Simulation. Na základě pozorování a podrobné analýzy současného stavu výrobních prostor, byl vytvořen simulační model, díky kterému bylo možné navrhnout nový layout.

Klíčová slova: simulační model, Plant Simulation, spaghetti diagram, layout, materiálový tok

ABSTRACT

The aim of diploma thesis is to propose layout of new manufacturing facilities to company Cardbox Packaging s.r.o., which should help increase the number of orders, customers and competitiveness between the printing companies.

For the project is important a theoretical part, which deals with lean company, methods of logistics management and simulation software Plant Simulation. Observation and detailed analysis of the current situation of manufacturing space it was basis to created a simulation model that makes possible to design a new layout.

Keywords: simulation model, Plant Simulation, spaghetti diagram, materiál flow

Děkuji všem, co mi pomohli dostat se o krok blíže k dosažení mého snu.

„Náš život je hledání vlastní cesty. Byl by hřích přestat cestu klestit a prosekávat, čekat nebo plýtvat vymezeným časem, doufat v něco či v někoho, že nám cestu ukáže a jeho šlépěje budeme prostě následovat. Neznám jiný úspěch než žít svůj život po svém a kráčet svojí vlastní cestou. Každému z nás patří pouze jeden příběh – ten náš.“

Prof. Milan Zelený

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY PRÁCE	11
1 TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ JAKO KATALYZÁTOR ZMĚN	13
2 ŠTÍHLÝ PODNIK	14
2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	14
2.2 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA	17
2.3 MANAGEMENT ÚZKÝCH MÍST	17
2.3.1 Teorie omezení.....	18
2.3.1.1 Drum-Buffer-Rope (DBR).....	18
2.4 ŠTÍHLÝ LAYOUT	19
3 PODNIKOVÉ PROCESY	20
3.1 PROCESY V PODNIKU A JEJICH ZLEPŠOVÁNÍ.....	20
3.1.1 Charakteristika výrobních procesů.....	21
3.2 ANALÝZA PROCESŮ	22
4 ČLENĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU A ORGANIZAČNÍ USPOŘÁDÁNÍ	23
5 METODY LOGISTICKÉHO ŘÍZENÍ	26
5.1 SPAGHETTI DIAGRAM	26
5.2 SANKEY DIAGRAM.....	27
6 SIMULAČNÍ MODEL Y	28
6.1 VÝHODY SIMULAČNÍCH PROGRAMŮ	28
6.1.1 Možnosti experimentování v krátkém čase.....	28
6.1.2 Snížení analytických požadavků	28
6.1.3 Jednoduše prokazatelné model y.....	28
6.2 NEVÝHODY SIMULAČNÍCH PROGRAMŮ	29
6.2.1 Nepřesná vstupní data nedají přesné výsledky.....	29
6.2.2 Simulace nedává jednoduchá řešení komplexních problémů	29
6.2.3 Sama simulace problém nevyřeší.....	29
7 PLANT SIMULATION	30
7.1 GRAFICKÉ PROSTŘEDÍ PLANT SIMULATION.....	30
7.2 MODELOVÁNÍ.....	31
7.3 MATERIAL FLOW OBJECTS.....	32
7.3.1 Source.....	32
7.3.2 Drain.....	33
7.3.3 SingleProc	33
7.3.4 Buffer	34
7.3.5 Turnplate	34

7.4	MOBILE UNITS	34
7.5	GENERAL OBJECTS.....	35
7.6	INFORMATION FLOW OBJECTS	35
7.7	USER INTERFACE AND TOOLS.....	36
7.8	SIMTALK.....	36
II	PRAKTICKÁ ČÁST	38
8	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	39
8.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	39
8.2	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	40
8.3	CERTIFIKÁTY SPOLEČNOSTI.....	41
8.4	VÝROBKOVÉ PORTFOLIO	41
8.5	TECHNOLOGIE TISKU	43
8.6	PŘEDSTAVENÍ PRACOVÍŠŤ	43
8.6.1	Kanceláře a DTP studio	44
8.6.2	Tisk.....	46
8.6.3	Výsek.....	47
8.6.4	Lepení.....	47
8.6.5	Dokončovací práce	48
8.6.6	Expedice	48
8.7	SWOT ANALÝZA	48
9	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	50
9.1	PROSTŘEDKY A METODY POUŽITÉ PŘI ANALÝZE SOUČASNÉHO STAVU	50
9.2	ANALÝZA VÝROBNÍCH PROSTOR	50
9.2.1	Analýza pracoviště – TISK	52
9.2.2	Analýza pracoviště – VÝSEK.....	53
9.2.3	Analýza zóny – KNIHÁRNA	54
9.2.4	Analýza pracoviště – EXPEDICE.....	56
9.3	SIMULACE SOUČASNÉHO STAVU	57
9.3.1	Data použita v simulaci	58
9.3.2	Model současného stavu	59
9.3.3	Nezbytné kroky pro vytvoření modelu	59
9.3.4	Výsledky simulace	62
9.3.4.1	Sankey diagram.....	63
9.3.4.2	Doba průchodu vybraných zakázek výrobním procesem	64
9.4	SPAGHETTI DIAGRAM	65
9.5	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI.....	71
10	VYMEZENÍ PROJEKTU	72
10.1	DEFINOVÁNÍ PROJEKTU	72
10.2	CÍLE PROJEKTU.....	72
10.3	LOGICKÝ RÁMEC	73
10.4	RIPRAN ANALÝZA	73
10.5	ČASOVÝ HARMONOGRAM.....	75
11	VYPRACOVÁNÍ PROJEKTU	76

11.1	SIMULACE NAVRHOVANÉHO LAYOUTU	76
11.1.1	Data použita v simulaci	76
11.1.2	Model navrhovaného layoutu	77
11.1.3	Různá nastavení simulace	78
11.1.4	Srovnání a výběr navrhovaného modelu	83
11.1.4.1	Sankey diagram	90
11.1.4.2	Doba průchodu vybraných zakázek výrobním procesem	90
11.2	NOVĚ NAVRHOVANÝ LAYOUT	91
11.3	SPAGHETTI DIAGRAM NOVĚ NAVRHOVANÉHO LAYOUTU	93
12	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	96
	ZÁVĚR	100
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	101
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	103
	SEZNAM OBRÁZKŮ	104
	SEZNAM TABULEK	106
	SEZNAM PŘÍLOH	107

ÚVOD

Společnost Cardbox Packaging s.r.o. se zabývá výrobou papírových obalů, krabiček a dalších papírových produktů. Pro svého zákazníka je schopna poskytnout veškeré služby, od grafického návrhu až po finální zpracování.

Společnost plánuje výrobu na základě zákazníkem definovaných objednávek, které se svými požadavky liší, a proto je odlišná náročnost při přípravě strojů a dalších výrobních komponent a zpracování zakázky se tak může protáhnout až do několika dní. Společnost v současné době nemá nouzi o množství objednávek, ovšem nemá dostatečnou kapacitu strojového zařízení. Pro udržení zákazníků objednávky přijímá, ale prodlouží se tím doba dodání.

Ve výrobních prostorách společnosti jsou velice omezené možnosti pro skladování palet mezi jednotlivými výrobními kroky. Proto ve většině případů zpracování zakázek nejsou palety umístěny přímo ke strojům, ale jsou převezeny a skladovány na vzdálenějších místech, které nejsou žádným způsobem označeny. To zneprůjemňuje práci operátorům, kteří musí naplánovanou zakázku složitě vyhledávat.

Výstupem práce, která se zakládá na teoretických poznatcích uvedených v teoretické části a analýze společnosti, která pomocí simulace a spaghetti diagramu vytvořila podklad pro projektovou část, je layout nových výrobních prostor.

V rámci projektu jsou využity znalosti simulačního programu Tecnomatix Plant Simulation pro simulaci budoucího stavu při rozšíření strojového parku a zvýšení kapacit meziskladových prostor. Na základě simulačního modelu je navržen nový layout výrobních prostor v programu AutoCAD.

Nový layout respektuje požadavky společnosti, obsahuje veškeré důležité aspekty pro plynulý výrobní tok a měl by usnadnit práci všem operátorům, kteří přidávají výrobkům hodnotu a vytváří dobré jméno společnosti.

CÍLE A METODY PRÁCE

Cílem projektu je navrhnout společnosti layout výrobních prostor do nové výrobní haly, která by mohla být vybudována během roku 2020. Tento nový layout by měl společnosti přinést možnost zvýšit počet expedovaných zakázek a zjistit počet potřebných paletových míst.

Na základě teoretických poznatků, pozorování a analýzy současného stavu výrobních prostor společnosti Cardbox Packaging s.r.o. je vytvořena diskrétní simulace – Plant Simulation. Pro naprogramování simulace jsou sbírána data z podnikového informačního systému Dynamics.

Simulační model současného stavu slouží jako podklad pro tvorbu simulačního modelu nového stavu. Ve vytvořeném simulačním modelu nového stavu je navrženo rozmístění současných a nakoupených strojů a pomocí experimentů dle teorie úzkého místa stanovena velikost meziskladových prostor. Sankey diagramu graficky znázorňuje tok materiálu.

Zobrazení doby průchodu vybraných zakázek ukáže uspořené čas, který by tyto zakázky měly po navržení nového layoutu strávit ve výrobním procesu. Doba průchodu zakázek by se měla snížit alespoň o 30%.

Nově navrhovaný layout je vytvořen v programu AutoCAD. Pomocí Spaghetti diagramu jsou do vytvořeného layoutu zaznačeny a změřeny pohyby pracovníků.

V rámci projektu bude také vyčíslena návratnost investice.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ JAKO KATALYZÁTOR ZMĚN

„Klíčovými slovy dneška se stala slova jako vysoká produktivita, nízké náklady, štíhlá výroba, plynulý tok, nulové vady, eliminace plýtvání, vysoká rychlost, nízké zásoby apod.“ (Ivan Mašín, Milan Vytlačil, 2000, s.101)

K naplnění těchto slov je nezbytné, aby si většina podniků prošla určitými změnami. Ovšem snaha o jakékoliv změny se potýkala a bude neustále potýkat s jistým odporem, protože nikdo nemůže s jistotou říct, že změny budou bezbolestné s jasným výsledkem. Při změnách pro zvyšování produktivity je třeba si projít těmito fázemi:

- uvědomit si, že změna je potřebná,
- získat znalosti o tom, co je nutné změnit a jak se změna provádí,
- chtít tuto změnu uskutečnit,
- provést změnu. (Ivan Mašín, Milan Vytlačil, 2000, s.101)

Kromě podpory managementu a vlastníků podniku, je třeba poskytnout jednotlivcům nebo týmům nástroje a funkce pro úspěšné zavedení změn. Průmyslové inženýrství poskytuje právě tyto nástroje a funkce, a proto je průmyslové inženýrství považováno za „katalyzátor“ usměrňující a urychlující změny. (Ivan Mašín, Milan Vytlačil, 2000, s.101)

Ovšem veškeré změny nezáleží pouze na průmyslových inženýrech, popřípadě manažerech a vedoucích pracovnících. Úspěšné zavádění změn je založeno na synergii veškerých pracovníků podniku. Proto je důležité, aby pracovníci v dělnických a technicko-hospodářských profesích pochopili základní metody průmyslového inženýrství a tyto znalosti chápali jako součást své kvalifikace a prostředek pro zlepšování stávajícího stavu.

Využitím metod průmyslového inženýrství mohou pracovníci na svých pracovištích objevit například nadměrné plýtvání. Výsledkem využívání průmyslového inženýrství je vytváření lepšího pracovního prostředí a spokojenosti pracovníků. (Ivan Mašín, Milan Vytlačil, 2000, s.102)

Ovšem trvalé zvyšování produktivity je „běh na dlouhou trať“ doprovázený tvrdou prací za přispění většiny pracovníků.

Výkonnost podniku a jeho procesů je měřena schopností reagovat v oblastech:

Jakmile začne člověk chápat, jak proces funguje, pak dokáže odhalit plýtvání a ostatní abnormality a je schopen navrhnout řešení.

2 ŠTÍHLÝ PODNIK

Štíhlý podnik znamená boj proti plýtvání. Podle Košturiaka a kol.(2006, s.17) se štíhlost vyznačuje zvyšováním výkonnosti podniku, jestliže s určitým počtem lidí a strojů vyrábí s vyšší přidanou hodnotou než konkurenti, spotřebuje méně času na podnikové procesy a činnosti, vyřídí více objednávek za stejnou dobu jak konkurenti a na dané ploše produkuje víc, než konkurenti. Štíhlým podnikem je tedy podnik, který vydělá rychleji a více peněz za vynaložení menšího úsilí. Štíhlost ovšem nelze uplatnit pouze ve výrobě, koncept štíhlého podniku by se měl uplatnit v rámci celého podniku, viz obrázek (Obrázek 1).

V dnešní době je zeštíhlování procesů v administrativě běžnou záležitostí podniků. Ovšem rozpoznat plýtvání v administrativě oproti výrobě je složitější. Při zeštíhlování je nutné pochopit celý systém administrativního procesu a teprve potom začít s optimalizací. (Chromjaková, 2013, s.52)

Výrobní fázi předchází fáze vývoje a technická příprava výroby, kde je taktéž důležité zavádět prvky štíhlosti, jelikož zde převažují činnosti rutinního charakteru, dokáže se zde snížit chybovost. (Košturiak a kol., 2010, s.32)



Obrázek 1 Koncept štíhlého podniku

Zdroj: Vlastní zpracování dle Chromjakové, 2013, s.42

Podle Košturiaka a kol.(2006, s.20) nelze hledat pod pojmem štíhlý podnik pouze soubor metod a postupů, využívaných pro odstranění plýtvání z procesů, ale především lidí a jejich postoj k práci, motivaci a znalosti, které mohou uplatnit.

2.1 Štíhlá výroba

Snahou štíhlé výroby, také známé jako Toyota Production System, je dělat více za pomoci méně - méně času, méně prostoru, méně lidského úsilí, méně strojů, menší množství materiálu, a zároveň dávat zákazníkům to, co chtějí. (Dennis, 2015, s.19)

Cílem štíhlé výroby je podle Chromjakové (2013, s.43) stabilní, standardizovaná a také flexibilní výroba. Dále říká, že štíhlou výrobu lze chápat jako soubor nástrojů a metod, kterými podnik optimalizuje pracoviště, strojní park i pracovníky.

Košťuriak a kol. (2006, s.23) definuje základní prvky štíhlé výroby následovně:

- kanban, pull, synchronizace, vyvážený tok – plynulý tok znamená nižší využití mezikladových ploch, lepší přehlednost ve výrobě a plnění plánů;
- procesy kvality a standardizovaná práce – bez jasně stanovených pravidel, co je kvalitní a co nekvalitní kus nelze hledat příčinu vzniku abnormalit a následně je odstranit, správně nastavené a jednoduše formulované standardy říkají pracovníkům, co dělat, pokud proces funguje správně a jak se mají zachovat, když ne;
- TPM, rychlé změny, redukce dávek – snahou těchto prvků je zvýšit produktivitu strojů odebráním neproduktivních časů, např. snížit čas přestaveb strojů, snížit počet poruch;
- štíhlý layout, výrobní buňky – uspořádání, které zjednodušuje a zkracuje materiálové toky;
- kaizen – neustálé zlepšování procesů, je důležité si uvědomit, že problémy v podniku mohou nastat kdykoliv a proto zde musí existovat snaha o jejich předejití;
- management toku hodnot – jednoduchá metoda vhodná pro analýzu, vizualizaci a měření plýtvání;
- štíhlé pracoviště – základ štíhlé výroby, od kterého se odvíjí spotřeba času a další parametry, se štíhlým pracovištěm souvisí 5S ; vizualizace – jednoduchá nástroj pro zaznamenání stavu, kterého se má dosáhnout nebo který pracovníci musí dodržovat;
- týmová práce – odstraňuje problémy v komunikaci a spolupráci mezi lidmi.

Dennis (2015, s.29) ve své knize popisuje mudu jako slovo, které člověk musí znát. Muda je plýtvání neboli hodnota, za kterou není zákazník ochoten zaplatit. Dále zmiňuje osm typů plýtvání a zajímavý poměr 5/95 mudy ve většině operací. Na obrázku (Obrázek 2) je znázorněn výrobní proces, kde barevně zaznačeno je 5% aktivit, které hodnotu přidávají a zbylých 95% je muda.



Obrázek 2 Osm druhů plýtvání

Zdroj: Vlastní zpracování dle Dennise (2015, s.31)

V následujícím odstavci jsou jednotlivé druhy plýtvání blíže specifikovány.

- 1 Zbytečný pohyb lidí je spojen ergonomií pracovního místa, která ovlivňuje jak produktivitu, tak kvalitu a bezpečnost.
- 2 Čekáním na materiál, ukončení výrobní dávky nebo opravení stroje se zvyšuje čas zdržení. Se zvyšujícím se zdržením se zvyšuje také čas dodání zakázky.
- 3 Zbytečná doprava vzniká neefektivním rozložením pracoviště, příliš velkým zařízením nebo velkosériovou výrobou, kdy jednotlivé série musí být přemístěny od jednoho procesu ke druhému.
- 4 Odstraňování nekvality stojí čas, peníze materiál a energii.
- 5 Nadvýroba znamená vyrábět výrobky, které se neprodají. To vyžaduje náklady na skladování nebo pracovníky a stroje navíc, které jsou pro nadvýrobu potřeba.
- 6 Nadbytečná práce, je práce vykonaná nad rámec zákazníkem požadovaných aktivit.
- 7 Nevyužití lidského potenciálu a kreativity je také plýtvání.
- 8 Zásoby, které jsou skladovány nad rámec nezbytné zásoby pro výrobu, jsou zbytečné. (Dennis, 2015, s.30-34)

2.2 Štíhlá logistika

Přizpůsobování výrobků a výroby dle požadavků zákazníka, rostoucí objem objednávek objednaných na internetu a hromadnou výrobu na zakázku definuje Košturiak a kol. (2006, s.28) jako faktory ovlivňující podíl logistiky na úspěchu a neúspěchu podniku.

Jelikož logistické náklady mohou tvořit 15% - 70% celkových nákladů podniku, je důležité věnovat dostatečnou pozornost také zeštíhlováním logistických procesů.

Za prvky štíhlé logistiky lze považovat management dodavatelských řetězců, kvalitu a standardizaci logistických procesů, TPM v logistice, informační a komunikační systém, kaizen, management toku hodnot, optimalizaci logistické sítě, spolupráci s dodavateli a odběrateli. (Košturiak a kol., 2006, s.29)

Stejně jako ve štíhlé výrobě lze ve štíhlé logistice definovat sedm hlavních druhů plýtvání.

- 1 Zásoby a nadbytečný materiál dodávaný příliš brzo nebo v nepotřebném množství. Příčinou mohou být chyby v dokumentaci nebo plánování.
- 2 Zbytečná manipulace, která vzniká při nadbytečných přesunech a přeskladňování materiálu.
- 3 Čekání na materiál, informace, dopravní prostředky.
- 4 Oprava poruch vzniklých v dopravním a manipulačním systému.
- 5 Chyby vznikající při přípravě materiálu ve špatném množství a čase.
- 6 Nevyužitá přepravní kapacity.
- 7 Nevyužitý lidský potenciál. (Košturiak a kol., 2006, s.29)

2.3 Management úzkých míst

V každém procesu existuje úzké místo, které omezuje zvýšit výkonnost systému.

Systém může být omezen v:

- výrobní strategie – nedostatečná kapacita strojního zařízení, nedostatek lidí, aj.;
- marketing – malý počet objednávek, který způsobuje nedostatečné využití kapacit;
- řízení, směrnice – pravidla, která nepodporují rozvoj lidského potenciálu;
- čas – ztráta zákazníků z důvodu dlouhého vyhotovení objednávek;

- postoj lidí – jejich neochota, nedostatečná komunikace, špatné vztahy. (Košturiak a kol., 2006, s.49)

2.3.1 Teorie omezení

Teorie omezení (TOC) je ucelený přístup k řízení a trvalému zlepšování procesů v podniku. Rozšíření základních myšlenek teorie omezení je připisováno dr. Eliyahu M. Goldrattovi.

V každém systému existuje alespoň jedno omezení, na které teorie omezení poskytuje metodiku jak toto omezení nalézt a využít. Veškeré ostatní činnosti v procesu jsou tomuto úzkému místu podřízeny. Proto je důležité zvyšovat kapacitu úzkého místa, čímž se zvýší také kapacitní využití na ostatních místech. Pokud tomu bude naopak a sníží se kapacita nebo nastane jakýkoliv výpadek úzkého místa, je tím ohrožen celý systém.

Za základní kroky teorie omezení lze považovat:

1. nalezení omezení systému;
2. zjištění nejvhodnějšího využití omezení;
3. podřízení ostatních činností omezení;
4. zvýšení kapacity omezení;
5. návrat k bodu jedna, jelikož navýšení kapacity může zapříčinit vznik omezení na jiném místě systému a celý systém tak bude opět omezen. (Goldratt.cz, ©2015)

2.3.1.1 Drum-Buffer-Rope (DBR)

DBR reguluje na úzkých místech množství vstupů do výrobního procesu. Úzké místo „bubnuje“, když udává tempo celému výrobnímu systému. Se vstupním materiálem je toto úzké místo spojeno pomocí „lana“ do výrobního procesu. Aby nebyl ohrožen celý systém, je toto úzké místo chráněno časovým zásobníkem. Pomocí DBR lze plánovat i řídit výrobu. (Košturiak a kol., 2006, s.55)

Typy časových zásobníků:

- expediční zásobník – stará se o termín expedice zakázky;
- zásobník před úzkým místem – chrání úzké místo;

- montážní zásobník – zabezpečuje veškerý materiál potřebný k výrobě za úzkým místem. (Košturiak a kol., 2006, s.56)

2.4 Štíhlý layout

Štíhlý layout úzce souvisí se štíhlou logistikou, kdy náklady v oblasti přepravy, skladování a manipulace vznikají také z důvodu špatně navrženého layoutu.

Zeštíhlením layoutu podniky získají větší plochu například pro rozšíření strojového parku a eliminací skladových prostor sníží zásoby, náklady na skladování a získají lepší přehled o toku materiálu. (Košturiak a kol., 2006, s.135)

„Štíhlý layout má tyto hlavní parametry:

- Přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici.
- Minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi.
- Minimální plochy na zásobníky a mezisklady.
- Dodavatelé co nejbliže k zákazníkům (přes uličku).
- Přímocharé a krátké trasy.
- Minimální průběžné časy.
- Sklady v místě spotřeby, vizuální kontrola počtu dílů v přepravce nebo skladovací ploše.
- Odstranění dvojnásobné manipulace.
- FIFO a tahový systém, kanban, DBR.
- Buňkové uspořádání, segmentace a spine layout.
- Flexibilita s ohledem na variabilitu produktů, výrobní množství a změny výrobního layoutu (mobilní zařízení – kolečka, vzduchové polštáře).
- Nízké náklady na instalaci.“ (Košturiak a kol., 2006, s.135)

3 PODNIKOVÉ PROCESY

Podle Košturiaka a kolektivu (2010, s.11) je v procesech 99,99% plýtvání. Je to podíl průběžné doby zakázky ve firmě (od potvrzení až po expedici) a skutečného času, během kterého se pracovalo na zakázce, a zároveň jí byla přidávána hodnota. Právě to, co chybí do hodnoty 1, je čas (plýtvání), který nezvyšoval hodnotu výrobku.

3.1 Procesy v podniku a jejich zlepšování

„Proces je soubor činností, které mění vstupy na výstupy.“ (Ján Košturiak a kolektiv, 2010, s.15)

Podnikovými procesy by měla objednávka od zákazníka projít co nejrychleji za dodržení standardů a minimálních nákladů. Každé zdržení stojí podnik peníze a zákazník pak delší dobu čeká na svou objednávku. (Ján Košturiak a kolektiv, 2010, s.15)

Podnikové procesy mají za úkol dostat výrobek nebo službu k zákazníkovi:

- v požadovaném čase,
- v požadovaném množství,
- v požadované kvalitě a
- s optimálním krycím příspěvkem. (Ján Košturiak a kolektiv, 2010, s.15)

Zlepšování procesů se zaměřuje na oblasti:

- úzká místa – zvýšení průtoku,
- snížení variability nestabilních procesů,
- eliminace plýtvání v procesech, zeštíhlování,
- výrobky nebo procesy se kterými je zákazník spokojený,
- změny procesů s ohledem na nové výrobky, inovace,
- pracoviště neúměrně zatěžující člověka (ergonomie),
- neproduktivní procesy a procesy, které nedosahují plánovaných cílů. (Ján Košturiak a kolektiv, 2010, s.16)

Při zlepšování procesů je důležité nezaměřit se pouze na jeden proces, protože zlepšením jednoho procesu mohou být zhoršeny všechny ostatní.

Výkonnost podniku a jeho procesů je měřena schopností reagovat v oblastech:

- čím rychlejší reakce na abnormality v procesu, tím méně finančních prostředků musí podnik vynaložit, čím rychlejší reakce na požadavky zákazníka, tím rychleji dostane podnik zapláceno;
- čím dříve, rychleji a inovativněji podnik reaguje na klíčové změny na trzích, tím větší konkurenční náskok si vytváří. (Ján Košturiak a kolektiv, 2010, s.18)

3.1.1 Charakteristika výrobních procesů

Existují dva způsoby řízení výrobních procesů.

1. Výroba podle objednávek.

Podniky vyrábí na základě objednávek. Zákazník je obeznámen s dodací lhůtou, která se může podnik od podniku lišit.

2. Výroba podle odhadů neboli na základě očekávání budoucích objednávek.

Podnik vyrábí na základě odůvodněných předpokladů realizace výrobků v čase. Při tomto způsobu řízení vzniká riziko udržování zásob, které může způsobit potíže při objednávce jiného výrobku, než se očekávalo nebo nebude objednávka realizována vůbec. (Marie Jurová a kol., 2013, s.10)

Zákazníci očekávají, že jejich objednávky budou vyřízeny v co nejkratší době i přesto, že výrobní lhůty jsou poměrně dlouhé. Pro podniky to znamená vyrábět nebo nakupovat (automotive) na základě odhadu poptávky. Na základě odhadu jsou výroba a prodej dva souběžně jdoucí procesy s odlišnými časovými cykly. Během výroby totiž prodejci hledají potenciální zákazníky a snaží se získat objednávku. V ideálním případě by se měl výrobek dostat na expedici současně s objednávkou.

Realita je ovšem jiná. Často se podniky setkávají se změnami objednávky od zákazníka nebo není možné objednávku včas expedovat. „Jako ostatní úseky, i výroba může nedodržet termíny, udělat chyby nebo narazit na nepředvídatelné problémy. Protože výsledky výrobních ani prodejních činností nelze zcela přesně předvídat, musí být celý systém záměrně vybaven určitou mírou „volnosti“.“ (Marie Jurová a kol., 2013, s.12)

3.2 Analýza procesů

Ve většině podniků se problémy řeší za chodu, pod tlakem. Na řádné prozkoumání a analýzu příčiny vzniku problému není čas. Ve výsledku podniky dostanou alternativu, která řeší problém jen částečně a na omezenou dobu, což není očekávaný výsledek.

Před řešení problémů je třeba si položit následující typy otázek:

- „Co je problém? Jak se projevuje a jaké má následky?“ Co je přínosem při odstranění problému a co naopak ztratou, pokud nebude problém řešen? Jakou prioritu má problém vůči ostatním problémům? Existují zde nějaké souvislosti s jinými problémy? Může tento problém vyvolat další problémy?
- „Jak se problematický proces chová?“ Jsou v procesu závislosti, jaké? „Jaké metriky proces vykazuje? Jaký vliv mají na výsledek procesu vstupy a procesní parametry?“
- „Co jsou skutečné příčiny problému? Jaký je vztah mezi příčinami a následky? Jaká je váha mezi příčinami a následky? Co jsou klíčové příčiny problému, které je potřeba řešit?“ (Ján Košturiak a kolektiv, 2010, s.26)

Jakmile začne člověk chápat, jak proces funguje, pak dokáže odhalit plýtvání a ostatní abnormality a je schopen navrhnout řešení.

Pro zachycení analyzovaného procesu a zajištěním podkladů pro prezentaci výsledků, lze využít vhodné metody pozorování a analýzy:

- Fotografie – vhodné pro zachycení skutečného stavu na pracovišti – abnormality, nedodržování standardů, nekvalita, aj.
- Videozáznamy – důležité při měření práce pomocí předem určených časů (MTM, MOST), zlepšování ergonomie, při analýze SMED, aj.
- Přímé měření práce, spaghetti diagram, mapování toku hodnot, procesní diagramy, dotazníky, audity, aj. (Ján Košturiak a kolektiv, 2010, s.27)

4 ČLENĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU A ORGANIZAČNÍ USPOŘÁDÁNÍ

Výrobní proces lze členit na základě vztahu k zákazníkům a to na:

- zakázkovou výrobu – objednávka je zadána přímo zákazníkem;
- výrobu na sklad – zákazník není znám a podnik vyrábí pro trhy. (Jurová, 2013, s.28)

Výrobní proces může být rozdělen dle několika různých hledisek.

1. Podle míry plynulosti technologického procesu

- plynulá (kontinuální) výroba

Výrobní proces, který běží nepřetržitě. Nepřetržitý provoz je dán tím, že po zastavení výroby náklady na znovu rozběhnutí výroby jsou enormně vysoké. Výrobky jsou vyráběny převážně hromadně. Tento typ výroby dosahuje vysokého stupně automatizace, jelikož plynulost výroby poskytuje vhodné podmínky pro automatizaci. (Jurová, 2013, s.28)

- přerušovaná (diskontinuální) výroba

Přerušovaná výroba je výroba, kdy je technologický proces přerušován různými okolními vlivy (výměna nástroje, přetypování stroje, aj.). Přerušování výroby u tohoto typu je méně nákladné, než u výroby plynulé.

Pomocí různorodých operací je vyráběno velké množství výrobků, proto je diskontinuální výroba složitější, než kontinuální a je zde složité uplatňovat automatizaci. (Jurová, 2013, s.28)

2. Podle charakteru technologie

- mechanická výroba

V rámci mechanické výroby vlastnosti látkové podstaty materiálu zůstávají neměnné, ale naopak materiál mění svůj tvar a jakost. (Jurová, 2013, s.29)

- chemická výroba

Chemickou výrobou jsou měněny vlastnosti látkové podstaty materiálu. (Jurová, 2013, s.29)

- biologická a biochemická výroba

U tohoto typu výroby se mění vlastnosti látkové podstaty materiálu a jsou zde využívány přírodní procesy (zrání, kvašení, aj.). (Jurová, 2013, s.29)

3. Podle typu výroby, která je určována množstvím a počtem druhu vyráběných výrobků

- kusová (zakázková) výroba

Pro kusovou výrobu je typické velké množství druhů výrobku vyráběné v malém počtu.

- sériová výroba

Sériová výroba vyrábí stejný druh výrobků v sériích. Podle velikosti jednotlivých sérií se rozlišuje výroba na – malo-, středně- a velkosériovou. (Jurová, 2013, s.29)

- hromadná výroba

Hromadná výroba je opak kusové – je vyráběn na stejných strojích jeden nebo malé množství druhů výrobků ovšem ve velkém počtu. (Jurová, 2013, s.29)

4. Podle formy organizace výrobního procesu, kde záleží na stupni vybavení a řízení materiálových toků

- proudová výroba

Proudová výroba se zabývá výrobou jednoho nebo velice příbuzného druhu výrobku. Layout i strojní zařízení jsou zcela uzpůsobené vyráběnému produktu. „Jde o rozsáhlou dělbu práce, o krátké průběžné doby, v zásadě i o vyloučení mezioperačních zásob, o přehlednou prostorovou situaci.“ (Jurová, 2013, s.30) Výroba se musí rozvrhovat na celou výrobní linku, ne jen na jednotlivá pracoviště.

Řízení proudové výroby spočívá v přiřazování nezbytných operací při výrobě výrobku k pracovištím tak, aby byla linka vyvážená. Dalším prvkem řízení zmiňované výroby je určení taktu linky a stanovení nejadekvátnějšího pořadí operací pro dané technologie. (Jurová, 2013, s.30)

Kapacita výrobní linky nesmí být naplánována na stoprocentní využití, jelikož na lince pracuje lidský zdroj, který není neomylný a také je třeba počítat s jistým procentem možnosti poruchy zařízení. (Jurová, 2013, s.30)

- skupinová výroba

Jedná se o výrobu většího množství druhů výrobků, ovšem v menších dávkách. Z ekonomického hlediska by se tento typ výroby nevyplatil vyrábět na lince. (Jurová, 2013, s.30) Průběžná doba výroby je delší, než u výroby proudové z důvodu přerušování mezioperačních zásob.

Tok výrobků má pevně stanovenou trasu po stejných zařízeních. V rámci layoutu musí být zařízení přizpůsobeno na výrobu většího počtu výrobků a rozmístěno podle skupiny výrobků. Celkově je ale výroba méně hospodárná, než je tomu tak u proudové výroby. (Jurová, 2013, s.31)

Sjednotit jednotlivé výrobní etapy se může jevit jako problém, jelikož je třeba sjednotit celkový počet výrobků, které je třeba vyrobit, všechny výrobní fáze, počet výrobků, které jsou zpracovávány současně, četnost a délku rozpojení výrobního procesu mezioperačními zásobami. (Jurová, 2013, s.31)

V rámci skupinové výroby je třeba sestavit plán výroby, kde je jasně dáno kolik, z čeho, kde a kdy se bude vyrábět. Z plánu pak vyplývá, kolik je třeba materiálu a kapacit pro daný objem výroby, včetně pořadí operací a zakázek. (Jurová, 2013, s.31)

- fázová výroba

Podnik, který vyrábí fázově, je schopen vyrábět velký počet odlišných výrobků, které vyrábí standardně nebo na základě objednávky konkrétním zákazníkem. Průběžná doba výroby je delší, než u předchozích výrob, jelikož každý výrobek je specifický a prochází výrobou po různých trasách. (Jurová, 2013, s.31)

Zakázky jsou přiřazovány ke strojům v určitém pořadí na základě kritéria optimality. Kritérium optimality může být minimalizace doby čekání, čímž se zkrátí i průběžná doba a množství rozpracované výroby. (Jurová, 2013, s.31)

Jelikož se jedná o zakázkovou výrobu, podnik nedokáže přesně plánovat výrobu a jednotlivé kroky předem.

5 METODY LOGISTICKÉHO ŘÍZENÍ

Využitím metod logistického řízení jsou sbírána data pro zlepšení materiálového toku v podniku a využita pro rozvoj logistických činností. (Jurová a kol., 2016, s.217)

„Logistické řízení se zabývá efektivním tokem surovin, zásob ve výrobě a hotových výrobků z místa vzniku do místa spotřeby.“ (Sixta a Žižka, 2009, s.22)

Konečných zákazníků se řízení materiálového toku v podniku netýká, ovšem kvalita logistického procesu přímo ovlivňuje kvalitu a úroveň zákaznického servisu a konkurenceschopnost podniku. (Sixta a Žižka, 2009, s.22)

Sixta a Žižka (2009, s.22) ve své knize uvádí, že podnik nebude schopen poskytovat výrobky za zákazníkem požadovanou cenu a dobu, jestliže nebude mít efektivně a účinně řízen tok vstupního materiálu.

Materiálový tok lze chápat jako organizovaný pohyb materiálu, rozpracované výroby, výrobků, odpadu, aj. ve výrobě.

Materiálový tok lze zlepšit pomocí:

- eliminace nadbytečné manipulace,
- zajištěním přímé, co nejkratší cesty;
- plynulosti, nepřetržitosti;
- automatizace manipulace s materiálem;
- vhodného umístění skladovaného materiálu
- vyváženosti kapacit výrobního a manipulačního zařízení. (Martinovičová, Konečný, Vavřina, 2014, s.104)

5.1 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je metoda, která sleduje interní materiálové toky. Díky tomuto diagramu lze jednoduše najít vhodnou přepravní cestu nebo navrhnout nový layout pracoviště.

Cílem spaghetti diagramu by měl být souvislý, přímý a účinný tok materiálu. (Chalice, 2010, s.117)

Ve spaghetti diagramu je zaznačen každý pohyb pracovníka. Cesty a úkony pracovníka mohou být zaznamenány odlišnými barvami pro jasnou vizualizaci. Je vhodné do diagramu

zaznačit i vzdálenosti, časy přesunu materiálu. Pro tvorbu diagramu lze využít také informačních technologií, které díky mobilním zařízením a softwaru dokáží sledovat vybraného pracovníka nebo objekt ve výrobě. (Jurová a kol., 2016, s.219)

5.2 Sankey diagram

Sankey diagram je typ vizualizace, která se používá pro znázornění toku, mapování mezi skupinami a pro vizualizaci převozu materiálu mezi procesy.

Šířka šipek v Sankeyho diagramu je přímo úměrná velikosti toku. Místa, která jsou spojena, se nazývají uzly a spoje jsou nazývány odkazy. Sankey diagram může být užitečný při zobrazování informací o výrobě produktů a životního cyklu. (Tulsiram Yadav, 2016, s.191)

6 SIMULAČNÍ MODELY

Mnoho simulačních softwarů splňuje to, co je potřeba pro návrh analýzy, řízení a optimalizaci materiálového toku. Na základě výsledků simulace lze zakládat výrobní rozhodnutí. Existují simulační softwary jako je Plant Simulation, Promodel, Arena a Witness a mnoho dalších. (Delgado Sobrino, 2016, s.33)

Bez ohledu na typ materiálového toku, simulace funguje jako rozhraní fyzického systému snažící se zachytit jeho současný stav. Funguje jako zpětná vazba pro kontinuální zlepšování výkonu. (Delgado Sobrino, 2016, s.33)

Simulace může být použita ke zkrácení vyhodnocovacího období nebo testování procesu a dále může být využita pro ověření nového designu, technologie, aj. (Delgado Sobrino, 2016, s.33)

Simulační technologie je důležitým nástrojem pro plánování, zavádění a provozování složitých technických systémů. Simulace může být využita během plánování, realizace a řízení zařízení. (Bangsow, 2010, s.1)

6.1 Výhody simulačních programů

6.1.1 Možnosti experimentování v krátkém čase

Díky modelaci simulace na počítači, mohou experimenty trvat velice krátký čas oproti realitě, kdy ty samé procesy by probíhaly měsíce nebo dokonce roky. Tudíž složité a časově náročné procesy mohou být díky simulačním programům nasimulovány během několika sekund. (Chung, 2004, 1-5)

6.1.2 Snížení analytických požadavků

Před vznikem počítačových simulací byly používány jiné analytické nástroje. Systémy bylo možné sledovat pouze staticky v daném čase. Po rozvoji simulace se mohly systémy sledovat dynamicky v reálném čase za chodu simulace bez složitých kalkulací a programátorských dovedností. Díky simulacím lze analyzovat mnohem širší spektrum systémů, než tomu bylo možné dříve. (Chung, 2004, 1-5)

6.1.3 Jednoduše prokazatelné modely

Některé simulační softwary umožňují dynamicky animovat model. Díky této možnosti lze jednoduše sledovat, zda model funguje, doladit nedostatky nebo prokazatelně prezentovat

nasimulovaný model. Bez schopnosti animace by bylo prezentování výsledků obtížné a založené pouze na textu a číslech. (Chung, 2004, 1-5)

6.2 Nevýhody simulačních programů

I simulace mají své nevýhody, které se ovšem nemusí týkat samotného modelování simulace, ale očekávání od simulačních projektů.

6.2.1 Nepřesná vstupní data nedají přesné výsledky

Jestliže jsou poskytnuta nebo nasbírána nepřesná vstupní data, pak nezáleží na tom, jak dobře simulační model funguje, protože data, která poskytne simulace, budou také nepřesná. Právě sběr dat, je považován za jeden z nejsložitějších kroků simulace. Ovšem spousta lidí věnuje více času modelováním simulace, než dostatečnému sběru dat. Další nepřesné výsledky mohou vzniknout při použití historických dat. (Chung, 2004, 1-6)

6.2.2 Simulace nedává jednoduchá řešení komplexních problémů

Jestliže manažeři věří, že jim simulace poskytne jednoduchá řešení komplexních problémů, tak musí počítat s tím, že čím více je model zjednodušen, tím více nepřesné výsledky model přinese. Při simulování je důležité se věnovat všem důležitým částem procesu. (Chung, 2004, 1-6)

6.2.3 Sama simulace problém nevyřeší

Je třeba si uvědomit, že simulační model nevyřeší problém. Simulace pouze dává manažerům možné řešení situace. Je vhodné řešit projekt se skupinami, kterých se projekt týká a společně se rozhodnou o změnách a možných řešeních problémů, jelikož některá potenciální řešení ani nejsou implementována nebo jen částečně. (Chung, 2004, 1-6)

7 PLANT SIMULATION

Software Plant Simulation je poskytován společností Siemens PLM Software, která je významným poskytovatelem softwaru pro správu životního cyklu výrobku (PLM).

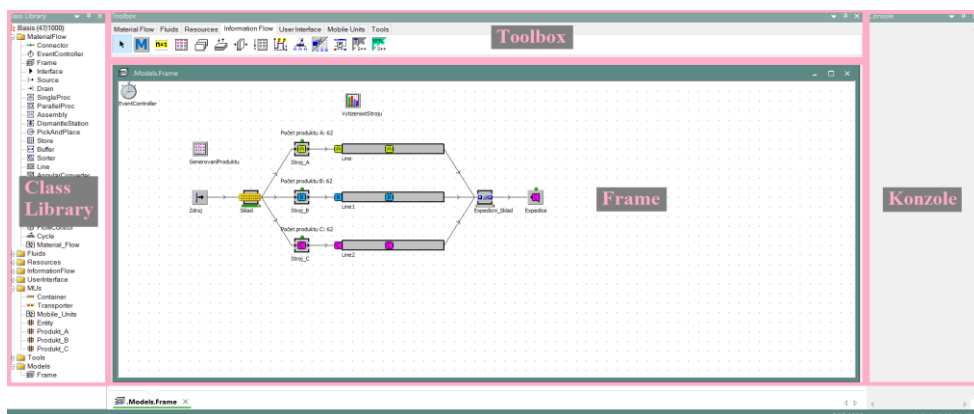
„PLM (správa životního cyklu výrobku) představuje integraci dat, procesů, obchodních systémů a lidí v rámci rozšířeného podnikového prostředí do jednoho systému. Software PLM umožňuje tyto informace spravovat v rámci celého životního cyklu výrobku efektivně a s ohledem na náklady, od procesu tvorby myšlenky, přes návrh a výrobu až po jeho poskytování a vyřazení.“ (Siemens PLM Software, ©2017)

Plant Simulation je součástí digitální továrny Technomatix, ovšem software dokáže pracovat i samostatně. Na základě simulace výroby lze vytvářet několik „what-if“ analýz a testovat tak potencionální problémy ještě před zahájením výroby a zajistit si výběr, dle nastavených kritérií, nejlepšího modelu z více možných alternativ výroby. (Siemens PLM Software, ©2017)

S pomocí programu Plant Simulation lze modelovat, simulovat a optimalizovat od jednotlivých výrobních linek až po výrobní závody a to aniž by byla narušena současná výroba. Díky analýzám, statistikám a grafům, které toto řešení nabízí lze vyhodnotit a vybrat tu nejlepší možnou variantu ještě ve fázi plánování. (Siemens PLM Software, ©2017)

7.1 Grafické prostředí Plant Simulation

Po otevření nového modelu se objeví základní zobrazení programu s prázdnou programovací plochou. Hlavní zobrazení programu lze rozdělit do několika pracovních částí, vyznačených na obrázku (Obrázek 3).



Obrázek 3 Grafické prostředí Plant Simulation

Zdroj: Vlastní zpracování

- Class Library

Class Library je strukturovaný adresář nacházející se nalevo od programovacího okna.

Nachází se zde veškeré objekty potřebné k simulaci. Tyto objekty mohou být dle potřeb upravovány, duplikovány a nově vytvářeny. Do Class Library mohou být také nahrány objekty z jiných modelů.

- Toolbox

Toolbox se nachází v horní části programu. Umožňuje snadný přístup do Class Library a pro lepší přehlednost vyobrazuje objekty v grafické podobě. Veškeré objekty jsou rozděleny podle zaměření a funkce do jednotlivých záložek. Objekty mohou být, stejně jako v Class Library, vytvářeny, odebírány a upravovány podle potřeb. Také mohou být vytvářeny celé nové záložky s předem definovanými objekty.

- Frame

Frame je programovací plocha, kam se vkládají jednotlivé objekty podle potřeb konkrétní situace. Ve framu se automaticky nachází objekt „Event Controller“, který slouží ke spuštění simulace.

- Konzole

Konzole je okno, které se v simulaci nespouští automaticky, ale spouští se přes pravé tlačítko myši. V okně se poté zobrazují informace ohledně chodu simulace (chybové hlášky, časy procházejících entit, aj.). Jestliže není potřeba využívat konzoli pro danou simulaci, není potřeba ji spouštět nebo se dá jednoduše vypnout křížkem.

7.2 Modelování

V programu se nachází pouze omezený výběr objektů, díky kterým lze modelovat a zkoumat celý systém. Jestliže nelze namodelovat systém pomocí dostupných objektů, je třeba tento systém rozložit do oddělených funkčních jednotek (subsystémů). Model je potom strukturovaný hierarchicky odshora dolů.

Pokud lze ve zjednodušeném (rozloženém) systému použít dostupné objekty, pak už se dále nerozkládá, v opačném případě je nutné systém ještě více zjednodušit. Celý systém je poté rozdělen do několika subsystémů, kdy jeden subsystém je modelován v rámci jednoho framu. (Bangsow, 2010, s.12)

- Adresace

Hierarchická struktura objektů umožňuje přesně určit adresaci, čili cestu k souboru. Například cesta - `.Models.Frame.GenerovaniProduktu` - ukazuje umístění tabulky „Generování produktů“ v rámci celého systému. (Bangsow, 2010, s.12-13)

- Třídy a dědičnost

V objektově orientovaných programech je třída uživatelem definovaný datový typ. Nově vytvořená třída má definované nové objekty s jinými vlastnostmi, než jsou v základních třídách. (Bangsow, 2010, s.13-14)

V programu Plant Simulation lze vytvořit novou třídu založenou na existující třídě. Vytvoření nové třídy lze pomocí duplikace nebo derivace. Derivace vytváří instanci z originální třídy a tato instance si nese propojení na originál – dědičnost. Dědičnost je třeba zrušit, aby bylo možné měnit jednotlivé atributy objektů obsažených v třídách. Pokud tomu tak není, veškeré změny provedené v originální třídě se projeví i v nově vytvořené a v nově vytvořené nebude možno měnit cokoliv. Ovšem při duplikaci se veškeré vazby mezi třídami ruší a je možné měnit atributy nezávisle na sobě. (Bangsow, 2010, s.14-15)

V následujících kapitolách a podkapitolách jsou blíže specifikovány pouze vybrané objekty a vlastnosti.

7.3 Material Flow Objects

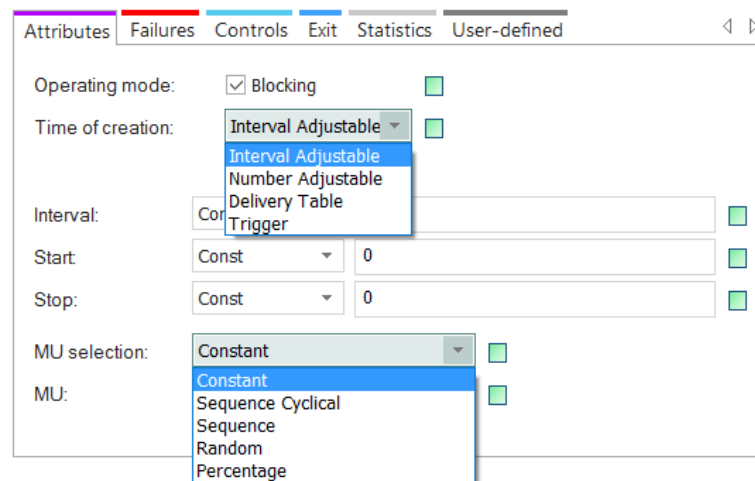
Material flow objects je jednou z hlavních a také stěžejních tříd v programu Plant Simulation.

7.3.1 Source

Source neboli zdroj musí být na začátku každé simulace. Na základě nadefinovaných parametrů generuje mobilní jednotky (mobile units – MU). Lze nastavit pořadí MU, velikost dávek, časy vygenerování. Jestliže je zdroj propojen s následujícím objektem v modelu konektorem, dochází k posunu mobilní jednotky.

Jestliže je ve zdroji zatrženo „Blocking“, generuje se další jednotka v době, kdy jednotka předchozí opustí objekt. Časy příchodu jednotek lze nastavit v určitém intervalu, daném počtu, pomocí tabulky nebo Triggeru, viz obrázek (Obrázek 4). Jednotky mohou být gene-

rovány konstantně, na základě procentuálního rozdělení nebo náhodně. (Bangsow, 2010, s.25-28)



Obrázek 4 Nastavení Source (zdroje)

Zdroj: Vlastní zpracování

7.3.2 Drain

Drain musí být na konci simulace, kdy jím vychází jednotky ven z modelu. Drain sbírá statistické údaje o průtoku nebo počtu vyprodukovaných jednotek (Obrázek 5). Tyto statistické údaje jsou podkladem pro vytvoření grafů, přehledů, popřípadě optimalizačních strategií. (Bangsow, 2010, s.29)

Detailed Statistics Table			
Working:	0.00%	Average lifespan:	0.0000
Setting-up:	0.00%	Average exit interval:	0.0000
Waiting:	0.00%	Total throughput:	0
Stopped:	0.00%	Throughput per hour:	0.00
Failed:	0.00%	Throughput per day:	0.00

Obrázek 5 Drain – statistické údaje

Zdroj: Vlastní zpracování

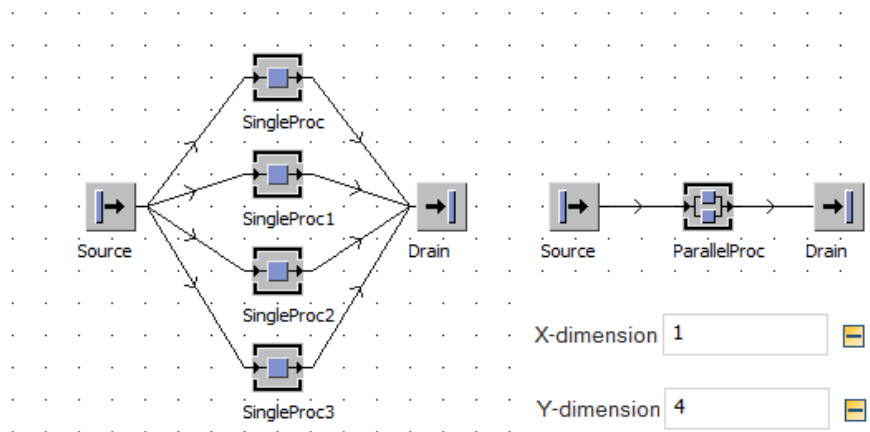
7.3.3 SingleProc

Objekt SingleProc představuje práci jednoho stroje nebo člověka. Tento objekt dokáže zpracovávat najednou pouze jednu jednotku přijatou z předchozího objektu (předchůdce).

Důležitým nastavením je definování procesního času, který se vztahuje na zpracování jedné jednotky.

Další nastavení SingleProc záleží na potřebách simulovaného systému – čas seřízení, poruchy a strategii opouštění objektu.

Obdobou SingleProc je ParallelProc, který je funkcemi téměř totožný, avšak je využíván především v modelech, kdy je v systému využíváno několik stejných paralelních strojů. Na obrázku (Obrázek 6) je znázorněna simulace stejné situace pomocí objektu SingleProc a ParallelProc, který je dimenzí X – 1 a Y – 4 nastaven počet paralelních strojů na 4. (Bangsow, 2010, s.29-31)



Obrázek 6 Srovnání stejné situace pomocí SingleProc a ParallelProc

Zdroj: Vlastní zpracování

7.3.4 Buffer

Buffer je skladovací místo nebo zásobník, jehož kapacitu je nutno nastavit. Dále lze nastavit systém first in first out nebo last in first out, procesní čas a strategii, které určují kdy a kam jednotka z Bufferu odchází.

7.3.5 Turnplate

Turnplate otočí příchozí jednotku na základě stanovené rychlosti, času rotace a strategii.

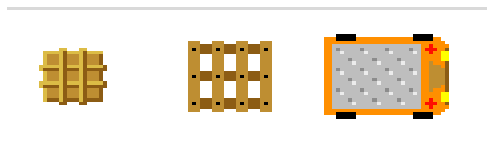
7.4 Mobile Units

Mobile Units jsou mobilní jednotky, které představují tok materiálu, výrobků, produktů. Vzniknou na začátku modelu, projdou systémem, během kterého jsou zpracovány a na konci zanikají.

Pro lepší přehlednost nebo rozlišení lze ikony mobilních jednotek přizpůsobit potřebám simulace. Dále lze upravit velikostní parametry a každé MU přiřadit uživatelem definované atributy, které určují cestu systémem. (Bangsow, 2010, s.139-141)

Základní mobilní jednotky jsou Entity, Contrainer a Transporter.

Entity je základní jednotka procházející jednotlivými objekty. Contrainer přepravuje jednotlivé entity po systému. U Contraineru existuje možnost nastavení maximální kapacity. Contrainer lze v modelu použít pro nasimulování palety, krabice, kontejneru, aj. Transporter je mobilní jednotka, která se v systému pohybuje po cestě – Track. Transporter může v simulaci představovat auto, vysokozdvíhový vozík nebo vlakovou soupravu. Kromě výše zmíněných nastavovaných parametrů, lze u Transporteru nastavit také rychlost a u vlakové soupravy zda se jedná o Tahač (lokomotiva) či nikoliv. (Bangsow, 2010, s.142-164)



Obrázek 7 Ikony mobilních jednotek

Zdroj: Vlastní zpracování

7.5 General Objects

General Objects jsou objekty, bez kterých modelování neobejde. Jedním z objektů je Connector, který spojuje objekty mezi sebou a udává směr toku mobilních jednotek. Dalším objektem je EventController, který slouží k řízení simulace pomocí času. V EventControlleru se může nastavit přesný čas spuštění i zastavení simulace, dobu, od které se začnou počítat statistiky. Simulaci lze sledovat různou rychlostí a to v simulačním nebo reálném čase. Interface je objekt, díky kterému lze propojovat jednotlivé framy a podframy. (Bangsow, 2010, s.68-71)

7.6 Information Flow Objects

V třídě Information Flow Objects se nachází objekty, které slouží k řízení dat a informací. Nachází se zde různé typy tabulek - TableFile, CardFile, StackFile, QueueFile a TimeSequence, které lze naformátovat dle potřeb a propojit s objekty z Material Flow.

Asi nejdůležitější objekt pro samotné řízení simulace je objekt Method, který je využíván při programování pomocí simulačního programu SimTalk. SimTalku je věnována samotná kapitola.

Dalšími objekty z třídy Information Flow jsou Trigger a Generator, které mají na starosti spouštění metod a generování MU v daných intervalech. (Bangsow, 2010, s.183-215,s.217-218)

7.7 User Interface and Tools

Třída User Interface and Tools slouží jako rozhraní mezi vytvořenou simulací a uživatelem. Použitím objektů z této třídy mohou simulaci ovládat i uživatelé bez znalosti programu Plant Simulation.

Patří sem tlačítka CheckBox, DropDownList a OK tlačítko, komentář nebo objekty využívané pro zobrazení statistik – Display a Chart. Po propojení Displaye s objektem z Material Flow jsou sledována reálná data. Chart slouží ke sledování vybraných parametrů a objektů. (Bangsow, 2010, s.253-264)

Dalšími objekty jsou SankeyDiagram, který skončení simulace zobrazí linky mezi objekty a šířka těchto linek přímo úměrná počtu průchozích jednotek a BottleneckAnalyzer, který zobrazuje statistiky všech objektů z oblasti produkce, transportu a skladování. (Bangsow, 2010, s.238-242)

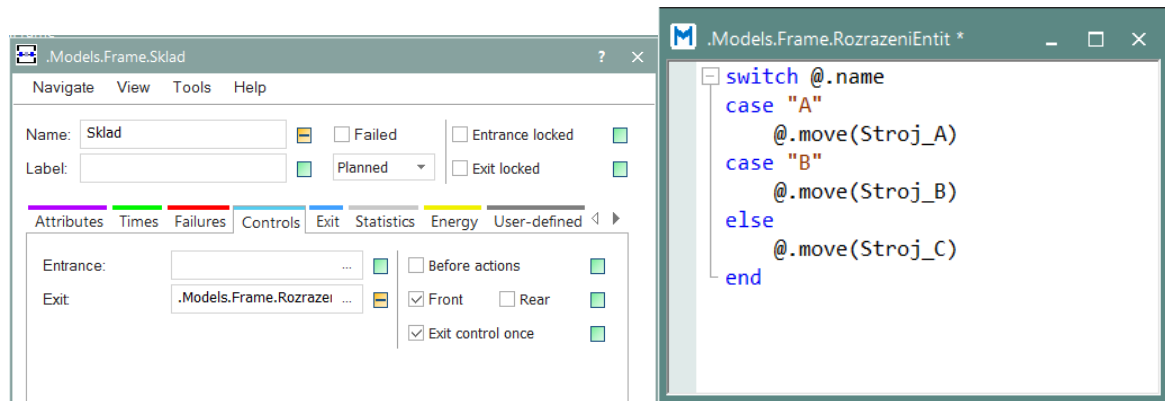
7.8 SimTalk

Objekty využívané pro tvorbu simulace si v sobě nesou pouze základní chování, které bohužel v praxi nedokáže simulovat reálné chování. Proto simulační program Plant Simulation poskytuje možnost změnit chování jednotlivých objektů pomocí programovacího jazyka SimTalk. SimTalkem se tak mohou řídit struktury a jazykové konstrukce pomocí podmínek nebo cyklů nebo vytvářet standardní metody pro řízení toku materiálu a informací. (Bangsow, 2010, s.85)

Ve třídě Information Flow se nachází objekt Method. Do tohoto objektu se napíše metoda a objekt, se kterým je naprogramovaná metoda propojena, se bude po spuštění simulace chovat dle zdrojového kódu.

Do metody může být vložena již naprogramovaná struktura zdrojového kódu. Tyto struktury se nachází v Templates v rozevíracím seznamu Control Structures.

Na obrázku (Obrázek 8), je znázorněna jednoduchá metoda, která je propojena s objektem Buffer (sklad). Díky metodě je na základě jména procházející entity rozhodnuto, do kterého stroje bude entita přesunuta.



Obrázek 8 Programovací jazyk SimTalk

Zdroj: Vlastní Zpracování

Existují také speciální metody (vznikají přejmenováním objektu method), které určují ostatním metodám, kdy se mají spustit. Jedná se o metody Init, Reset a EndSim. Init je spouštěcí metoda – metoda, která se vykoná jako první a teprve poté se spouští čas simulace i simulace samotná. Reset je metoda, která se spouští po resetování času simulace. EndSim, metoda, která proběhne po ukončení času simulace (času nastaveném v EvenControlleru).



Obrázek 9 Spouštěcí metody

Zdroj: Vlastní Zpracování

Při psaní kódu je možné používat zástupné znaky - ? odkazuje na objekt, který volá metodu, @ odkazuje na MU, která prochází objektem a spouští metodu.

SimTalk také poskytuje možnost zobrazovat data v určitém formátu, ve kterém se budou zobrazovat v tabulkách nebo v uživatelem definovaných atributech. Jedná se o například o datový typ boolean (true/false), integer (celé číslo), object (objekt v simulaci), string (řetězec znaků), time (čas v sekundách), aj.

Na datový typ string se v metodě odkazuje pomocí uvozovek. (Bangsow, 2010, s.96-97)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI



Obrázek 10 Logo společnosti

Zdroj: Interní zdroj společnosti

8.1 Základní údaje

Společnost Cardbox Packaging s.r.o. vznikla dne 18. října 2012 zápisem do obchodního rejstříku u Krajského soudu v Brně. Sídlo společnosti se nachází na adrese Březová 200, 763 15 Slušovice, provozovna - Zádvěřice 48, 763 12 Vizovice.

Předmětem podnikání podle obchodního rejstříku je výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona.

Statutárním orgánem společnosti jsou jednatelé:

- Mag. Klaus Dieter Hockl
- Florian Scharl

Na základním kapitálu 1 000 000,-Kč se podílí dva společníci:

greiner packaging slušovice s.r.o.

- Adresa: Greinerova 54, 763 15 Slušovice
- Vklad: 490 000,-Kč, 100% splaceno
- Obchodní podíl: 49%

CARDBOX Packaging Holding GmbH

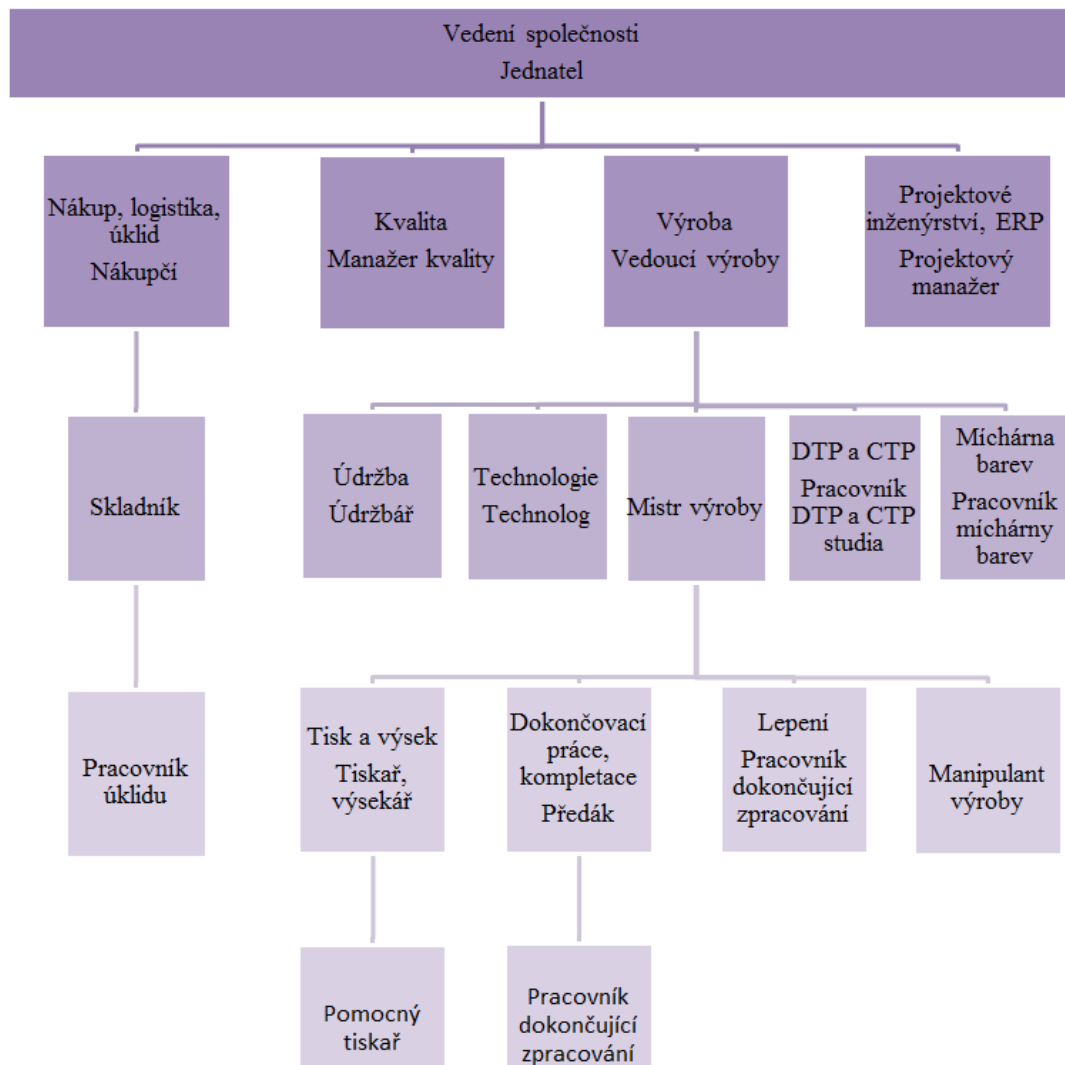
- Adresa: 1090 Vídeň, Universitätsstrasse, Rakouská republika
- Registrační číslo: FN382921 w
- Vklad: 510 000,-Kč, 100% splaceno
- Obchodní podíl: 51%

(Veřejný rejstřík a Sbírka listin - Ministerstvo spravedlnosti České republiky, ©2012-2015)

8.2 Organizační struktura

Cardbox Packaging s.r.o. v současné době zaměstnává 80 zaměstnanců na hlavní pracovní poměr.

Jednatel společnosti se na začátku roku 2017 stal Florian Scharl.



Obrázek 11 Organizační struktura společnosti

Zdroj: Vlastní zpracování

8.3 Certifikáty společnosti

Pro Cardbox je důležité, aby výrobky, které dodává různým mezinárodním značkovým výrobcům a prémiovým odběratelům, byly v té nejlepší kvalitě a dodržovaly mezinárodní normy.

Neméně důležitým bodem je bezpečnost výrobků pro koncové zákazníky, jelikož se ve většině případů jedná o obaly potravinářského průmyslu. Kromě výše zmíněných bodů je společnost také zodpovědná vůči životnímu prostředí. Cardbox se zaměřuje během celého procesu výroby na snižování emisí CO₂ a celkového odpadu a využívá materiály recyklované a FSC. (Cardbox Packaging, 2.3.2017, ©2015)

- Certifikát BRC/IoP – British Retail Consortium / Institute of Packaging – výroba obalů pro přímý a nepřímý styk s výrobky potravinářského a kosmetického průmyslu.
- Certifikát FSC® – Forest Stewardship Council® - na výrobu produktů označených logem FSC byl brán zřetel na ochranu lesů a zachování životního prostředí.
- Certifikát FDA /IMS – dodržování hygienických předpisů pro výrobu potravinářských obalů podle standardu pro výrobce v USA.

8.4 Výrobní portfolio

Mezi hlavní odběratele výrobků patří Greiner Slušovice. Další čeští odběratelé jsou Olma, Vodňany nebo Kostecké uzeniny. Cardbox vyváží také do zahraničí – Anglie, Estonsko, Polsko, Švýcarsko, USA a dodává i svým sesterským společnostem v Rakousku – Wolfberg a Pinkafeld.

Cardbox má široké portfolio výrobků mezi které se řadí například hrací karty, pивní tácky, tisk brožur, letáků, kalendářů a podobně.

Ovšem největší podíl výroby tvoří tisk:

- etiket na jogurty,
- obalů, které je potřeba na konci výrobního procesu slepit na lepící lince,
- kartonových obalů. To jsou zpravidla zakázky, které jsou dokončovány manuálně.



Obrázek 12 Ukázka výrobků – Krabička DIVA

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 13 Ukázka výrobků

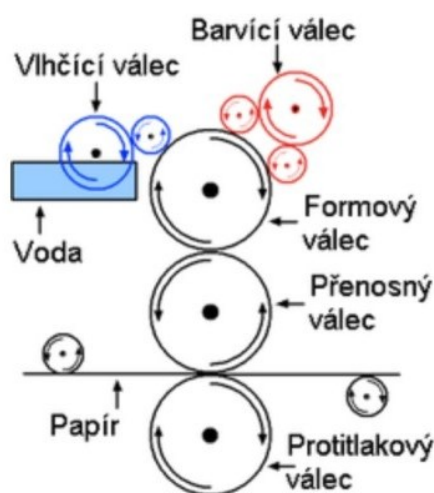
Zdroj: Vlastní zpracování

8.5 Technologie tisku

„Cardbox Packaging je mezinárodním výrobcem vysoce kvalitních a důmyslných obalů.“
(Cardbox Packaging: Úvod, ©2015)

Společnost při poskytování svých služeb využívá technologii ofsetového tisku. Stroje, kterými Cardbox disponuje, obsahují šest věží, jinými slovy jsou šesti barvové, tzn. šest desek, díky kterým každá deska přenáší na papír jednu barvu.

Ofsetový tisk je tisk z plochy, jelikož v jedné rovině se nachází tisknoucí i netisknoucí plochy. Princip ofsetového tisku spočívá v nanášení barvy z tiskové formy na válec potažený pryží a až poté na papír. Toto dvojité nanášení barvy umožňuje tisknout předlohy z tiskové formy stranově nepřevrácené, a zároveň dokáže vytisknout i malé detaily na méně kvalitní papír. (Digipedia, ©2010)



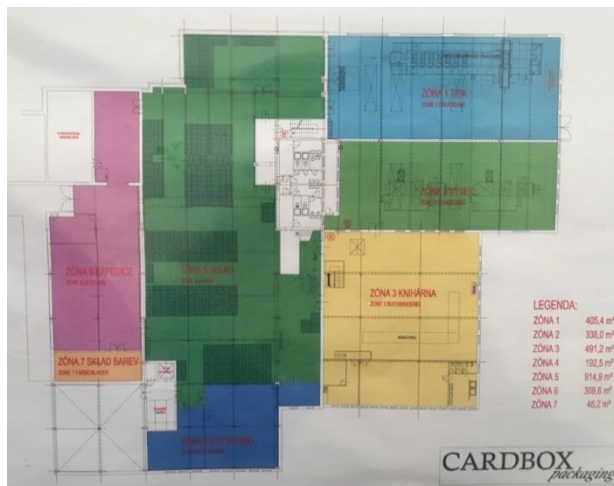
Obrázek 14 Princip ofsetového tisku

Zdroj: Ofsetový tisk Brno, ofsetová tiskárna, ©2016

8.6 Představení pracovišť

Hlavní prostory společnosti se rozprostírají do dvou pater. V prvním patře se nachází kanceláře a grafické studio (DTP studio). Zde probíhá začátek výrobního procesu, který pokračuje ve výrobních prostorách společnosti nacházející se o patro níže.

Na obrázku (Obrázek 15) je layout výrobních prostor rozdělen do sedmi zón, kde výrobní pracoviště se nachází v zóně 1 - tisk, 2 - výsek, 3 – knihárna, 4 – CTP studio a ostatní pracoviště v zóně 5 – sklad, 6 – expedice a 7 – sklad barev.

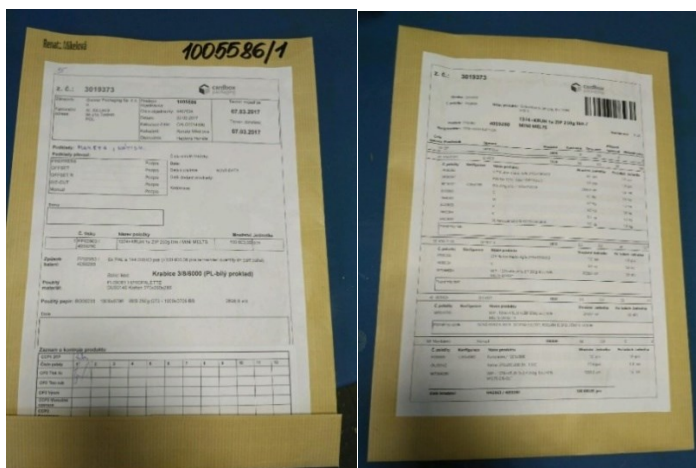


Obrázek 15 Layout společnosti

Zdroj: Interní materiály společnosti

8.6.1 Kanceláře a DTP studio

- Obchodní oddělení – Začátek výrobního procesu vzniká přijetím a zpracováním objednávky pracovníky obchodního oddělení. Z tohoto oddělení kopie objednávky putují k dalším pracovníkům – nákupčí, technolog a plánovač výroby.
- Technologie – Přijetím zakázky na technologii, začíná technolog zpracovávat technologický postup a vytvářet tzv. „pracovní sáček“, který poté doprovází zakázku zbytkem výrobního procesu. „Pracovní sáček“ obsahuje informace nezbytné k výrobě (rozměry papíru, množství barev a další požadavky od zákazníka) a také vzorek výtisku.



Obrázek 16 „Pracovní sáček“

Zdroj: Vlastní zpracování

- Nákup – Nákupčí má na starosti včasné dodání materiálu, tj. před začátkem výroby.
- Plánování – Plánovač firmy plánuje zařazení zakázek do výroby dle důležitých faktorů (datum expedice, čas potřebný pro výrobu, dostupnost barev a dat k vytvoření CTP desek, aj.).
- DTP studio – Jakmile se do DTP studia dostane „pracovní sáček“ od technologa, pracovník studia, společně s daty od zákazníka, vytváří grafickou podobu obalu. Právě na tomto pracovišti je do sáčku vkládán vzorek výtisku. Z tohoto pracoviště je sáček předán do CTP studia.
- CTP studio – Na tomto pracovišti probíhá pomocí CTP stroje (Obrázek 17) osvit desek, tj. přenesení grafického návrhu na hliníkovou desku pomocí laseru. Tyto hliníkové desky neboli tiskové formy jsou poté předány na pracoviště tisku. Tiskových forem je vždy tolik, kolik je při tisku použitých barev (viz technologie tisku – ofsetový tisk).
- Míchárna barev – Pracovník v míchárně připravuje zákazníkem požadované odstíny barev, které jsou mimo základní spektrum Pantone barev a to ze třinácti základních bazických barviv nebo ze čtyř základních CMYK (C – azurová, M - purpurová, Y – žlutá, K – černá) barev. Je důležité dbát na přesné váhové limity, jelikož i malá odchylka může způsobit nepatrně odlišný odstín.



Obrázek 17 CTP stroj

Zdroj: Vlastní zpracování

8.6.2 Tisk

Předpokladem pro hladký průběh tisku je stav, kdy se k tiskaři dostane „pracovní sáček“. To značí, že zakázka prošla všemi výše zmíněnými pracovišti a jsou splněny veškeré předpoklady k tisku – objednaný vhodný papír, namíchané potřebné barvy, všechny tiskové formy.

Tiskové pracoviště disponuje dvěma tiskovými stroji – KBA Rapida 105 a novější KBA Rapida 106. Formáty papírů, na které jsou oba stroje schopni tisknout, dosahují rozměrů B1 (707x1000mm). Tyto papíry se nazývají „archy“ a na tyto archy se tisknou obaly, tzv. segmenty. Počet segmentů na jednotlivém archu závisí právě na velikosti a to jak archu, tak segmentu. KBA 105 dokáže vytisknout maximálně 14 800 archů za hodinu, u KBA 106 je to 18 000 archů za hodinu.

Stroje mají tiskové věže, do kterých se před a během tisku přidávají barvy. Během tisku se také nanáší lak, díky kterému se výrobky lesknou.

Jeden stroj obsluhují dva zaměstnanci – hlavní tiskař a pomocný tiskař. Hlavní tiskař má na starosti kontrolu kvality a barevnost tisku. Pomocný tiskař připravuje papír, barvy, další pomocný materiál a během tisku obsluhuje stroj, např. doplňuje barvy na válce.

Vytisknuté archy jsou převezeny na pracoviště výseku hlavním nebo pomocným tiskařem.



Obrázek 18 Tiskový stroj KBA Rapida 105 (vlevo) a KBA Rapida 106 (vpravo)

Zdroj: Vlastní zpracování

8.6.3 Výsek

Na pracovišti výseku se nachází taktéž dva stroje Iberica JR 105, ve firmě nazývané Iberica 1 a Iberica 2. Oba stroje fungují na stejném principu, kdy výsekář vkládá dovnitř stroje výsekové formy, které vysekávají jednotlivé segmenty z archů, a kontroluje chod stroje. Je důležité, aby formy byly dostatečně ostré a přesně nastavené, jinak hrozí špatné vysekání nebo třepení segmentů, což znamená nekvalitní výrobek. Oba stroje jsou schopny vysekát maximálně 7 000 archů za hodinu.



Obrázek 19 Výsekový stroj Iberica 1

Zdroj: Vlastní zpracování

8.6.4 Lepení

Některé typy zakázek je třeba slepit, proto jsou vysekané segmenty převáženy na pracoviště lepení. Ovšem toto pracoviště není tolik vytížené, jako pracoviště předchozí, a proto se využívá nepravidelně a pouze jednu směnu.

Na lepení jsou segmenty vkládány do lepicího stroje Heidelberg Eco 105, dále lepička, který obsluhuje převážně jeden operátor. I lepičku přestavit podle typu segmentu a lepicích prvků. Stroj dokáže lepit rychlostí až 40 000 segmentů za hodinu. Na konci stroje stojí další pracovníci, kteří lepené segmenty ukládají do krabic.



Obrázek 20 Lepička Heidelberg Eco 105

Zdroj: Vlastní zpracování

8.6.5 Dokončovací práce

Na dokončovacích pracích a kompletaci jsou zakázky, které je potřeba ručně upravit. Jedná se především o skládání krabiček, očišťování segmentů od nečistot nebo ruční vylamování segmentů z archu především u zakázek menší velikosti. Jsou zde také hotové výrobky zabalené do krabic.

8.6.6 Expedice

Na expedici pracují pracovníci ve dvousměnném provozu a starají se mj. i o sklad vstupního materiálu (příjem a naskladnění). Úkolem pracovníků je připravit zakázky k expedici. Používají k tomu automatický ovíječ palet Cyclop - NRT Im-pianti, který paletu opatřenou víkem zabalí do balicí folie a poté je paleta svázána plastovou páskou. Čas, který stráví jedna paleta na ovíječi je necelých pět minut (včetně svázání páskou).

8.7 SWOT analýza

SWOT analýza je metoda hodnotící vnitřní a vnější faktory, které mohou ovlivnit úspěšnost společnosti. SWOT analýza byla vypracována společně s vedoucím výroby a mistrem výroby. Jako první byl sestaven seznam k silným a slabým stránkám a k příležitostem a

hrozbám, poté byly jednotlivé body seznamu ohodnoceny. Hodnocení probíhalo dle vlastního uvážení od 1 do 5 (1 – nejdůležitější pro firmu, 5 – nejméně důležité). Vedoucí výroby měl nejvyšší váhu významnosti, poté následoval mistr výroby a nejnižší váhu významnosti v hodnocení měl autor práce.

Celá SWOT analýza je k dispozici v Příloze PI.

- Analýza silných stránek.

Z analýzy silných stránek vyplývá, že pro společnost jsou nejdůležitější kvalitní výrobky a dobré vztahy s odběrateli. Právě s kvalitními výrobky jdou ruku v ruce dobré vztahy s odběrateli. Jestliže společnost bude stěhovat svou výrobu do nových prostor, je jasné, že výroba bude na nějakou dobu omezena a dobré vztahy s odběrateli mohou jen dopomoci k tomu, aby během této doby „neutekli“ ke konkurenci.

- Analýza slabých stránek.

Slabým a velice omezujícím článkem společnosti jsou malé prostory. Tento problém společnost nejvíce zatěžuje v době velkých a na prostor náročných zakázek. Ačkoli společnost dbá na pravidelnou údržbu strojů, existuje zde vysoká poruchovost. Až na pár výjimek, jedná se především o starší stroje, do kterých se musí náhradní díly objednávat ze zahraničí a to je pro společnost finančně i časově náročné.

- Analýza příležitostí.

Příležitost, kterou by společnost mohla vidět za výstavbou nových výrobních prostor, je získání místa pro rozšíření strojového parku novými stroji. S novými stroji by se také vytvořily další pracovní pozice.

- Analýza hrozeb.

Za největší hrozbu je považován nedostatek kvalifikovaných sil a dále by mohl být objem výroby ohrožen z důvodu růstu cen vstupního materiálu.

9 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato kapitola se zabývá analýzou současného stavu společnosti Cardbox Packaging s.r.o. Analýza probíhala ve výrobních prostorách společnosti a byla zpracována pomocí prostředků a metod zmíněných v kapitole 9.1, vlastních zkušeností a poznatků při působení ve firmě.

Výsledky analýzy budou sloužit jako podklad pro zpracování projektu.

9.1 Prostředky a metody použité při analýze současného stavu

- Teoretické poznatky – Základem pro zpracování analýzy současného stavu a samotného projektu jsou teoretické znalosti získané během studia doplněné o poznatky v teoretické části práce.
- Pozorování – Pro pochopení chodu a základních principů ve společnosti je pozorování jedna z nejdůležitějších věcí.
- Simulace – Díky simulačnímu programu lze ověřit fungování budoucího stavu. Simulace dokáže odhalit úzká místa, ukázat využití strojů a systému a nastavit jiná možná řešení.
- Odborné metody – Spaghetti diagram, Sankey diagram.
- Fotodokumentace – Fotografie jsou nedílnou součástí celé praktické části. Díky fotografiím nestojí analýza současného stavu pouze na lidské představivosti, ale znamená reálnou situaci.
- Technické pomůcky – Fotoaparát, počítač, metr, SW.

9.2 Analýza výrobních prostor

Společnost Cardbox plánuje výrobu až na základě objednávek od zákazníků, tudíž se jedná o zakázkovou výrobu. Jednotlivé zakázky jsou vyráběny v malých nebo středně velkých sériích, kdy série jsou od sebe odlišné a je třeba stroje přetypovat seřídít a vyměnit nástroje před každou novou zakázkou. Proto je třeba brát v potaz fakt, že se jedná o diskontinuální výrobu a je složité zde uplatňovat vyšší stupeň automatizace. Plán zakázek ve výrobě se odvíjí od minimalizace doby čekání mezi jednotlivými pracovišti, čímž se zkrátí i průběžná doba.

Na základě působení ve firmě byly zjištěny skutečnosti, které by se v budoucnu mohly stát hrozbou pro existenci společnosti a jsou důvodem zpracování tohoto projektu.

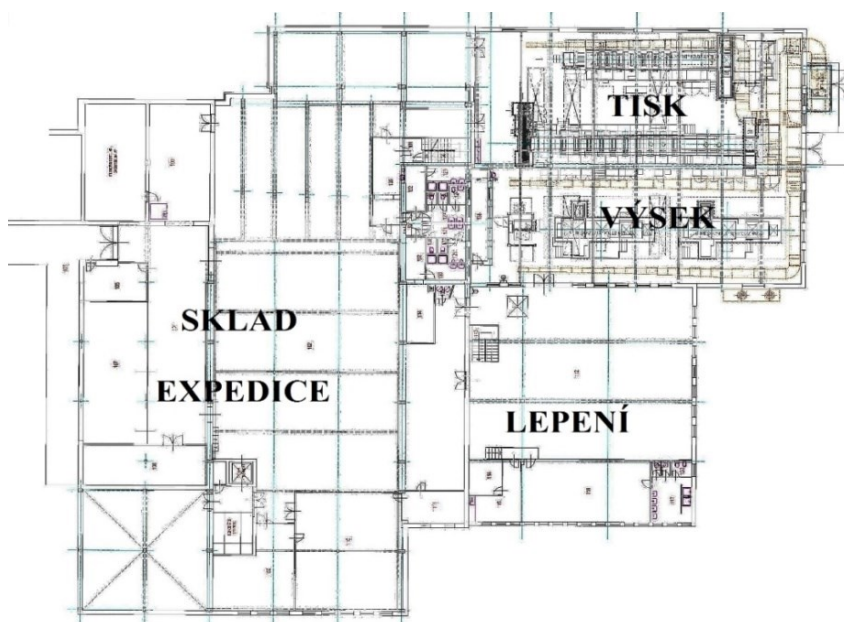
Jedná se o:

- Malé výrobní prostory s nemožností zvýšit kapacitu strojového parku či změnu layoutu.
- Společnost disponuje nedostatečně velkými meziskladovými prostory.
- Prostory nejsou ve vlastnictví společnosti.

Vedoucí výroby i ostatní zaměstnanci si tyto nedostatky uvědomují a vidí potenciál v návrhu na vybudování nových výrobních prostor.

Jednotlivá pracoviště disponují velice omezeným prostorem pro uskladnění palet. Operátoři přemísťují palety tam, kde je volný prostor, což způsobuje chaos při dohledávání veškerých palet patřící k dané zakázce.

Pro společnost jsou také nevyhovující všeobecně malé výrobní prostory. Tyto prostory neposkytují možnost vytvořit nový layout zařízení pro vybalancovaný tok výrobků a snížit křížení cest při přemísťování palet mezi jednotlivými pracovišti a eliminovat zbytečnou chůzi operátorů. Na obrázku (Obrázek 21) je současný layout výrobních prostor. Jsou zde znázorněna pracoviště, která budou podrobněji analyzována v následujících podkapitolách.

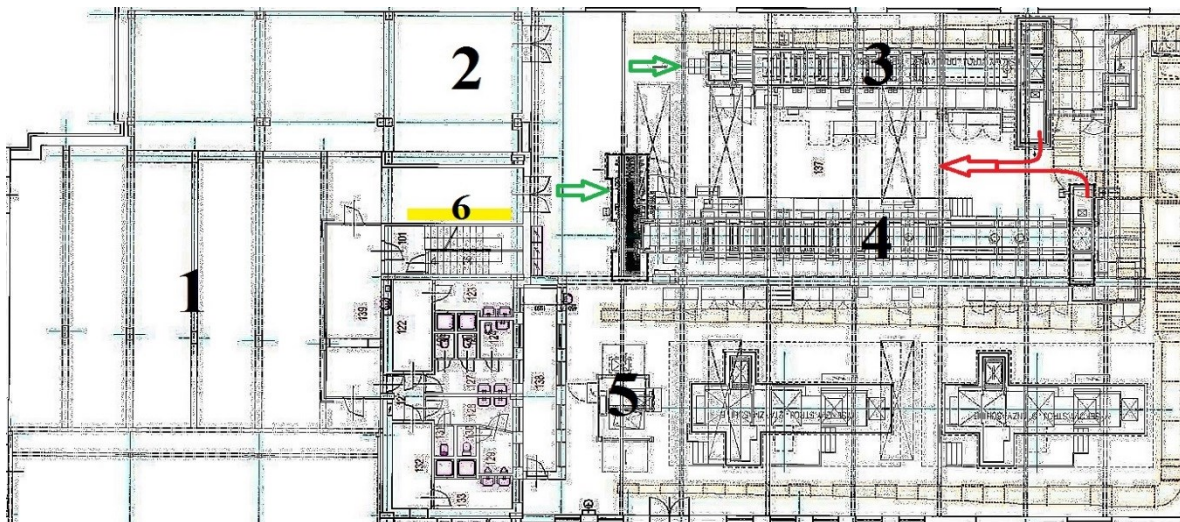


Obrázek 21 Layout výrobních prostor

Zdroj: Vlastní zpracování

9.2.1 Analýza pracoviště – TISK

Pod pracoviště TISK spadá sklad materiálu, tiskové stoje, obracečka a mezisklad barev. Tyto prostory jsou zaznačeny v layoutu na obrázku Pracoviště – TISK (Obrázek 22).



Obrázek 22 Pracoviště – TISK

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 1 Legenda k pracovišti - TISK

Číslo	Popis	Číslo	Popis
1	Sklad vstupního materiálu.	4	Tiskový stroj – KBA Rapida 106.
2	Sklad ostatního materiálu.	5	Obracecí stroj (dále obracečka).
3	Tiskový stroj – KBA Rapida 105.	6	Mezisklad barev.

Zdroj: Vlastní zpracování

Vstupním materiálem se rozumí palety s prázdnými archy různých typů a velikostí, které jsou naskladňovány pracovníky expedice. Do tohoto skladu je možné naskladnit až 500 palet. Mimo areál lze uschovat až 1400 palet.

Ze skladu jsou palety odváženy pomocnými tiskaři dle zakázek. Pro výstup ze skladu lze využít východ přes sklad ostatního materiálu (2), který je vhodný především pro asistenty obsluhující KBA 105 (3) nebo přes mezisklad barev (6), kterým se zásobuje hlavně KBA 106 (4).

Ve skladu ostatního materiálu (2) se nachází potřebné laky pro tisk a odkladná místa na použité tiskové gumy, CTP desky k recyklaci a odpad s textilií.

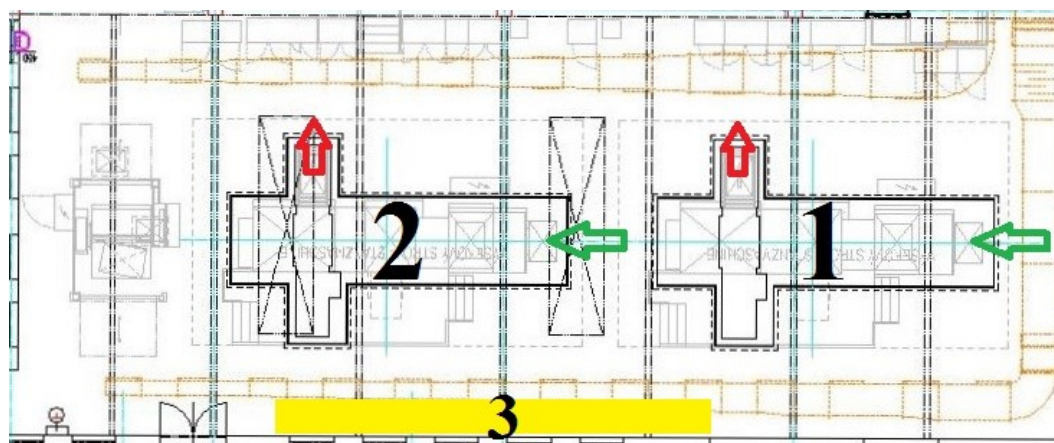
Tiskový stroj KBA 106 (4) je novější, větší a více automatizovaný, než KBA 105 (3). Ovšem u obou strojů je nutné doplňovat barvy na válce, vkládat tiskové formy do jednotlivých věží, vyměňovat textilie a nádoby s laky.

Zelené šipky na obrázku (Obrázek 22) znázorňují začátek tisku a červená šipka konec. Pro odvoz palet od KBA 105 i KBA 106 slouží pro oba stroje jeden prostor.

Po tisku lícové strany, jsou vytištěné palety převáženy k výsekovému stroji nebo do knihárny. Jestliže se jedná o tisk i na rubovou stranu, využívá tiskař obracečku (5) a vrací paletu zpět na začátek tisku. Jakmile je vytištěna rubová strana, paletu je třeba opět otočit, protože výsekové stroje mohou vysekávat segmenty pouze z lícové strany.

9.2.2 Analýza pracoviště – VÝSEK

Na pracovišti VÝSEK se nachází dva výsekové stroje Iberica JR 105 a police s nástroji.



Obrázek 23 Pracoviště – VÝSEK

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 2 Legenda k pracovišti - VÝSEK

Číslo	Popis
1	Výsekový stroj 1 - Iberica JR 105.
2	Výsekový stroj 2 - Iberica JR 105.
3	Police s výsekovými nástroji.

Zdroj: Vlastní zpracování

Část výsekových forem, potřebných k zakázkám, se nachází přímo na pracovišti výseku, viz. obrázek (Obrázek 23) číslo 3 a obrázek (Obrázek 24 vlevo). Ostatní výsekové formy

jsou uskladněny v prostoru knihárny, kde se nachází pracoviště lepení, viz obrázky (Obrázek 24 vpravo a Obrázek 25 číslo 2).



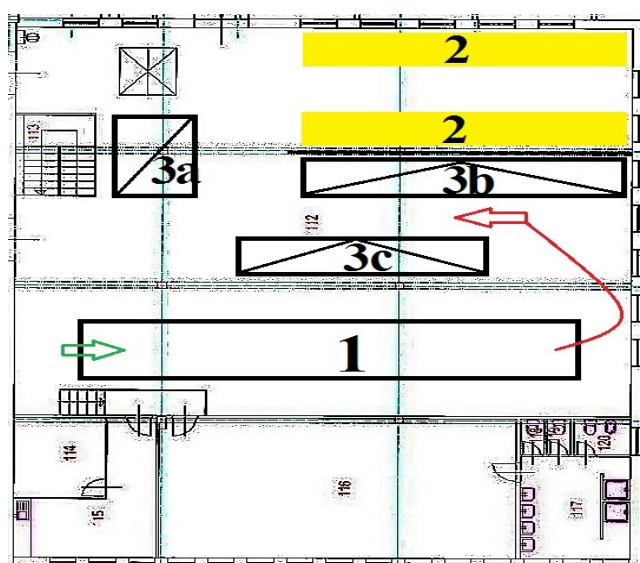
Obrázek 24 Výškové formy na výseku (vlevo) a v knihárně (vpravo)

Zdroj: Vlastní zpracování

Při plynulé návaznosti zakázek tisk – výsek, jsou jednotlivé palety převáženy rovnu od tisku k výseku. Ovšem většina zakázek určených k výseku se nachází v knihárně (Obrázek 25) číslo 3a, 3b a 3c. Zelené šipky na obrázku (Obrázku 23) znázorňují stejně jako u tisku začátek vysekávání a červené šipky konec.

9.2.3 Analýza zóny – KNIHÁRNA

Do zóny knihárna patří pracoviště lepení a nachází se zde také volné prostory, využívané jako mezisklad pro již vysekané zakázky, ale především pro zakázky čekající na vysekání.



Obrázek 25 Zóna – KNIHÁRNA

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 3 Legenda k zóně - KNIHÁRNA

Číslo	Popis
1	Lepicí stroj - Heidelbergt Eco 105.
2	Police s výsekovými nástroji.
3	Volné prostory pro vytisknuté a vysekané palety.

Zdroj: Vlastní zpracování

V knihárně se nachází lepicí stroj, který je znázorněn pod číslem 1 na obrázku (Obrázek 25). Ve směru zelené šipky jsou do stroje vkládány neslepené segmenty, na konci slepené segmenty skládány operátory do krabic, tyto krabice následně na palety a ve směru červené šipky jsou palety odváženy na balení, popřípadě zůstávají v prostoru 3c. Police s výsekovými nástroji (2) byly blíže popsány v analýze pracoviště výsek a na obrázku (Obrázek 26) je zachyceno využití volných prostor. Celkové prostory knihárny pojmu až 75 paletových míst.

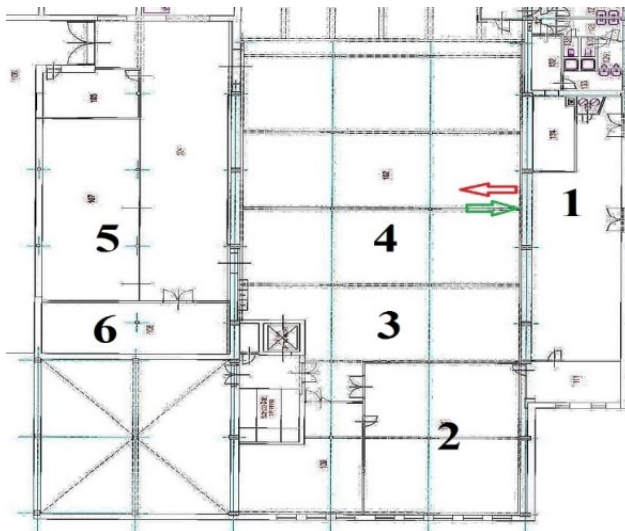


Obrázek 26 Skladovací prostory – KNIHÁRNA (vlevo 3a, uprostřed 3b, vpravo 3c)

Zdroj: Vlastní zpracování

9.2.4 Analýza pracoviště – EXPEDICE

Na obrázku (Obrázek 27) je znázorněno kromě pracoviště expedice, také CTP studio a dokončovací práce.



Obrázek 27 Pracoviště – EXPEDICE

Zdroj: Vlastní zpracování

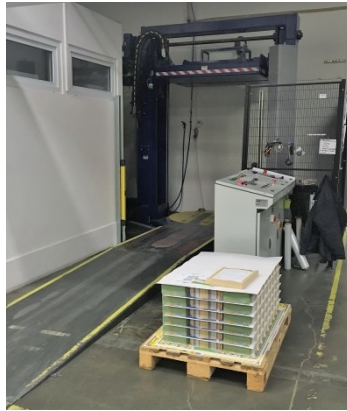
Tabulka 4 Legenda k pracovišti - EXPEDICE

Číslo	Popis	Číslo	Popis
1	Ovíječ palet - Cyclop - NRT Im-pianti	4	Sklad palet
2	CTP studio	5	Expedice
3	Dokončovací práce	6	Sklad barev

Zdroj: Vlastní zpracování

Do ovíječe (1) je zavezena paleta a stejným místem zase po zabalení vyvezena. Zabalit paletu trvá necelých pět minut. Pracovníci expedice převezou zabalenou paletu do skladu (4). Na obrázku (Obrázek 29) jsou zakázky připravené k expedici. Vlevo jsou uskladněny na paletách krabice, do kterých jsou vkládány segmenty z lepícího stroje nebo na dokončovacích pracích. Vpravo na obrázku (Obrázek 29) jsou zabaleny segmenty přímo na paletách z pracoviště výseku.

Dále se v této části haly nachází CTP studio (2), kde se připravují desky pro tisk a odkud jsou tyto desky převáženy k tiskovým strojům, dokončovací práce a kompletace (3) a sklad barev (6), ze kterého je zásobován mezisklad barev u tisku.



Obrázek 28 Ovíječ palet
Cyclop - NRT Im-pianti
Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 29 Zakázky připravené k expedici
Zdroj: Vlastní zpracování

9.3 Simulace současného stavu

Pomocí simulačního programu Plant Simulation je nasimulován současný stav toku výrobků. Model současného stavu bude na závěr práce porovnán s modelem navrhovaného nového stavu.

Tvorba této simulace byla náročná, z důvodu zdlouhavého dohledávání potřebných informací a transformaci těchto dat do simulace, přepočítáváním, kontrolou a výběrem vhodných metod a strategií v samotné simulaci.

9.3.1 Data použita v simulaci

Po dohodě s vedením společnosti, bylo rozhodnuto, že budou v simulaci použita data z měsíce, ve kterém byl zpracován průměrný počet zakázek bez větších výkyvů ve výrobě. Byl vybrán termín 1.12.-23.12.2016.

Ze všech získaných dat z tohoto období bylo třeba vybrat pro simulaci potřebné údaje.

- Plán výroby – z tiskových, výsekových strojů a z lepičky.

Plány výroby obsahoval: čísla zakázek a počet plánovaných hodin, které stráví zakázka na stroji.

- Počet hodin, které skutečně každá zakázka strávila na stroji. Tato data byla zjištěna z informačního systému Dynamics.

Plánované i skutečné hodiny jsou navýšeny o čas přetypování a nastavení stroje a u tisku také jedno otočení palety. Druhé otočení palety je již v simulaci znázorněno.

- Počet palet a archů, které zpracoval tiskový stroj.
- Počet palet z výsekového stroje – tento údaj byl potřeba dopočítat podle počtu vytisknutých archů z tiskového stroje. Počet archů, které mohou být na paletě z výsekového stroje je 2400 kusů, proto byl počet palet z výsekového stroje dopočítán podílem množství archů z tiskového stroje a 2400 (množství archů z výsekového stroje).
- Seznam zakázek, které:
 - prošly celým výrobním procesem,
 - bylo třeba obrátit na obracečce,
 - byly slepeny.
- Směny na jednotlivých strojích:
 - KBA 105 – třísměnný provoz;
 - KBA 106 a oba výsekové stroje – čtyřsměnný provoz;
 - lepička – jednosměnný provoz;
 - balička, expedice – dvousměnný provoz.

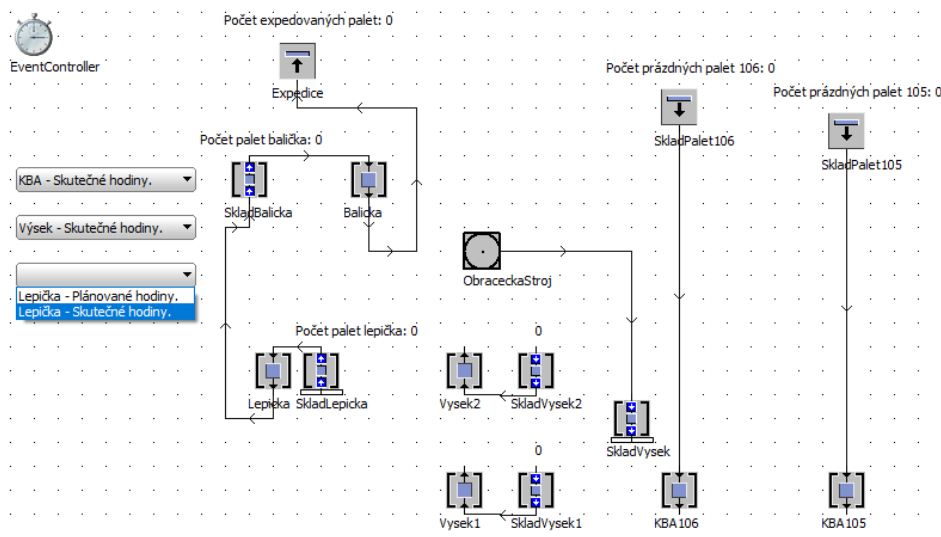
- Četnost údržby strojů – údržba tiskových strojů probíhá třikrát do měsíce a výsekových dvakrát do měsíce. Čas údržby je naplánován v době menšího počtu zakázek, aby výroba byla narušena, co nejméně.

9.3.2 Model současného stavu

Na obrázku (Obrázek 30) je znázorněn nasimulovaný model současného stavu. Objekty v tomto modelu kopírují současné rozmístění strojového parku a meziskladových prostor. V Příloze IV je model současného stavu bez pomocných objektů, do kterého byl vložen layout výrobních prostor pro lepší představu.

U objektů, které jsou spojeny s jinými objekty konektorem, je přímo definovaná cesta palet. U objektů, mezi kterými konektor chybí, je cesta nadefinována metodou, která vybírá cestu palet z více kritérií.

Kromě objektů, které představují sklady vstupního materiálu, stroje a meziskladové prostory, jsou zde také objekty Display, které jsou propojeny s objekty představující sklady a mezisklady a sledují počet procházejících palet a objekty DropDownList (rozevírací seznam), které odkazují na plánované nebo skutečné hodiny.



Obrázek 30 Model současného stavu

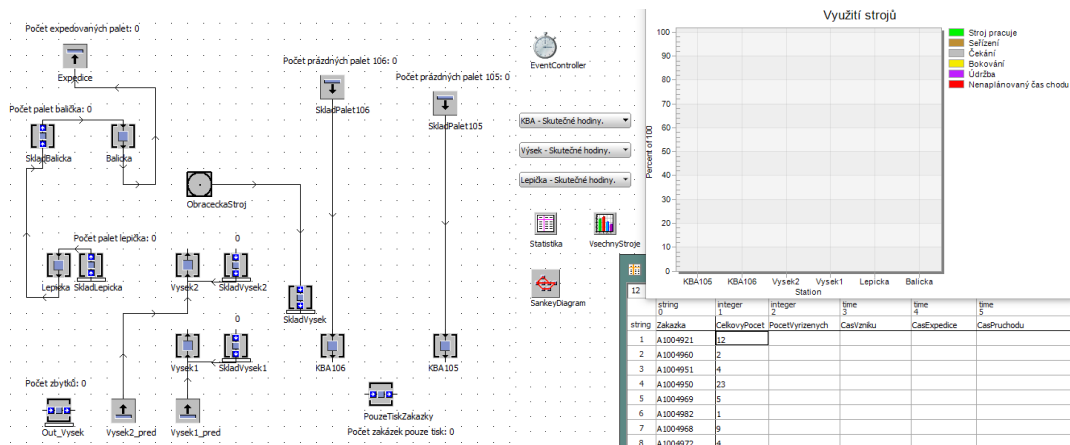
Zdroj: Vlastní zpracování

9.3.3 Nezbytné kroky pro vytvoření modelu

Prvním krokem bylo rozmístění objektů a pojmenování potřebných objektů na programovací plochu. Dále bylo třeba rozhodnout, kde existuje přímý tok palet a využít zde spojení

konektorem a také bylo třeba vytvořit pomocné objekty pro lepší zobrazení skutečnosti. Tento krok je znázorněn na obrázku (Obrázek 31) vlevo.

V dalším kroku bylo třeba rozhodnout, co se bude v simulaci sledovat a jaké statistiky budou potřeba pro vyhodnocení. Na obrázku (Obrázek 31) vpravo jsou vyobrazeny objekty pro výběr sledovaných dat, procentuální využití strojů, Sankeyho diagram a statistika doby průchodu zakázky.



Obrázek 31 Simulovaný model (vlevo) a objekty sledovaných dat (vpravo)

Zdroj: Vlastní zpracování

Simulaci lze sledovat ze dvou pohledů a to, z pohledu naplánovaných hodin na zakázku a skutečných hodin. Jak již bylo zmíněno, oba tyto pohledy již ve svých časech zohledňují doby přestavby, nastavení a otočení palety. Na základě vybrané položky z rozevíracího seznamu se naprogramované metody odkáží na příslušnou tabulku a její část. Tyto tabulky řídí procesní čas stroje.

Pro zobrazení využití strojů, je ke každému stroji přiřazen jeden graf a mimo jiné také jeden graf pro všechny stroje pro lepší porovnání.

Metoda, která byla použita pro porovnání současného stavu se stavem novým, je Sankey diagram. Ten znázorňuje velikost toku. Sankey diagram bude blíže specifikován v následující podkapitole.

Velice důležitým bodem je statistika doby průchodu zakázky. Pro zjištění těchto údajů byla naprogramována metoda, která sbírá data o zakázce od začátku až do konce simulace.

Posledním krokem před spuštěním simulace, bylo třeba si uvědomit ještě další náležitosti, které jsou v modelu potřeba, vytvořit metody a propojit je se správnými objekty.

Jelikož společnost má omezené meziskladové prostory, bylo třeba se zaměřit na celkový počet palet a ne počet zakázek, který by sice také ukázal tok výrobků, ale nezohlednil by omezené prostory. Z tohoto důvodu musely být veškeré časy výroby (plánované i skutečné hodiny) přepočítány na čas, za který se vyprodukuje jedna paleta.

Ovšem počet palet z tisku, se liší od počtu palet z výseku. Počet vysekaných palet je 1,7x vyšší, než počet vytisknutých palet. Proto byly všechny hodiny přepočítány podle počtu palet, který vychází z výseku a také o násobek 1,7 zvýšeny kapacity meziskladu, aby byl zachován poměr počtu vyprodukovaných palet a meziskladových prostor. Kapacity meziskladu byly navýšeny pouze před výseky, jelikož po výseku se jedná o stav, který odpovídá skutečně vyprodukovaným paletám.

Meziskladové prostory ve společnosti v prostorách knihárny dokáží uskladnit až 75 palet (pro výsek i lepičku). U každého výsekového stroje lze ponechat až 10 palet. Celkem se tedy jedná o 95 paletových míst. Současné nastavení a využívání těchto prostor je 15 paletových míst jako sklad lepičky a zbytek slouží výseku.

Po zvýšení kapacity skladů před vysekáním se jedná o kapacitu: $80 * 1,7 = 136$ ks.

Proto jsou kapacity skladu v simulaci nastaveny následovně:

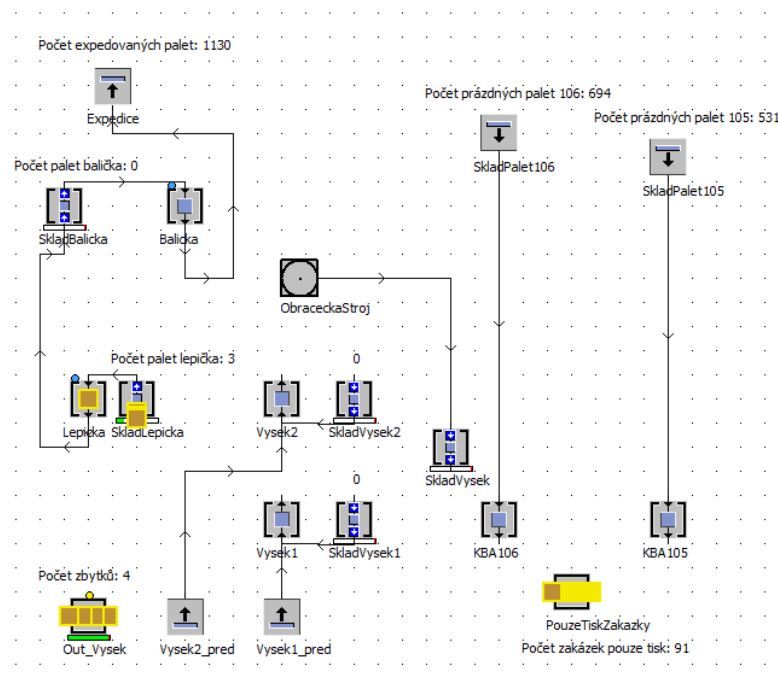
- SkladVysek – 1 ks – jedná se pouze o objekt, který třídí palety a přenáší je do skladu pro výsek 1 nebo výsek 2.
- SkladVysek1 – 70 ks a SkladVysek2 – 65 ks – rozdělení na dva sklady je z důvodu správného fungování simulace a velikost každého skladu byla přizpůsobena množství vyhotovených palet.
- SkladLepicka – 15 ks.
- SkladBalicka – 66ks – zabalené palety lze skládat i na sebe.

Dále bylo třeba u každé zakázky zadat uživatelem definované atributy a to, zda prochází zakázka a tudíž všechny její palety přes obrabečku a lepící stroj. Také který výsekový stroj tuto zakázku bude vysekávat – složitější zakázky jsou vysekávány na výseku 1 a zakázky jednoduché s větším množstvím archů vysekává výsek 2. Jestli se jedná o zakázku, která je vysekána ještě ve sledovaném období nebo je pouze v prosinci vytisknuta (zakázky tohoto typu jsou v simulaci zohledněny a „vyexpedovány“ do skladu PouzeTiskZakazky) a na výsekové stroje se dostane až v lednu nového roku.

Z důvodu nastínění, co nejuvěrnějšího pohledu na současnou situaci, jsou v simulaci použity objekty – Vysek1_Pred, Vysek2_Pred a Out_Vysek. Tyto objekty slouží pro vstup zakázek do výsekových strojů, které byly ale vytištěny v listopadu.

9.3.4 Výsledky simulace

V této podkapitole budou shrnuty výsledky simulace současného stavu a zobrazeno nynější využití strojů.



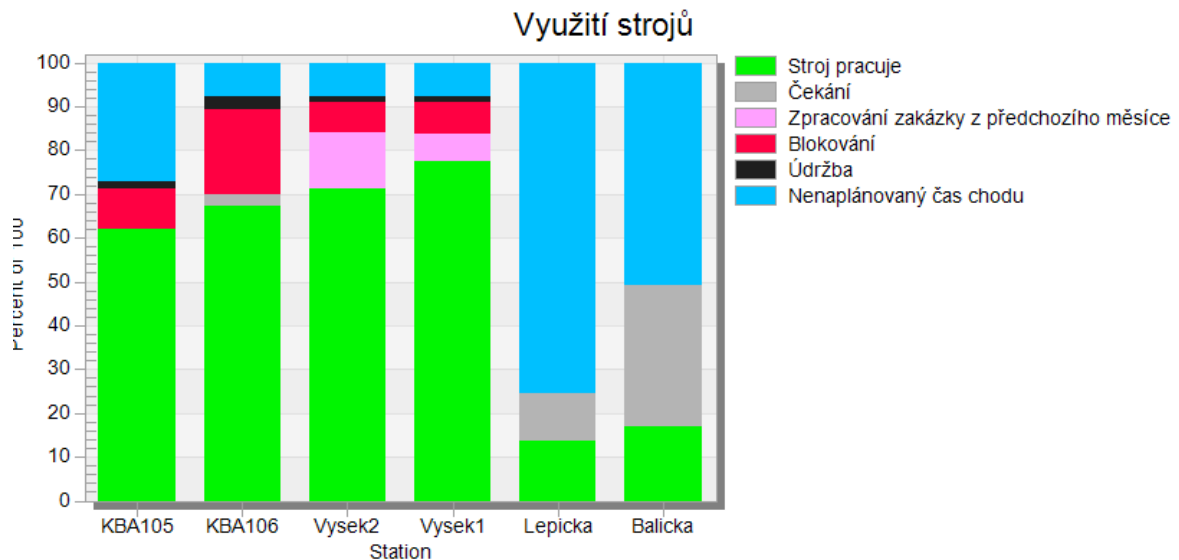
Obrázek 32 Nasimulovaný model současného stavu

Zdroj: Vlastní zpracování

Na obrázku (Obrázek 32) je model po uplynutí 23 dnů. Jak jde vidět, společnost vyexpedovala celkem 1130 palet. Expedice v tomto případě znamená, že některé palety byly odvezeny k zákazníkům, některé zůstaly ve firmě. Stav je takto nasimulován, protože expedice každé zakázky závisí na odběrateli. Například zakázky posílané do USA jsou expedovány v jiný den, než zakázky do Slušovic. Více informací k expedování jednotlivých zakázek společnost neposkytla.

Ve skladu Out_Vysek se nachází čtyři zakázky, které byly vytištěny na konci listopadu, a tudíž vysekání se láme do prosince. Ostatní entity, které v simulaci zůstaly, jsou palety, které budou vysekány a expedovány v lednu.

Zakázek z předchozího měsíce existuje v prosinci více, ovšem do simulace náhodné vlivy nelze nasimulovat. Zakázky byly vysekány postupně během celého měsíce, když na tiskových strojích byla větší na tisk náročná zakázka, tomu odpovídá růžová barva v grafu na obrázku (Obrázek 33).



Obrázek 33 Současný stav – graf využití strojů

Zdroj: Vlastní zpracování

Úzkým místem v tomto systému jsou výsekové stroje a to ze dvou důvodů. První důvod je již výše zmíněný. Druhým důvodem je blokáce tiskových strojů, které by mohly tisknout více zakázek, ovšem nemají dost prostoru pro vyprodukované palety a výsekové stroje nestíhají vysekávat a snižovat zásoby v meziskladu.

Blokace u stroje KBA 105 je 16,13% k počtu naplánovaných hodin a u stroje KBA 106 dokonce 29,41%.

Z grafu využití strojů také vyplývá, že směny u lepičky a baličky, jsou dostačující k počtu zpracovaných palet. Ovšem počet skladovacích míst před lepičkou je malý a tím jsou výsekové stroje také blokovány.

9.3.4.1 Sankey diagram

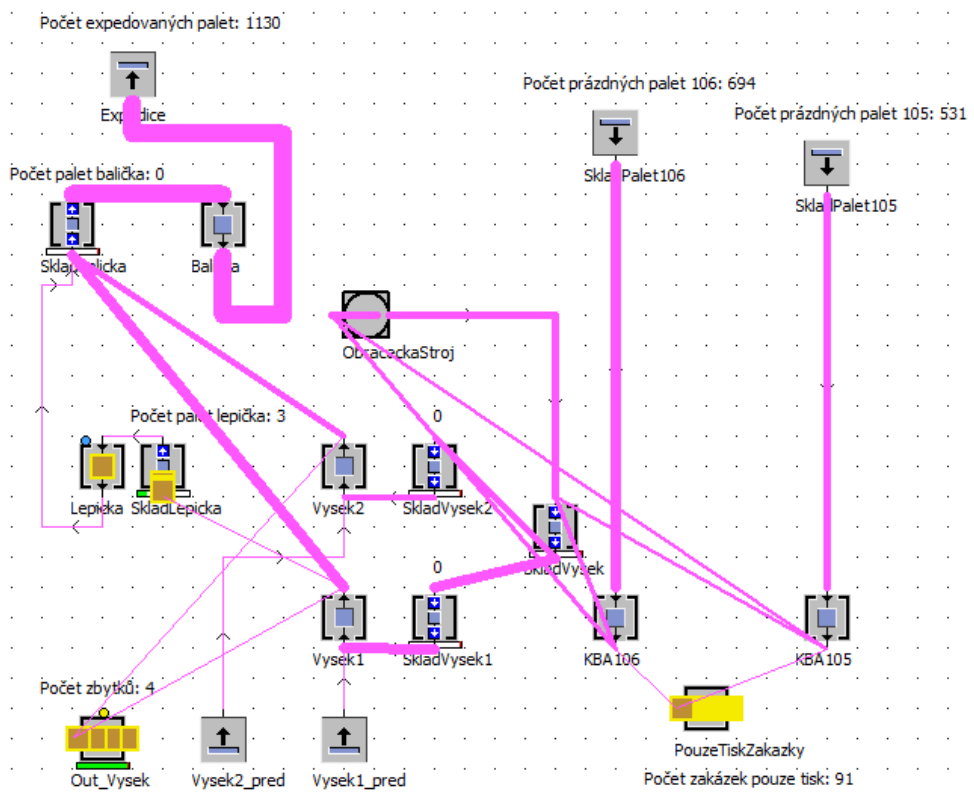
Sankey diagram je typ vizualizace, která se používá pro znázornění velikosti toku. Pro viditelné zobrazení toku byla použita růžová barva.

Na začátku výrobního procesu jde vidět, že do systému proudí více palet ze skladu palet 106, ovšem KBA 106 je novější a modernější stroj, tudíž se dá očekávat, že bude také

rychleji zpracovávat zakázky. Poměr palet, které putují na obrabečku, nebo přímo na sklad výseku od tiskových strojů je relativně vyrovnaný.

Velký rozdíl je mezi zpracovanými paletami na výseku 1 a 2. Podle šířky čar výsek 1 zpracuje až o jednu polovinu více, než výsek 2. Tok palet, který putuje přes lepící stroj, je téměř zanedbatelný.

Největší průtok palet lze vidět od skladu baličky až po expedice. Což se dá předpokládat, jelikož se zde setkávají veškeré zpracované zakázky.



Obrázek 34 Současný stav – Sankey diagram

Zdroj: Vlastní zpracování

9.3.4.2 Doba průchodu vybraných zakázek výrobním procesem

Náhodně bylo vybráno 15 zakázek, které procházely simulací. V tabulce (Tabulka 5) je vypsán čas každé této zakázky, který strávila v simulaci. Tento čas byl vypočítán jako rozdíl času poslední expedované palety vybrané zakázky a času vzniku první palety téže zakázky. V tabulce je také informace a počtu palet, které daná zakázka obsahovala.

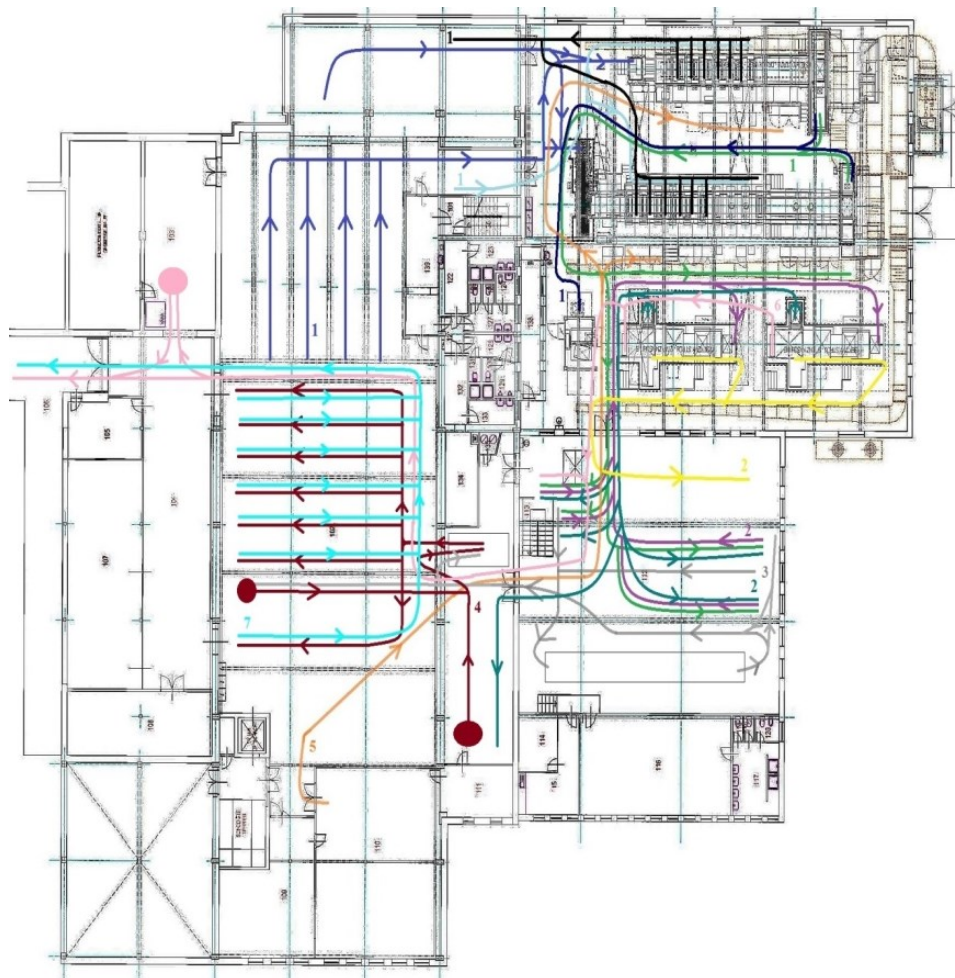
Tabulka 5 Čas průchodu zakázek simulací – současný stav

Číslo	Číslo zakázky	Počet expedovaných palet	Čas (den, hodina, minuta, sekunda)
1	A1004933	1	8h 2m 11s
2	A1004912B	1	1d 23h 2m 00s
3	A1004999	1	3d 1h 12m 44s
4	A1005072	2	21h 34m 24s
5	A1005005	4	8h 10m 15s
6	A1004972B	4	6h 07m 16s
7	A1004983	7	2d 22h 19m 56s
8	A1005104	12	18h 44m 42s
9	A1004994	14	3d 21h 24m 29s
10	A1004950	23	1d 12h 58m 45s
11	A1004970	30	2d 9h 55m 24s
12	A1005008	38	2d 2h 28m 38s
13	A1005004	40	5d 3h 49m 29s
14	A1004737	79	4d 14h 50m 34s
15	A1004953	95	3d 10h 7m 26s
Celkem		351	33d 18h 45m 13s

Zdroj: Vlastní zpracování

9.4 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram znázorňuje pohyby operátorů a model vytvořený v simulačním programu Plant Simulation, který je popsán v předešlé kapitole, se zaměřuje na tok výrobků a kapacitu mezikladů. Přičemž projekt bude založen na návrhu takového layoutu ve výrobní hale, aby tok materiálu byl vyrovnaný a eliminovalo se plýtvání v oblasti zbytečné dopravy, manipulace a skladování. Ve spaghetti diagramu (Obrázek 35) jsou barevně zaznačeny jednotlivé cesty operátorů, které jsou nezbytné pro hladký průběh výroby a během směny je operátoři několikrát zopakují. Spaghetti diagram lze najít také v Příloze V.





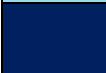
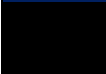




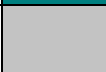
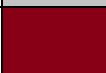





Obrázek 35 Spaghetti diagram současných výrobních prostor

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce (Tabulka 6) je legenda ke spaghetti diagramu, kde je ke každé barvě přiřazeno číslo a písmo nebo jen číslo, pro lepší přehlednost. Tabulka legendy ke spaghetti diagramu také obsahuje informaci o pracovníkovi, který absolvuje danou barevnou trasu a vzdálenost v metrech. Vzdálenosti jsou rozděleny na maximální a minimální možnou cestu, kterou mohou pracovníci jít. V posledním sloupci jsou spočítané průměry maximálních a minimálních cest.

Vzdálenosti jsou takto rozděleny z důvodu vyobrazení komplexního zdůraznění nadbytečné dopravy, která ve společnosti panuje. Dle velikosti zakázek, poruchovosti strojů a jiných abnormalit se liší rychlost doby zpracování palet na jednotlivých pracovištích a s tím související využití meziskladových prostor. Proto individuální spaghetti diagram zaměřený pouze na jednu zakázku by v tomto projektu byl nevyhovující.

Tabulka 6 Legenda ke spaghetti diagramu – Současný stav

Číslo	Barva	Označení	Pracovník	Vzdálenost v metrech		
				Max	Min	Průměr
1		1A	Pomocný tiskař	43,5	15,8	29,7
		1B	Pomocný tiskař	24,4	17,1	20,8
		1C	Pomocný/hlavní tiskař	37,2	36,1	36,7
		1D	Pomocný tiskař	27,1	20,2	23,7
		1E	Pomocný/hlavní tiskař	61,7	41,4	51,6
2		2A	Pracovník výseku	44,8	19,2	32
		2B	Pracovník výseku	41,4	17,7	29,6
		2C	Pracovník výseku	48,9	17	33
3		3	Pracovník lepícího stroje	46,4	19,4	32,9
4		4	Expediční pracovník - Balička	41,2	11,7	26,5
			Sklad palet na balení			
5		5	Pracovník CTP studia	87,3	60,1	73,7
6		6	Manipulant	88,1	54,8	71,5
			Sklad papírového odpadu			
7		7	Expediční pracovník	60,8	31,6	46,1
Celkem				652,8	362,1	507,8

Zdroj: Vlastní zpracování

- Číslo 1

Pomocný tiskař při seřizování stroje zajišťuje veškerý potřebný materiál – palety s prázdnými archy papíru, barvy, desky – který je pro danou zakázku potřeba. Tento materiál je od stroje ve vzdálenosti maximálně 25m, pokud se nejedná o palety s papírem, kde vzdálenost záleží na umístění potřebného typu papíru.

Na obrázku (Obrázek 35) znázorňuje modrá cesta – 1A – trasu pomocného tiskaře pro palety s daným typem papíru. Tuto trasu může pomocný tiskař během směny absolvovat až

15x. Další trasou je cesta do meziskladu barev. Ve spaghetti diagramu zaznačena světle modrou barvou – 1B. Pomocní tiskaři si kyblíky s barvami chystají ke strojům pro snadnější manipulaci s nimi během tisku. Četnost absolvování této trasy záleží na typu zakázky. Zakázky velké a náročné na barevnost vyžadují také více barev. Dle pozorování dokáže pomocný tiskař přenést až 4 kyblíky barev najednou.

Černou trasu – 1D – absolvují pomocní tiskaři při čištění a přetypování stroje. Z každé věže, která danou zakázku tiskla, jsou vytaženy tiskové desky a odneseny na recyklaci do skladu ostatního materiálu. Stejnou trasu absolvují při výměně modré textilie, která ve stroji suší barvy mezi jednotlivými vrstvami. Textilii je třeba dle množství natisknutých archů vyměnit. Stará textilie je vyhozena do odpadu s textilií a na stejné trase se nachází i navíjecí přístroj, kde se navíjí čistá textilie.

Trasy 1C a 1E absolvuje ten pracovník, který má momentálně méně práce při obsluze stroje. 1C je důležitá při oboustranně tištěných zakázkách. Každou vytisknutou paletu je třeba na obracečce otočit a dovézt zpět k tisku. Jakmile je paleta potištěná z obou stran, je nutné paletu zase obrátit a teprve potom je paleta připravena na vysekání. 1E znázorňuje cestu, která je absolvována s každou vytištěnou a na výsek připravenou paletou. Operátoři z tisku odváží postupně jednotlivé palety a to buď k výseku, jestliže výsek navazuje na tisk nebo na libovolně zvolené volné místo v knihárně.

- Číslo 2

Trasy označené číslem 2 znázorňují pohyby pracovníků výseku. Operátoři výseku si musí připravit výsekové nástroje, díky kterým jsou vysekávány jednotlivé segmenty z archů. Tato trasa je zaznamenána žlutou barvou – 2B. V pracovním sáčku, který putuje společně se zakázkou, je poznamenáno označení nástroje, který je pro zakázku potřeba. Operátoři musí vyhledat správný výsekový nástroj v prostorách knihárny, kde jsou tyto nástroje uskladněny a poté se s nimi vrátit ke stroji a vložit je do něj a výsekový stroj nastavit.

Vyhledání správného nástroje u vybraných typů zakázek je složitější, jelikož výroba nástroje byla několikrát pozměněna na základě požadavků odběratele nebo zákazníka. Tudíž se k jedné zakázce vyrobilo více nástrojů, které dostaly stejné označení a jediná odlišnost je v jednom písmenku. Všechny tyto typy výsekových nástrojů jsou umístěny společně a operátoři tak občas sáhnou po špatném nástroji. Proto tuto trasu, z důvodu chybného uskladnění a označení nástrojů, absolvují několikrát. Uskladnění nástrojů je zobrazeno na obrázku (Obrázek 36).



Obrázek 36 Uskladnění výsekových nástrojů

Zdroj: Vlastní zpracování

Po správném nastavení stroje si musí operátoři výseku „hledat“ zakázky na vysekání. Jestliže se zakázky nenachází přímo u výsekových strojů, pak byly uloženy někde na trase tiskařů 1E. Pak operátoři výseku chodí po cestě označené fialovou barvou - 2A a po jedné paletě si vozí zakázku ke stroji. Na obrázku (Obrázek 37) je znázorněno, jak mohou být v knihárně uskladněny dvě zakázky na vysekání.



Obrázek 37 Uložení zakázek v knihárně

Zdroj: Vlastní zpracování

Trasa 2C značí chůzi operátorů výseku při odvozu vysekaných segmentů. Nejdále odváží palety se segmenty, které se budou již expedovat, a proto je třeba je zabalit na baličky.



Obrázek 38 Vysekané zakázky uskladněné u baličky

Zdroj: Vlastní zpracování

- Číslo 3

Šedou barvou je zaznačena pravidelná trasa pracovníka lepícího stroje, který si přiveze zakázku na lepení ze skladovacích míst knihárny. Na konci lepícího procesu jsou palety ponechány u lepícího stroje nebo jsou odvezeny do expedičního prostoru k baličce.

- Číslo 4

Pohyb expedičního pracovníka, který obsluhuje balicí stroj, je znázorněn hnědou barvou 4A. Palety na balení si vozí z místa vyobrazeného hnědou tečkou ve spaghetti diagramu na obrázku (Obrázek 35). Dle šipek jsou poté odváženy zabalené palety ven z balicího stroje do expedičního skladu (Obrázek 39), podle volného místa a data expedice.



Obrázek 39 Expediční sklad

Zdroj: Vlastní zpracování

- Číslo 5

Trasu 5 absolvují pracovníci CTP studia, kteří tvoří tiskové desky pro zakázku. Tiskové desky pro následující zakázky vloží do vozíku a vezou je k tiskovému stroji KBA 105 a KBA 106 (ze strany od výsekových strojů).

- Číslo 6

Růžová trasa znázorňuje pohyb manipulanta, který odváží od tiskových strojů a v knihárně uskladněný papírový odpad. Ten odváží rovnou na rampu na odvoz nebo do skladu s papírovým odpadem. Na obrázku (Obrázek 35) je tento sklad označen růžovou tečkou.

- Číslo 7

7 je trasa expedičního pracovníka, který z expedičního skladu převáží jednotlivé palety na rampu, kde jsou zakázky expedovány.

9.5 Shrnutí analytické části

Analytická část práce se zabývala analýzou jednotlivých pracovišť ve výrobních prostorech společnosti Cardbox Packaging s.r.o., simulací toku materiálu v simulačním programu, spaghetti a Sankey diagramem a dobou průchodu vybraných zakázek v simulovaném modelu.

Na základě pozorování a podrobné analýzy pracovišť byl vytvořen spaghetti diagram, který zobrazuje nejčastější trasy pracovníků. V rámci tvorby diagramu byly změřeny maximální a minimální trasy, které mohou operátoři absolvovat. Z těchto údajů byl spočítán průměr, kdy maximální průměrná hodnota je 73,7 metrů, kterou vykoná pracovník CTP studia při odvozu tiskových desek k tiskovým strojům ze svého pracoviště. Nejkratší průměrnou vzdálenost – 20,8 metrů – vykonávají pomocní tiskaři při doplnění barev z meziskladu barev k tiskovým strojům. Celkem všichni pracovníci mohli nachodit maximálně 652,8 metrů, minimálně 362,1 metrů a průměrně 507,8 metrů. Vytvořením nového layoutu by se tento průměr měl rapidně snížit.

V rámci analytické části byl také vytvořen simulační model, který sleduje tok palet a kapacity meziskladů v simulovaném procesu. Tok palet je znázorněn v Sankey diagramu. Model je nasimulován na 23 dní, kdy vyexpedoval 1130 palet, což odpovídá realitě. Lze tedy předpokládat, že simulace funguje, model je věrohodný a data mohou být použita i v nově simulovaném modelu v projektové části.

Ze všech zpracovaných zakázek bylo náhodně vybráno 15 pro zjištění času stráveného v simulaci (doba průchodu zakázky výrobním procesem). Těchto 15 zakázek se dohromady zpracovalo za 33d 18h 45m 13s v celkovém počtu 351 palet. U stejných zakázek v novém modelu bude také sledována doba průchodu výrobním procesem.

10 VYMEZENÍ PROJEKTU

Důležitá část práce je řádné vymezení projektu. Na začátku je třeba si projekt definovat, včetně členů projektového týmu, stanovit jeho hlavní a vedlejší cíle, popsat možná rizika včetně návrhů na opatření a vymežit časový harmonogram. Po stanovení mezí projektu lze začít s analyzováním současného stavu a samotným vypracováním projektu a jeho zhodnocením.

10.1 Definování projektu

Název projektu	Návrh layoutu nových výrobních prostor společnosti Cardbox Packaging s.r.o.
Požadavky společnosti	Vytvořit nový layout výrobních prostor společnosti tak, aby rozměry budovy byly dostatečně velké pro plynulý chod výroby a zároveň malé z pohledu investice do pozemku.
Projektový tým	Ing. Libor Miloševský – vedoucí výroby Ing. Daniel Horák – procesní inženýr Lubomír Pšenka – mistr výroby Ing. Michal Pivnička Ph.D. – vedoucí diplomové práce a konzultant simulačního programu Plant Simulation Bc. Martina Dobrovská - diplomantka Bc. Kristýna Burd'áková - studentka
Rozpočet projektu	Rozpočet projektu nebyl stanoven.

10.2 Cíle projektu

Hlavní cíl	Zvýšení konkurenceschopnosti pomocí výstavby vlastních výrobních prostor na základě navrhovaného layoutu.
Vedlejší cíle	Zvýšení objemu vyexpedovaných zakázek. Zajištění plynulého toku výroby. Zajištění dostatečných meziskladových prostor.
Cílem není	Mapování chodu společnosti mimo výrobní prostory.

10.3 Logický rámec

Ve fázi příprav projektu je vhodné vypracovat logický rámec, který lze využít při realizaci a vyhodnocení projektu. Logický rámec definuje konkrétní cíle a hlavní aktivity, díky kterým lze těchto cílů dosáhnout. Na aktivity navazují prostředky, které budou během trvání celého projektu potřeba. Logický rámec také obsahuje měřitelné ukazatele pro zhodnocení dosažených cílů. Další důležitou součástí rámce je definování předpokladů proveditelnosti projektu.

Cílem tohoto projektu je navrhnout společnosti Cardbox Packaging s.r.o. layout nových výrobních prostor, což by mělo pomoci zvýšit počet zpracovaných zakázek, zákazníků a konkurenceschopnost mezi tiskařskými společnostmi.

Logický rámec se nachází v Příloze PII.

10.4 RIPRAN analýza

RIPRAN analýza je riziková analýza, která by, stejně jako logický rámec, neměla v počátcích projektu chybět. Na začátku rizikové analýzy jsou definovány hrozby, které mohou nastat během projektu a stanoveny pravděpodobnosti vzniku těchto hrozeb. Každá hrozba má svůj scénář, který má také svou pravděpodobnost vzniku. Dalším krokem je výpočet celkové pravděpodobnosti a na základě kritérií určených v tabulce (Tabulka 7) je určena pravděpodobnost, dopad a hodnota rizika. V poslední kroku jsou navržena opatření, která mají tyto hrozby eliminovat. Celá RIPRAN analýza je v Příloze PIII.

Tabulka 7 Kritéria pro vyhodnocení RIPRAN analýzy

Pravděpodobnost			Celkový dopad (škoda)	
MP	Malá	1 - 20 %	MD	Dopady vyžadují určité zásahy do plánu projektu. Škoda do 0,5 % z celkové hodnoty projektu.
SP	Střední	21 - 66 %	SD	Ohrožení týmu, základů, zdrojů, což bude vyžadovat mimořádné akční zásahy do plánu projektu. Škoda 0,5 % až 20 %.
VP	Vysoká	67 - 99 %	VD	Ohrožení cíle. Ohrožení koncového termínu, možnost překročení celkového rozpočtu. Škoda přes 20 % z celkové hodnoty.

	MP	SP	VP	Hodnota rizika	Reakce na riziko
MD	MHR	MHR	SHR	MHR	Akceptace rizika.
SD	MHR	SHR	VHR	SHR	Torba rizikového plánu.
VD	SHR	VHR	VHR	VHR	Vyhnutí se riziku.

Zdroj: Vlastní zpracování

Níže jsou uvedené hrozby, které mohou projekt potkat a případná opatření.

- Nespolupracující pracovníci na pracovištích.

Ačkoli je pravděpodobnost této hrozby 40%, celkové riziko se vyšplhalo na alarmující vysokou hodnotu. Hrozba by mohla způsobit nedodržení harmonogramu projektu a konflikt s operátory. V rámci snahy vyhnout se tomuto riziku, je třeba již od začátku projektu dodržovat zmíněná opatření – neustálá komunikace s pracovníky a prezentování průběžných výsledků.

- Nezáměr společnosti o realizaci vybudování nových prostor a použití nevhodných metod během analyzování.

Tyto dvě hrozby patří do kategorie rizik s malou hodnotou. Proto ani nejsou navržena opatření a toto riziko je akceptováno.

- Nepřesná vstupní data pro simulaci.

Nesnadným úkolem je nasbírání potřebných dat pro simulaci. Špatná nebo nepřesná data mohou způsobit špatné nastavení systému. Je třeba věnovat dostatečnou pozornost sběru dat a simulaci častěji ověřovat.

- Nepřesná analýza současného stavu.

Dalším rizikem je nepřesná analýza současného stavu a její chybné vyhodnocení. Správné zanalyzování současného stavu je předpokladem pro projektovou část. Opatřením proti tomuto riziku je sběr dat pomocí vhodných metod, řádné zhodnocení a koncentrace při sběru dat.

- Nedostatek dat potřebných pro zpracování projektu.

I přesto, že může nedostatek potřebných dat ohrozit projekt, je toto riziko akceptovatelné.

10.5 Časový harmonogram

Časový harmonogram zachycuje činnosti, které jsou potřebné pro zpracování projektu, a časově jej tímto ohraničuje. Všechny činnosti jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 8), ke každé činnosti je stanovena doba trvání. Činnosti na sebe navazují, kdy nejdelší čas je potřeba věnovat tvorbě simulačního modelu navrhovaného stavu.

Tabulka 8 Harmonogram projektu

Aktivity	2016					2017			
	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben
Seznámení se s firmou	■								
Popis současného stavu výrobních prostor		■							
Analyzování současného stavu			■						
Tvorba spaghetti diagramu současného stavu				■					
Tvorba simulačního modelu současného stavu				■	■				
Tvorba simulačního modelu navrhovaného stavu					■	■	■		
Návrh layoutu v programu AutoCAD							■	■	
Tvorba spaghetti diagramu navrhovaného stavu								■	■
Zhodnocení projektu									■
Prezentace projektu									■

Zdroj: Vlastní zpracování

11 VYPRACOVÁNÍ PROJEKTU

Na základě výsledků analytické části, které jsou shrnuty v kapitole 9.5, bude vypracována projektová část. Projekt bude obsahovat model vytvořený v simulačním programu Plant Simulation, spaghetti diagram stejně jako v analytické části.

Budou zde pozorována stejná data a výsledky, díky kterým pak bude možné projekt vyhodnotit.

11.1 Simulace navrhovaného layoutu

Celkové plánování a uspořádání simulace navrhovaného stavu bylo velmi zdlouhavé, jelikož bylo třeba důmyslně nastavit a propojit veškeré procesy tak, aby ukazovaly situaci, která by mohla reálně v budoucnu nastat, a aby tyto procesy měly dostatečně vypovídající hodnotu. Je důležité, aby byla simulace pro společnost opravdu užitečná a dostatečně průkazná při prezentaci mateřské společnosti.

11.1.1 Data použita v simulaci

Pro simulaci nového stavu byla použita stejná data, jako pro simulaci současného stavu. Jedná se o plán zakázek a počet plánovaných a skutečných hodin. Princip plánování zakázek zůstane stejný i při změně layoutu, proto zakázky nebudou do systému vpouštěny náhodně, ale budou kopírovat již zaběhnutý plán.

Sledovaný simulační čas je nastaven stejně jako u modelu současného stavu na 23 dní.

Pro společnost je důležité vyobrazení stavu toku a množství palet při rozšíření strojového parku o jeden tiskový stroj (pro účely simulace je tento stroj pojmenován KBA 107), dva výsekové stroje (v simulaci jsou nazvány Vysek_3 a Vysek_4) a dvou lepících strojů (Lepicka_1 a Lepicka_2).

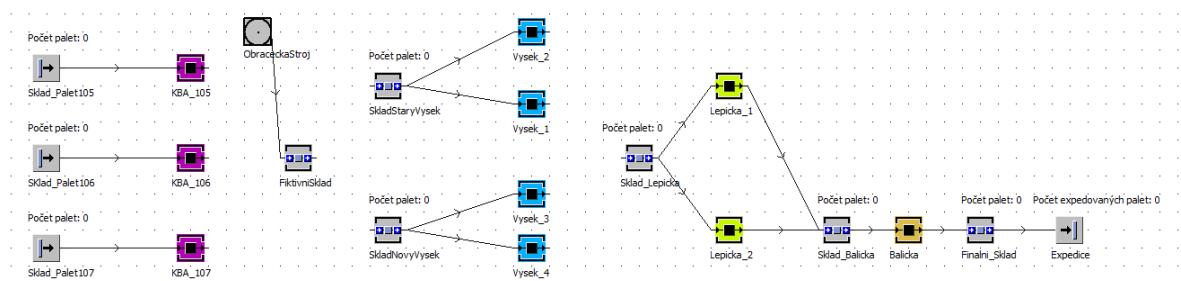
Jako plán zakázek pro KBA 107 byl použit seznam všech zhotovených zakázek na tiskových strojích KBA 105 a KBA 106, jelikož KBA 107 by se stal nejnovějším a nejmodernějším tiskovým strojem, veškeré nové a složité zakázky by byly tištěny na něm a také by zvládl zakázky jednoduché i o velkém objemu nákladu. Některé objemnější zakázky, které zpracoval stroj KBA 107, byly přesměrovány ze starších výsekových strojů na novější, z důvodu zachování rovnoměrného plánování.

Objekty SkladStaryVysek a SkladNovyVysek fungují na stejném principu jako objekty SkladVysek1 a SkladVysek2 v modelu současného stavu. To znamená, že jednodušší zakázky jsou vysekávány na starých výsekových strojích (SkladStaryVysek) a složitější zakázky jsou přiřazeny k novým výsekovým strojům (SkladNovyVysek). Tento model rozřazování zakázek byl definován společností. Mezisklady (SkladStaryVysek a SkladNovyVysek) jsou opět zvýšeny o 1,7 násobek z důvodu přepočtu množství palet zpracovaných tiskovými stroji podle vyššího množství palet, které vychází z výsekových strojů.

Dále je třeba si uvědomit, že plán výroby kopíruje skutečný stav, a proto jsou vysekávány také zakázky z předchozího měsíce. Tyto zakázky se na výsekové stroje dostanou v době časově náročného tisku. Ovšem tato nahodilá skutečnost nelze nasimulovat uprostřed simulace tak, aby nenarušila chod a zároveň kopírovala skutečnost. Tato doba je v grafech vyobrazena jinou barvou.

11.1.2 Model navrhovaného layoutu

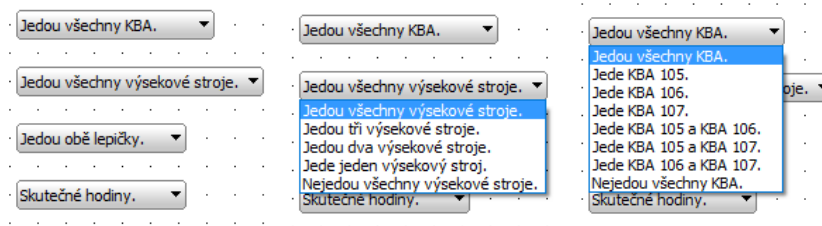
Základním modelem, ze kterého vychází všechny situace zmíněné v kapitole 11.1.3 „Různá nastavení simulace“ je znázorněn na obrázku (Obrázek 40). Toto uspořádání strojů bude sloužit jako podklad pro vytvoření nového layoutu výrobních prostor.



Obrázek 40 Model navrhovaného stavu

Zdroj: Vlastní zpracování

Kromě modelu, se na programovací ploše také nachází čtyři rozevírací seznamy, které dávají možnost upravit simulaci dle potřeb a například namodelovat situaci s pouze jedním tiskovým a dvěma výsekovými stroji. Ovšem tato možnost není součástí tohoto projektu a bude využita pouze na vyžádání vedoucího výroby při prezentaci výsledků projektu. Využita byla pouze možnost vypnutí jedné z lepiček.



Obrázek 41 Možnosti rozevřícího seznamu

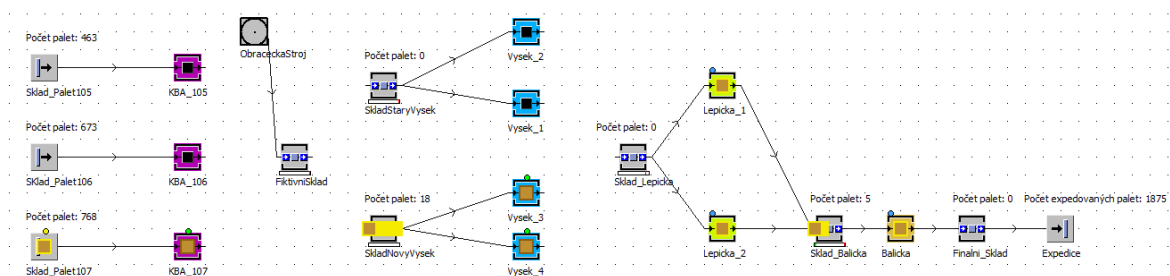
Zdroj: Vlastní zpracování

Dále se v modelu nachází objekt FiktivniSklad. Kapacita tohoto skladu je 1 paleta a obsahuje v sobě metodu, která rozřazuje palety do skladu pro nový nebo starý výsek. Na průběh simulace tento sklad nemá žádný vliv.

11.1.3 Různá nastavení simulace

1. Navrhovaný stav se stejnými daty

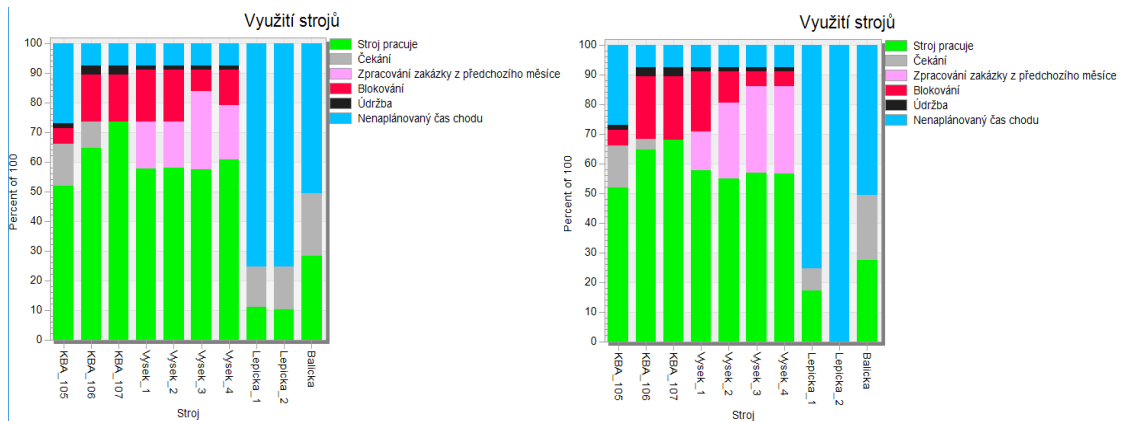
Pro první simulaci bylo použito stejné kapacitní rozložení meziskladových prostor a směny taktéž korespondují se současným stavem. Tento stav byl vybrán pro zobrazení zvýšení počtu expedovaných palet při zvýšení počtu strojů – KBA 107, Vysek_3, Vysek_4 a Lepicka_2. Počet expedovaných zakázek se zvýšil z původních 1130 na 1875.



Obrázek 42 Navrhovaný stav – Stejná data

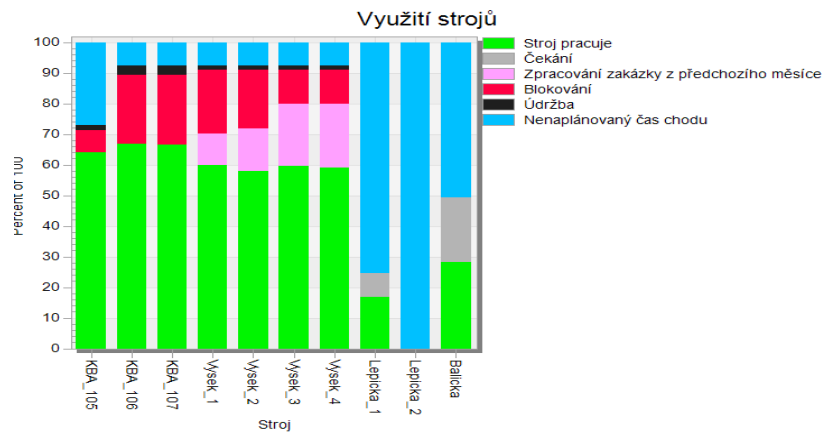
Zdroj: Vlastní zpracování

Ovšem při prozkoumání grafu využití strojů na obrázku (Obrázek 43) je patrné, že tiskové stroje KBA 105 a KBA 106 vyřídily své naplánované zakázky v předstihu a z tohoto důvodu KBA 105 bylo v nečinnosti 19,44% naplánovaného chodu stroje a KBA 106 11,11%. Jak jde vidět na obrázku (Obrázek 43 vpravo), pořízení dalšího lepícího stroje by v tomto případě bylo zbytečné a zakázky by zvládl zpracovat pouze jeden lepící stroj ovšem počet expedovaných palet by se snížil na 1822. Vzhledem k pořizovacím cenám strojů je rozdíl 53 expedovaných palet zanedbatelný.



Obrázek 43 Navrhovaný stav – graf využití strojů Stejná data

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 44 Navrhovaný stav – graf využití strojů Stejná data (cyklus)

Zdroj: Vlastní zpracování

2. Navrhovaný stav se změnou směn a velikosti meziskladů

U dalších simulací byla některá data změněna pro zvýšení počtu vyexpedovaných palet a nalezení možného řešení pro společnost. Důležitou změnou bylo nastavení cyklické sekvence pro zajištění dostatku zakázek pro tiskové stroje.

Tento stav cyklické sekvence je vyobrazen i při nastavení stejných kapacit meziskladů a směn v předchozím modelu (Obrázek 44).

Na základě předchozího modelu se v dalších simulacích objevují situace pouze s jedním lepícím strojem.

Dále byly přidány 4 pracovní dny u balícího stroje – sobota a neděle 6h – 18h a úterý a čtvrtek 22h – 6h. Směny zůstaly pro všechny následující simulace stejné, byly pouze jednotlivě měněny velikosti meziskladů.

Jelikož úzkým místem v systému jsou výsekové stroje, je třeba se zaměřit na ně a snažit se o snížení blokace tohoto pracoviště.

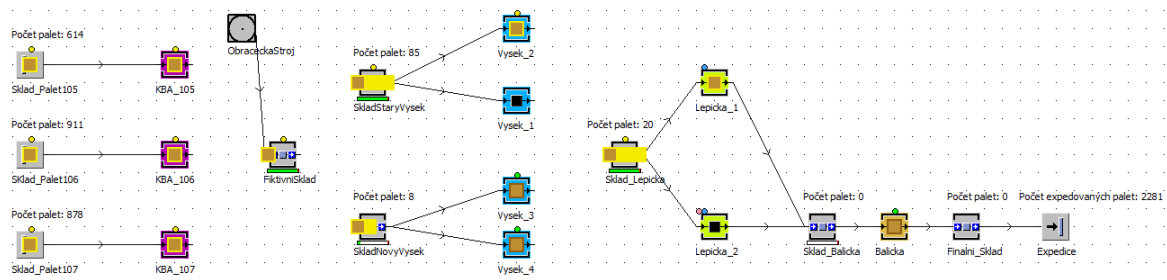
a. Změna kapacit meziskladů

Po nastavení cyklického generování palet a změně kapacit meziskladů (Tabulka 9, kde 1,7 je přepočtový koeficient pro zohlednění zvýšení počtu palet před výsekovými stroji), lze vidět na obrázku (Obrázek 45) zvýšení množství expedovaných palet na 2281. Kromě zvýšení expedovaných palet se také po sledovaných 23 dnech zaplnil mezisklad SkladStery-Vysek a také sklad Sklad_Lepicka je plný.

Tabulka 9 Změna kapacit meziskladů

Jméno skladu	Kapacita	Jméno skladu	Kapacita
SkldSteryVysek	$50 \cdot 1,7 = 85$	Skld_Lepicka	20
SkldNovyVysek	$50 \cdot 1,7 = 85$	Skld_Balicka	45

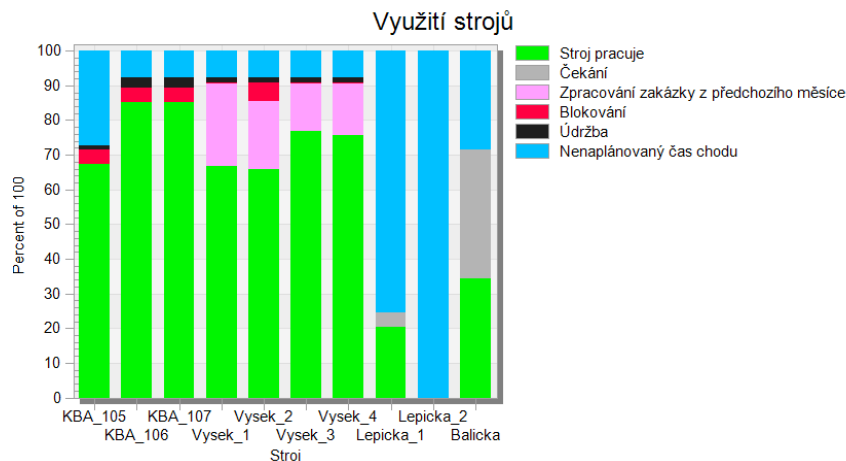
Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 45 Navrhovaný stav – Změna kapacit meziskladů

Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu využití strojů, který je vyobrazen na obrázku (Obrázek 46), vyplývá, že všechny tiskové stroje KBA zpracovávají zakázky po celou dobu naplánovaného chodu. Ovšem je zde jistá rezerva, kdy byly stroje blokovány z důvodu plných skladů před výsekovými stroji. Z toho lze usoudit, že stroje neměly kam zpracovanou zakázku poslat. Na druhou stranu výsekové stroje 1, 3 a 4 byly blokovány minimálně. Doba čekání baličky je 50% k celkovému naplánovanému času chodu stroje.



Obrázek 46 Navrhovaný stav – graf využití strojů 2a

Zdroj: Vlastní zpracování

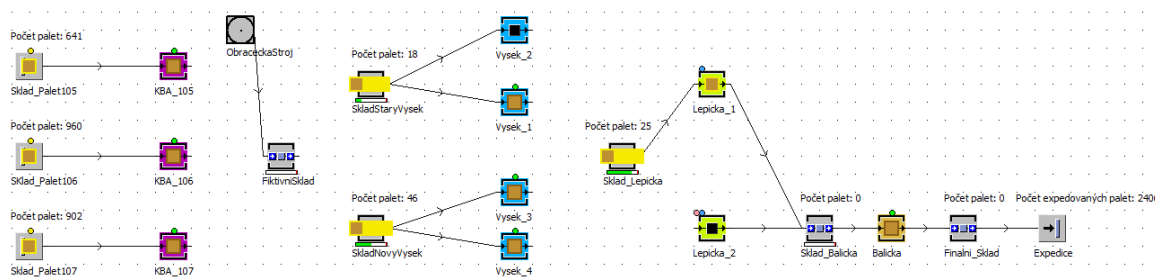
b. Zvýšení kapacit mezikladů

Na základě předchozího množství blokování tiskových strojů byly zvýšeny kapacity mezikladů před výsekovými stroji (Tabulka 10). Po navýšení kapacit mezikladů se zvýšil počet expedovaných palet na 2406, což je o 125 palet více v porovnání s předchozím modelem a po srovnání závěrečného obsazení mezikladů, nemá tento model žádný plný sklad, naopak má ještě značné rezervy.

Tabulka 10 Změna kapacit mezikladů

Jméno skladu	Kapacita	Jméno skladu	Kapacita
SkladStaryVysek	$53 \cdot 1,7 = 90$	Sklad_Lepicka	31
SkladNovyVysek	$53 \cdot 1,7 = 90$	Sklad_Balicka	47

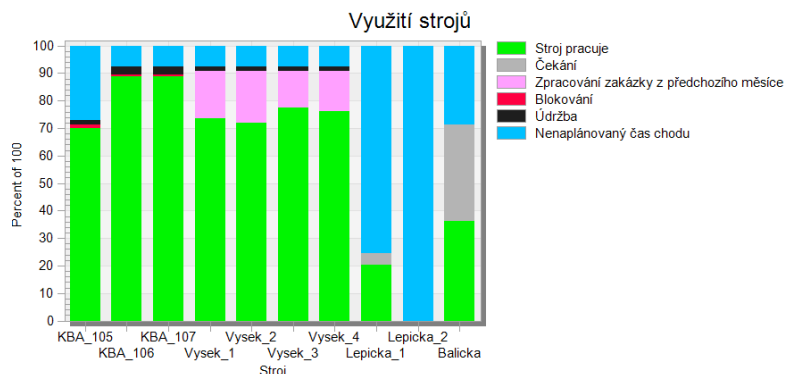
Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 47 Navrhovaný stav – Zvýšení kapacit mezikladů

Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu využití strojů při zvýšení kapacit meziskladů znázorněného na obrázku (Obrázek 48) vyplývá, že blokování tiskových strojů se snížilo na polovinu a výsekové stroje nejsou blokovány vůbec. Doba čekání baličky je 50% k celkovému naplánovanému času chodu stroje. Což je stejně jako u předchozího modelu.



Obrázek 48 Navrhovaný stav – graf využití strojů 2b

Zdroj: Vlastní zpracování

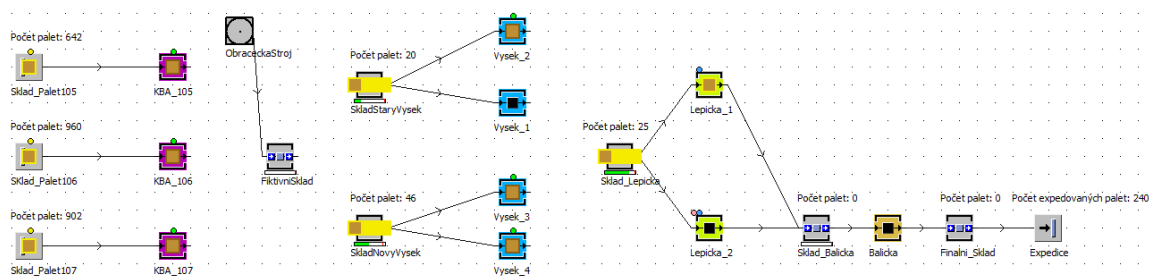
c. Další změna kapacit meziskladů

Další změna kapacit meziskladových prostor přinesla stejný počet vyexpedovaných palet jako předchozí model 2406. Přičemž se počet skladovacích prostor se v tomto případě zvýšil o 3 (5 při přepočtu) paletová místa před výsekovými stroji, z důvodu snahy o úplnou eliminaci blokování tiskových strojů.

Tabulka 11 Změna kapacit meziskladů

Jméno skladu	Kapacita	Jméno skladu	Kapacita
SkladStaryVysek	$53 \cdot 1,7 = 90$	Sklad_Lepicka	31
SkladNovyVysek	$56 \cdot 1,7 = 95$	Sklad_Balicka	47

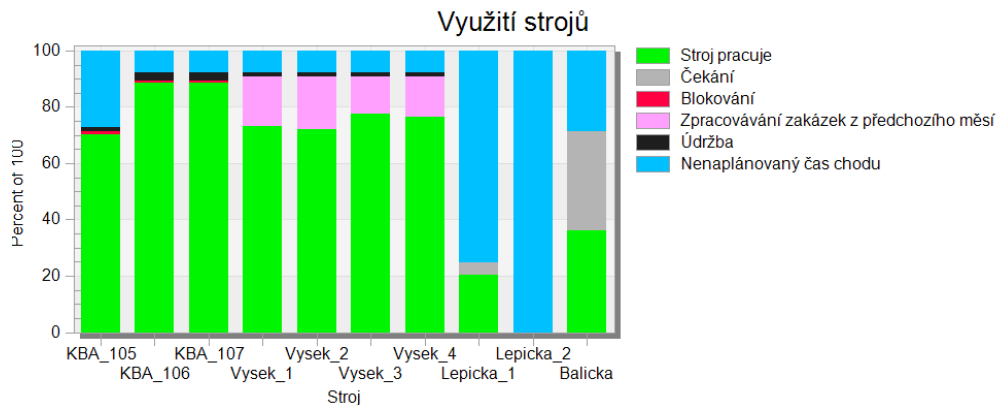
Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 49 Navrhovaný stav – Další změna kapacit meziskladů

Zdroj: Vlastní zpracování

Graf využití strojů při další změně kapacit meziskladových prostor na obrázku (Obrázek 50) ukazuje 100% eliminaci blokace výsekových strojů a blokace tiskových strojů KBA se také nepatrně snížila. Doba čekání balíčky je 50% k celkovému naplánovanému času chodu stroje.



Obrázek 50 Navrhovaný stav – graf využití strojů 2c

Zdroj: Vlastní zpracování

11.1.4 Srovnání a výběr navrhovaného modelu

V této kapitole budou srovnány všechny zmíněné nasimulované modely a to v delším časovém rozpětí z důvodu „zaběhnutí“ systému. Delším časovým rozpětím se v tomto případě rozumí rok (365 dní). V Příloze VI a VII se nachází modely simulací a grafy v časovém rozmezí půl roku (181 dní).

Na základě srovnání následujících parametrů bude rozhodnuto, který ze z výše zmíněných modelů se jeví jako vhodný podklad pro tvorbu layoutu.

Srovnávací parametry:

- nejvyšší počet expedovaných palet,
- nejnižší celkový počet paletových míst,
- nejnižší procentuální doba blokace,
- nejvyšší procentuální využití stroje.

Všechny modely jsou nasimulovány dle již zmíněných kapacit meziskladových prostor a směn. U všech modelů jsou využity tři tiskové, čtyři výsekové a jeden lepící stroj. Simulace bude vždy zastavena po 365 dnech a u každé situace bude znázorněn stav výrobního systému po uplynutí této doby.

1. Model 1

Navrhovaný model se současnými daty – velikosti skladovacích prostor a směny podle reality (Obrázek 51, 55 vlevo).

2. Model 2a

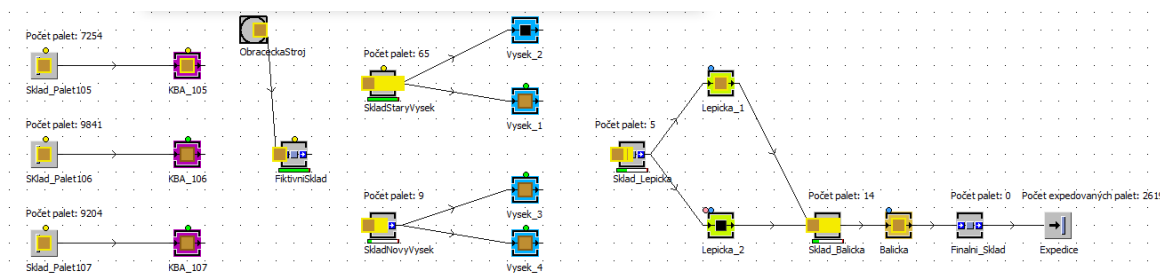
Navrhovaný model se změnou kapacit meziskladů – zvýšen počet pracovních dní na pracovišti balení a velikosti skladovacích prostor u obou výseků na 85, sklad lepičky 20 a sklad baličky 45 (Obrázek 52, 55 vpravo).

3. Model 2b

Navrhovaný model při zvýšení kapacit meziskladů - zvýšen počet pracovních dní na pracovišti balení a velikosti skladovacích prostor u obou výseků na 90, sklad lepičky 31 a sklad baličky 47 (Obrázek 53, 56 vlevo).

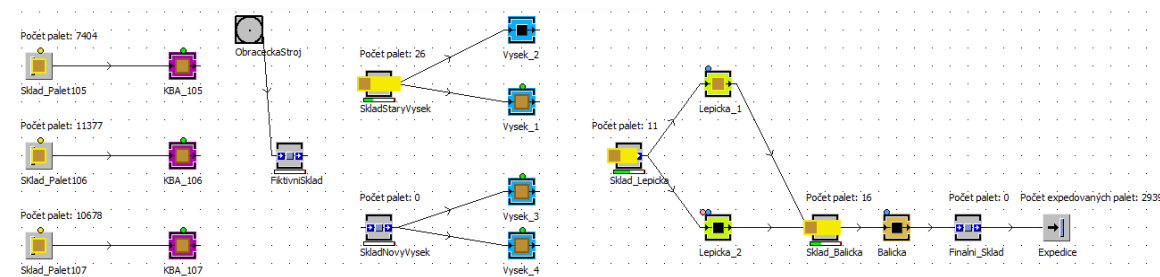
4. Model 2c

Navrhovaný model při další změně kapacit meziskladů - zvýšen počet pracovních dní na pracovišti balení a velikosti skladovacích prostor u SkladStaryVysek na 90 a SkladNovy-Vysek na 95, sklad lepičky 31 a sklad baličky 47 (Obrázek 54, 56 vpravo).



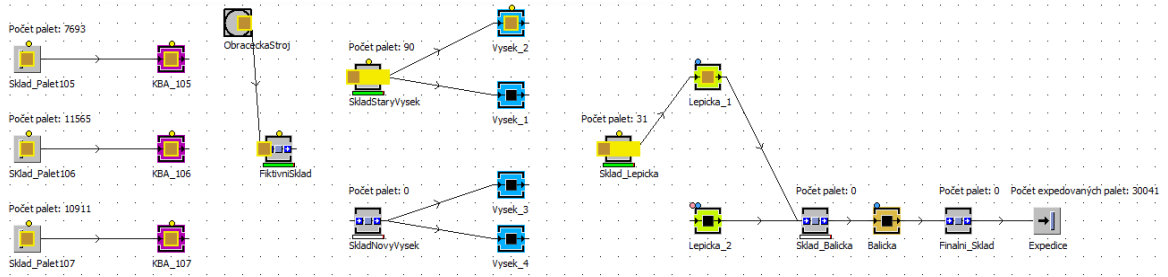
Obrázek 51 Simulace modelu 1 po 365 dnech

Zdroj: Vlastní zpracování



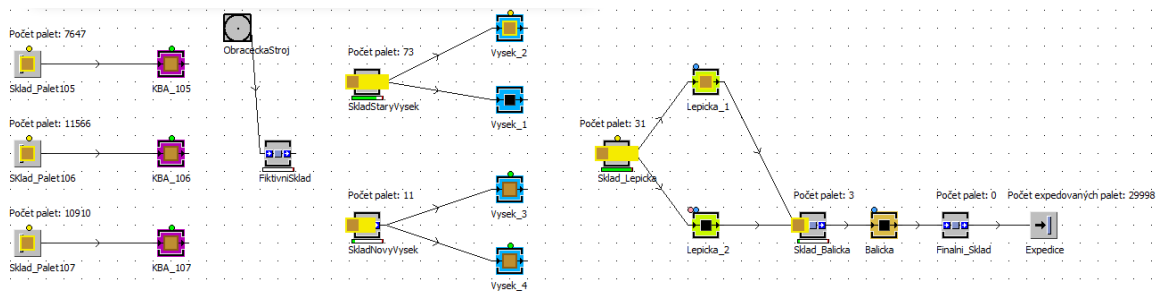
Obrázek 52 Simulace modelu 2a po 365 dnech

Zdroj: Vlastní zpracování



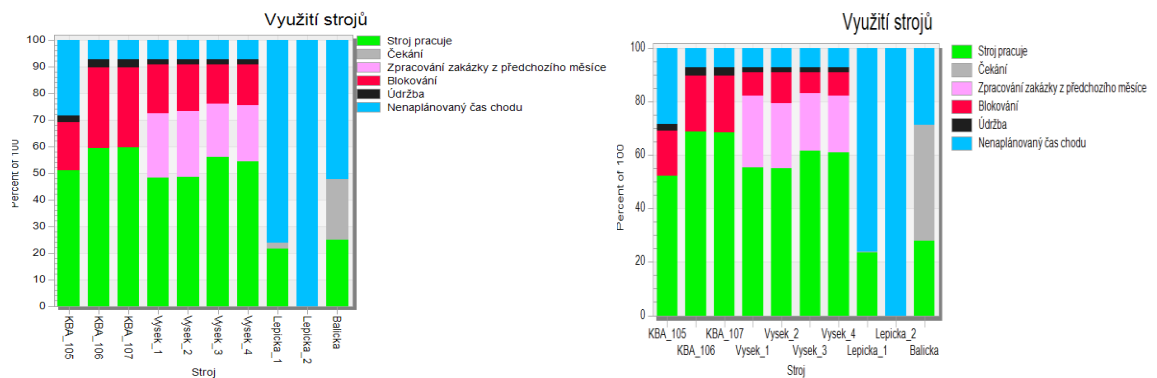
Obrázek 53 Simulace modelu 2b po 365 dnech

Zdroj: Vlastní zpracování



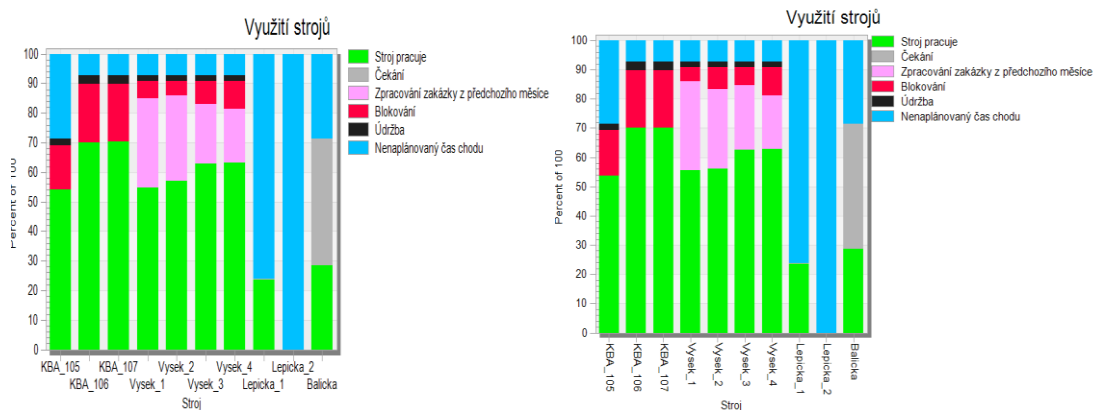
Obrázek 54 Simulace modelu 2c po 365 dnech

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 55 Graf simulace po 365 dnech – model 1 (vlevo), model 2a (vpravo)

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 56 Graf simulace po 365 dnech – model 2b (vlevo), model 2c (vpravo)

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 12 Srovnání parametrů

Simulační model	Parametr		
	Počet expedovaných palet	Celkový počet paletových míst	
	365 dní	Počet s koeficientem	Reálný počet
Model 1	26 196	216	161
Model 2a	29 399	235	165
Model 2b	30 041	258	184
Model 2c	29 998	263	187

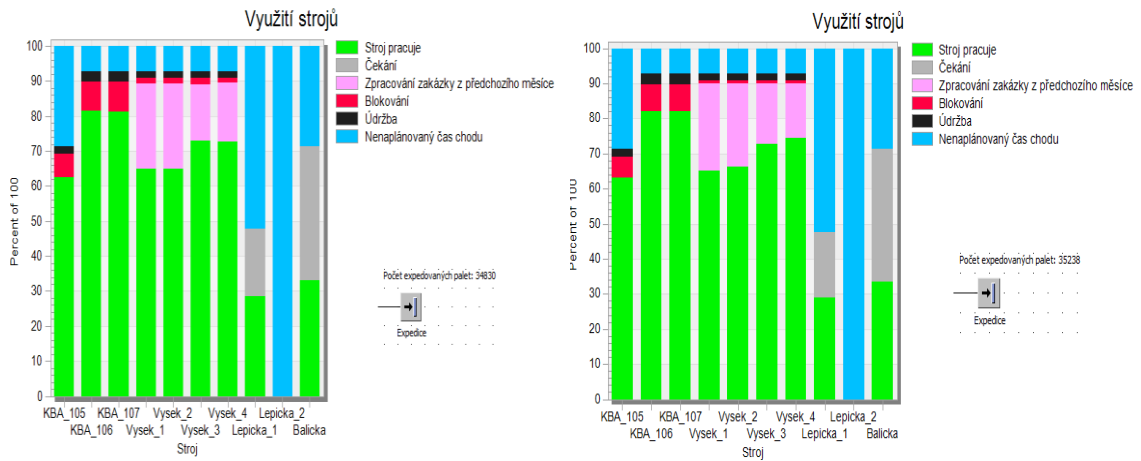
Zdroj: Vlastní zpracování

Všechny zmíněné nasimulované modely byly pečlivě prozkoumány. U obrázků využití strojů modelu 2a, 2b i 2c lze vidět, že se po roce stalo z pracoviště lepičky úzké místo, které blokuje výsekové i tiskové stroje. Na základě zmírnění blokace byla přidána odpolední směna (14h – 22h) k lepícímu stroji a simulace znovu spuštěny. Na následujících obrázcích jsou vyobrazeny grafy po 365 dnech u těchto tří modelů a v tabulce (Tabulka 13) aktualizován počet expedovaných palet.

Tabulka 13 Aktualizovaný počet expedovaných palet

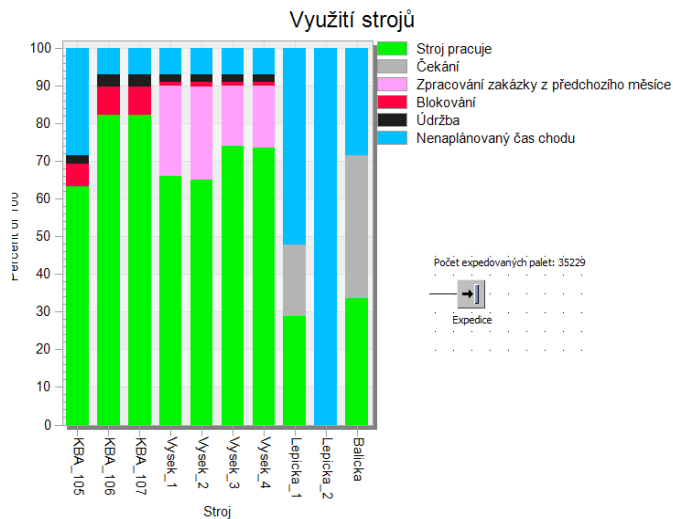
	Model 2a	Model 2b	Model 2c
Počet expedovaných palet (365 dní)	34 830	35 238	35 229

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 57 Aktualizovaný model 2a a 2b

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 58 Aktualizovaný model 2c

Zdroj: Vlastní zpracování

Podle aktualizovaného největšího počtu expedovaných palet v tabulce (Tabulka 13) byl vybrán model 2b a 2c, k čemuž se po porovnání velikosti blokování výseků přiřklání i obrázky (Obrázek 57 a 58). Z tohoto důvodu je dalším porovnávání parametrů zaměřeno pouze na tyto dva modely.

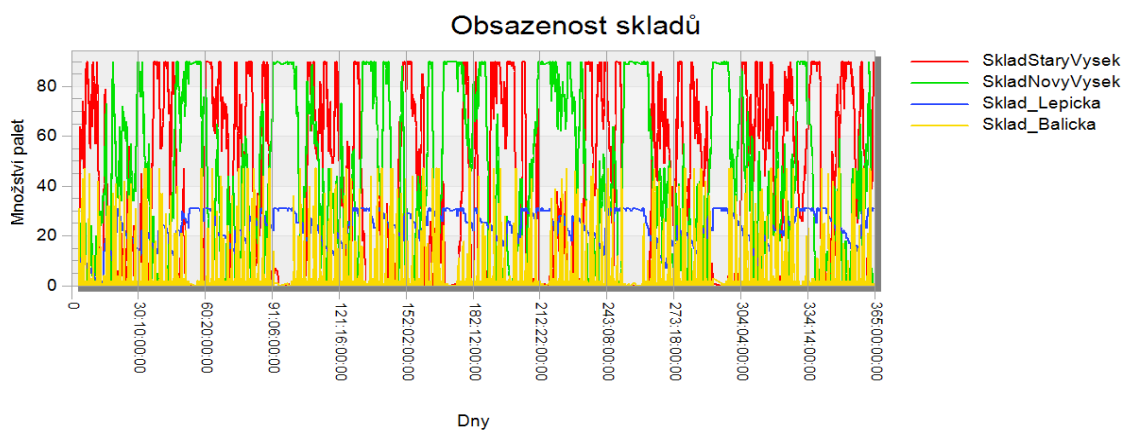
V tabulce (Tabulka 14) je znázorněno procentuální vyjádření využití a blokování strojů. Procenta ukazují poměr využití nebo blokování všech strojů v rámci jednoho modelu.

Tabulka 14 Srovnání procentuálního využití stroje a doba blokace

Stroje	Procentuální využití stroje		Procentuální doba blokace	
	Model 2b	Model 2c	Model 2b	Model 2c
KBA 105	11,1%	11,1%	25%	23,8%
KBA 106	14,5%	14,5%	31,2%	29,9%
KBA 107	14,5%	14,5%	31,2%	30,2%
Výsek 1	11,4%	11,6%	3,2%	3,8%
Výsek 2	11,6%	11,4%	3,1%	4,3%
Výsek 3	12,8%	13%	3,1%	4%
Výsek 4	13,1%	12,9%	3,2%	3,9%
Lepička	5,1%	5,1%		
Balička	5,9%	5,9%		

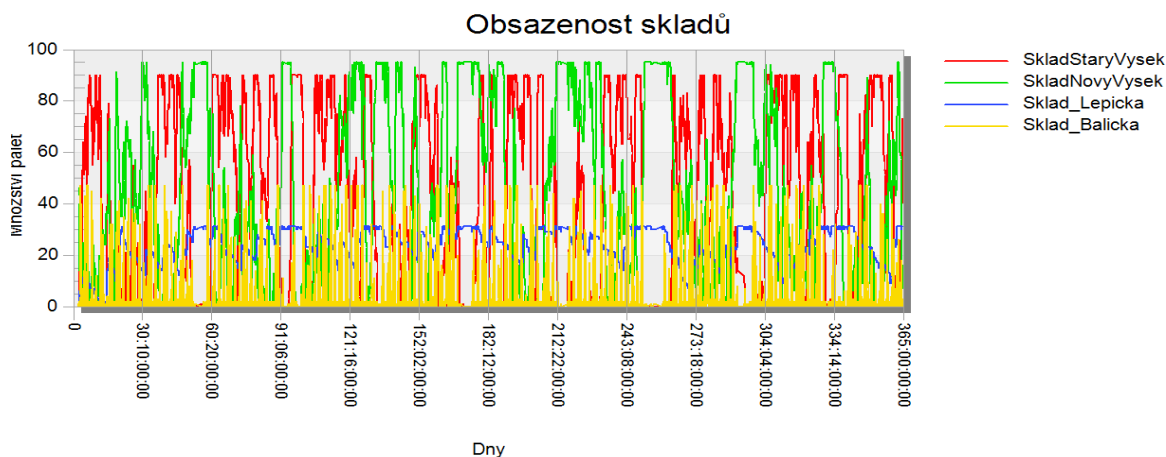
Zdroj: Vlastní zpracování

Při porovnání procentuálního využití strojů se rozdíly promítají pouze u výsekových strojů. Ovšem tyto rozdíly jsou stejně velké u obou modelů a z tohoto důvodu je ještě nutné porovnat další parametr. Po srovnání procentuální doby blokace na výsekových strojích (úzké místo), je jasně výrobní systém nasimulovaný v modelu 2b blokován méně a z tohoto důvodu vyexpedoval více palet. Pro další srovnání modelů budou sloužit grafy obsazenosti skladů v celém systému během roku na obrázcích (Obrázek 59 a 60).



Obrázek 59 Graf obsazenosti skladů model 2b

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 60 Graf obsazenosti skladů model 2c

Zdroj: Vlastní zpracování

V obou grafech obsazenosti skladů vznikají „bubliny“, kdy je sklad u nového výseku a u lepičky plný a další dva sklady prázdné. Toto maximální obsazení SkladNovyVysek může způsobovat blokování tiskových strojů. Což by i odpovídalo vyššímu procentu blokace u tiskových strojů u modelu 2b, jelikož tento model má i nepatrně viditelnější „bubliny“.

V modelu 2b po uplynutí časového horizontu 365 dní zůstalo ve všech skladech celkem 69 palet (41 starý výsek, 17 nový výsek, 4 lepička a 7 balička). V modelu 2c zůstalo celkem 66 palet (55 starý výsek, 1 nový výsek, 3 lepička a 7 balička).

Po závěrečném shrnutí srovnání bude vybrán nově navrhovaný model.

Tabulka 15 Závěrečné shrnutí parametrů pro výběr modelu

Parametr	Model, splňující parametr
Nejvyšší počet expedovaných palet	Model 2b - 35 238 palet/rok
Nejnižší celkový počet paletových míst	Model 2b – 184 (258)* paletových míst
Nejvyšší procentuální využití stroje	Nelze určit
Nejnižší procentuální doba blokace	Model 2b – v průměru 3,15% na výsekový stroj
Vyrovnanější obsazenost skladů	Model 2c dle grafu

*258 paletových míst je dle koeficientu 1,7 přepočítaná kapacita skladů v simulaci

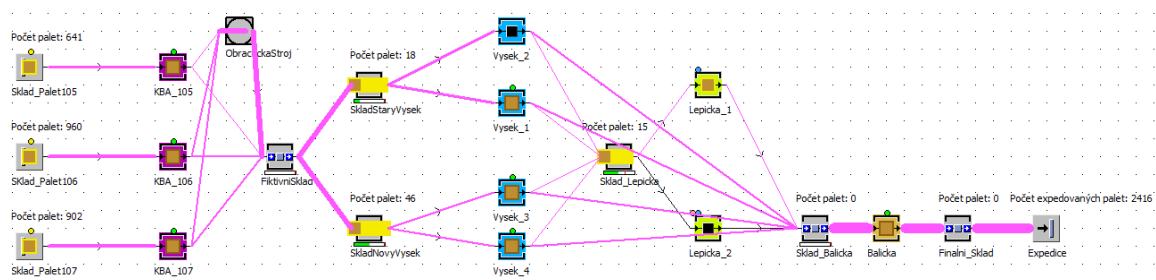
Zdroj: Vlastní zpracování

Na základě shrnutí všech sledovaných parametrů byl vyhodnocen **MODEL 2B** jako podklad pro návrh layoutu.

11.1.4.1 Sankey diagram

Pro vyobrazení Sankey diagramu byl použit model 2b s posledními aktualizovanými daty, jen simulační doba modelu byla opět změněna na 23 dní pro lepší porovnání s analýzou současného stavu.

Na začátku modelu jsou výrobní toky mezi sklady vstupních materiálů a tiskovými stroji KBA 106 a 107 vyrovnané. Do KBA 105 proudí viditelně méně palet. Při porovnání šířek čar, vycházejících z tiskových strojů se dá říct, že polovina zpracovaných palet putuje na obrabečku a druhá polovina do rozřazujícího skladu FiktivniSklad. Z fiktivního skladu jsou zakázky naplánovány rovnoměrně mezi staré a nové výseky, ale i přesto největší tok palet je do výseku 2. Množství palet proudící z výseků do skladu baličky je vyrovnané, stejně tak do skladu lepičky, ovšem toto množství je zanedbatelné. Největší tok palet je opět od skladu baličky, kde se setkávají všechny zpracované palety připravené na expedici.



Obrázek 61 Navrhovaný stav 2b – Sankey diagram

Zdroj: Vlastní zpracování

11.1.4.2 Doba průchodu vybraných zakázek výrobním procesem

V analytické části bylo náhodně vybráno 15 zakázek ze všech, které procházely simulací. U těchto vybraných zakázek se zaznamenala doba průchodu výrobním procesem. V navrhovaném modelu 2b byly sledovány stejné zakázky. V tabulce (Tabulka 16) je vypsán seznam všech 15 sledovaných zakázek. Doba průchodu zakázky je zaktualizována dle nově navrhovaného nastavení systému, který byl opět v simulaci spuštěn na 23 dní.

Na konci tabulky jsou časy sečteny a dále budou sloužit pro závěrečné srovnání současného a nového stavu.

Tabulka 16 Čas průchodu zakázek simulací – navrhovaný stav

Číslo	Číslo zakázky	Počet expedovaných palet	Čas (den, hodina, minuta, sekunda)
1	A1004933	1	12h 7m 3s
2	A1004912B	1	1d 10h 50m 45s
3	A1004999	1	10h 17m 15s
4	A1005072	2	1d 3h 00m 10s
5	A1005005	4	11h 5m 54s
6	A1004972B	4	4h 43m 45s
7	A1004983	7	10h 33m 59s
8	A1005104	12	19h 54m 40s
9	A1004994	14	1d 3h 28m 19s
10	A1004950	23	16h 23m 45s
11	A1004970	30	1d 20h 33m 42s
12	A1005008	38	1d 21h 21m 48s
13	A1005004	40	4d 5h 11m 32s
14	A1004737	79	1d 21h 4m 26s
15	A1004953	95	1d 19h 58m 56s
Celkem		351	18d 21h 56m 59s

Zdroj: Vlastní zpracování

11.2 Nově navrhovaný layout

Podkladem pro nově navrhovaný layout byl na základě definovaných parametrů vybrán simulační model 2B. V tabulce (Tabulka 17) jsou uvedeny základní informace potřebné pro vytvoření layoutu. Současný počet paletových míst na vstupním skladu je 500, kdy palety jsou naskladňovány v rozmezí 3-4 dnů před zpracováním z důvodu aklimatizování papíru. Společnost předpokládá, že při stavbě nové haly by byl sklad vstupního materiálu temperovaný, který vytvoří ideální podmínky pro papír a tak by se dodání vstupního materiálu snížilo na 1-2 dny před zpracováním. V simulačním modelu bylo sledováno, kolik

palet se na tiskových strojích zpracuje během 2 dnů a tak byl stanoven počet paletových míst na skladě vstupního materiálu 197.

Jak již bylo zmíněno, expedice zakázky závisí na požadavcích odběratele a expedování palet tak probíhá v různém rozmezí. Z důvodu vysoké variability expedice zakázek a na základě informací poskytnutých společnostmi, není možné určit velikost expedičního skladu.

Tabulka 17 Potřebné informace k vytvoření layoutu

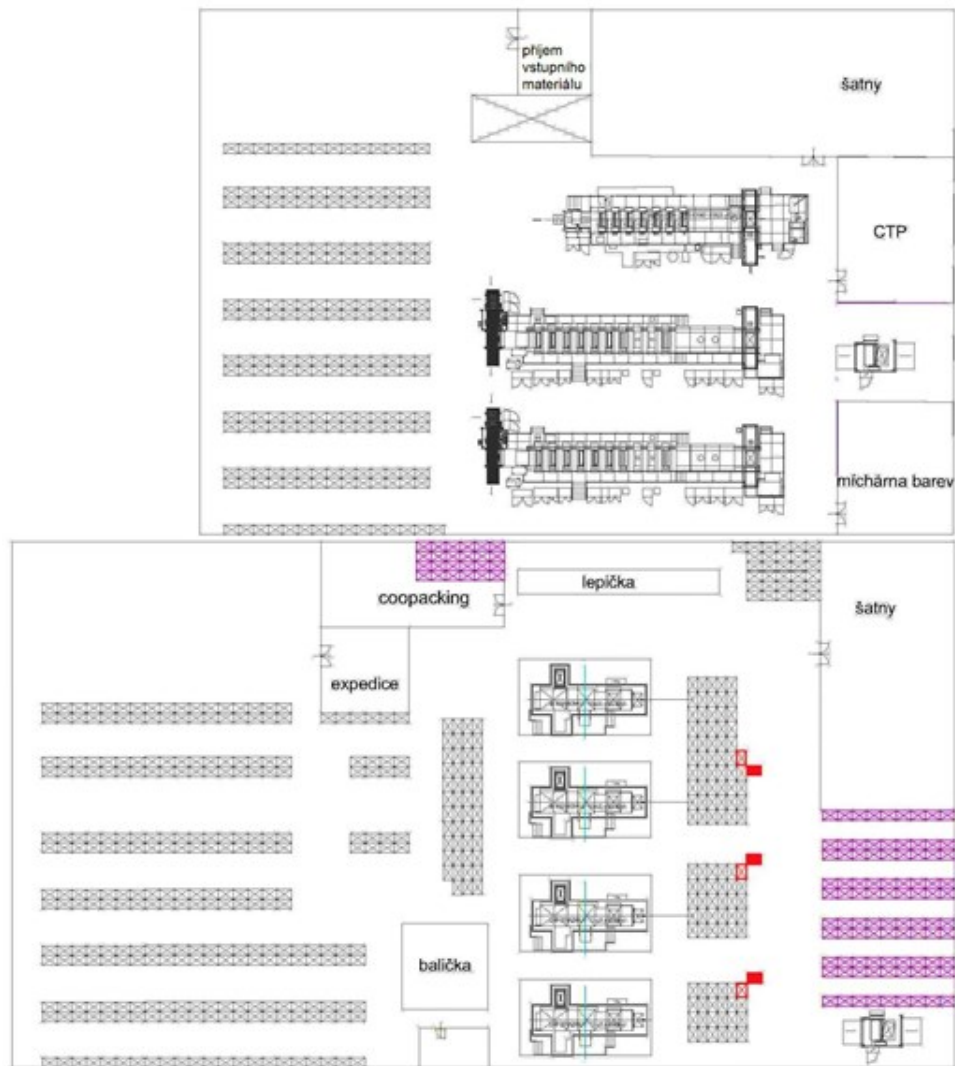
Položka	Počet
Mezisklad výsek	106
Mezisklad lepička	31
Mezisklad balička	47
Vstupní sklad	197
Tiskové stroje	3 (KBA 105, KBA 106, KBA 107)
Výsekové stroje	4 (Výsek 1, Výsek 2, Výsek 3, Výsek 4)
Lepicí stroj	1 (Lepička)
Balící stroj	1 (Balička)
Dokončující zpracování	Coopacking, vč. 24 paletových míst

Zdroj: Vlastní zpracování

Layout výrobních prostor bude navržen do dvou pater z důvodu eliminování manipulace s paletami mezi tiskovými a výsekovými stroji a také toto řešení splní požadavek společnosti, který se týkal, co možná nejmenší možné rozlohy haly (s ohledem na plynulý chod výroby) z důvodu snížení investic do pozemku. Propojení obou pater bude prostřednictvím výtahů, které budou sjíždět o patro níže na automatizovaný dopravník, po kterém budou vytištěné palety naskladněny v meziskladech u jednotlivých výsekových strojích a bude tím dodržena metoda FIFO.

Na obrázku (Obrázek 62) je znázorněn vytvořený layout, který odpovídá informacím uvedených v tabulce (Tabulka 17). Horní část znázorňuje druhé patro a spodní část první patro. V layoutu jsou červeně zaznačeny ty palety, které představují výtah (spuštěnou vytištěnou paletu) a k nim rohem spojené palety (pouze červený obrys), které zohledňují prostor potřebný k otočení palety pro lepší manipulaci. Ve skladu expedice by v tuto chvíli bylo

možné uskladnit 268 palet. Barevně zaznačená paletová místa u šatny ve spodním layoutu znázorňují skladovací prostory výsekových forem. Na základě tohoto nového layoutu bude vytvořen spaghetti diagram pro srovnání se současným stavem a podložení, jestli se v průměru eliminovala zbytečná manipulace. Nový layout se nachází v Příloze VIII.



Obrázek 62 Nově navržený layout

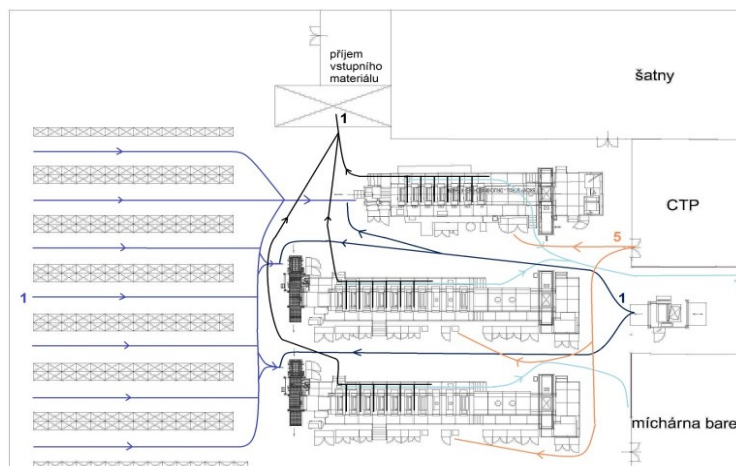
Zdroj: Vlastní zpracování

11.3 Spaghetti diagram nově navrhovaného layoutu

V projektové části se spaghetti diagram zabývá možnými trasami operátorů po změně layoutu. Jelikož je layout rozdělen do dvou pater propojených pomocí výtahu, manipulace s paletami mezi tiskovými a výsekovými stroji byla úplně eliminována. Z důvodu rozšíření strojového parku a snahou o využití každého volného prostoru byly některé trasy naopak prodlouženy. Jedná se především o trasy, které jsou méně frekventované během směny.

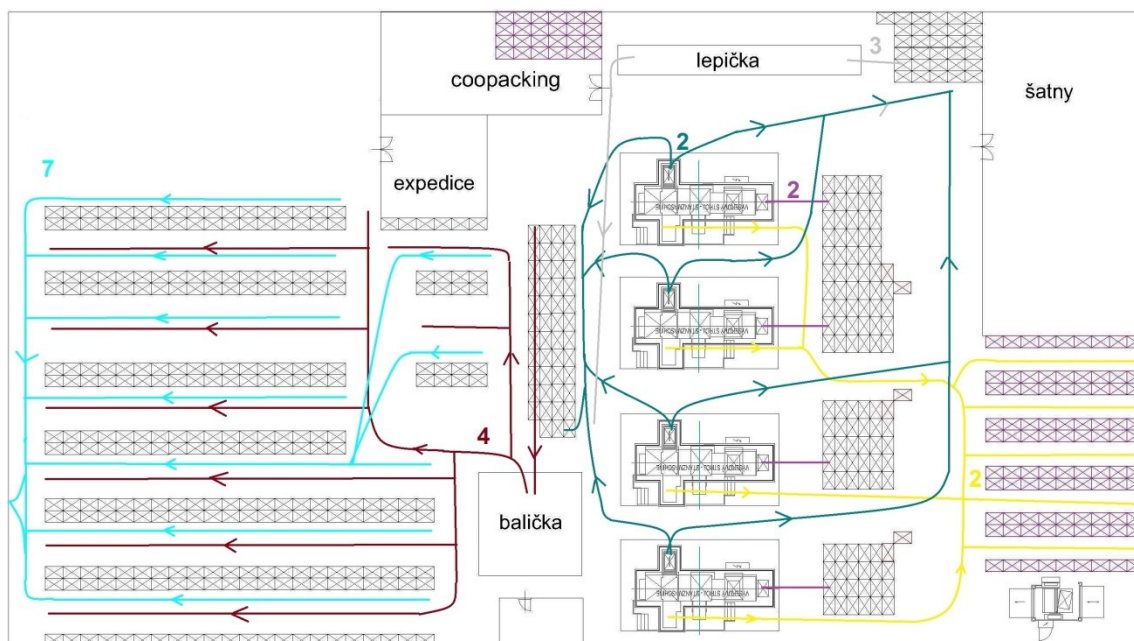
Všechny trasy jsou změřeny v maximální a minimální možné délce, kdy tuto trasu operátoři absolvují pouze jednou. Spaghetti diagram lze najít také v Příloze IX.

Ve spaghetti diagramu na obrázku (Obrázek 63) jsou barevně zaznačeny jednotlivé cesty operátorů v navrhovaném horním patře a na obrázku (Obrázek 64) v dolním patře.



Obrázek 63 Spaghetti diagram – nový layout (horní patro)

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 64 Spaghetti diagram – nový layout (dolní patro)

Zdroj: Vlastní zpracování

Práce manipulanta v tomto layoutu již není zohledněna, jelikož v současném stavu má tento pracovník na starosti odvoz papíru, který zbyde po vysekání segmentů, dále vypomáhá na expedici a pomáhá přivážet některé zakázky k výsekům. Jelikož by společnost při vý-

stavbě nové haly chtěla svou výrobu modernizovat, jednalo by se jakýsi „odtah“ zbytkového papíru od výseků rovnou do skartovačky, poté by nebylo třeba manipulátů, stejně tak z důvodu automatizace skladovacího zařízení v meziskladu před výseky. Pracovníci - manipulanti – by mohli být proto přesunuti do skladu vstupního materiálu v horním patře výroby.

Tabulka 18 Legenda ke spaghetti diagramu – Navrhovaný stav

Číslo	Barva	Označení	Pracovník	Vzdálenost v metrech		
				Max	Min	Průměr
1		1A	Pomocný tiskař	44,2	3,6	23,9
		1B	Pomocný tiskař	24,5	17,4	21
		1C	Pomocný/hlavní tiskař	31	27,4	29,2
		1D	Pomocný tiskař	33,2	8,3	20,8
		1E	Pomocný/hlavní tiskař	ELIMINOVÁNO		
2		2A	Pracovník výseku	3		3
		2B	Pracovník výseku	46,2	18,2	32,2
		2C	Pracovník výseku	44,7	5,7	25,2
3		3	Pracovník lepícího stroje	27	11,1	19,1
4		4	Expediční pracovník - Balička	57,4	9,7	33,6
5		5	Pracovník CTP studia	31,1	11,3	21,2
6		6	Manipulant	ELIMINOVÁNO		
7		7	Expediční pracovník	43,3	2,5	22,9
Celkem				385,6	118,2	251,9

Zdroj: Vlastní zpracování

V rámci spaghetti diagramu byly dvě trasy zcela eliminovány. Všichni operátoři by v průměru celkem absolvovali 251,9 metrů při jedné cestě. Tento průměr bude porovnán se současným stavem ve zhodnocení projektu společně s dalšími získanými informacemi.

12 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Pro společnost je důležité být konkurenceschopní. Vybudováním vlastní haly, ve které by byl využit navrhovaný nový layout, by bylo možné navýšit objem expedovaných zakázek, zajistit dostatečný počet paletových míst, eliminovat zbytečnou manipulaci a dopravu a zajistit plynulejší tok výroby. Z důvodu nutnosti koupí pozemku pro vybudování haly, bylo jediným požadavkem společnosti navrhnout layout tak, aby rozloha haly byla, co možná nejmenší, ale zajistila dostatečný prostor pro všechny stroje a sklady.

V této kapitole je porovnána současná situace s přínosy, které by přinesl nový layout výrobních prostor, rozšíření strojového parku a dostatek paletových míst.

Na základě podrobné analýzy současného stavu pracovišť byl vytvořen spaghetti diagram, který graficky znázorňuje veškeré možné trasy operátorů pro zajištění seřízení stroje, vstupního materiálu, nářadí, rozpracované výroby, aj. Po navržení nového layoutu byly zakresleny „nové“ trasy operátorů. U obou porovnávaných stavů se měřily maximální a minimální možné trasy, tj. nejdelší a nejkratší vzdálenost, kterou by musel operátor absolvovat pro zajištění svého pracoviště nebo obsluhu pracoviště, které má na starosti.

V tabulce (Tabulka 19) jsou uvedeny celkové naměřené maximální, minimální vzdálenosti současného a navrhovaného stavu a suma jejich průměrů. Z tabulky vyplývá, že v novém rozvržení výrobních prostor do dvou pater by se eliminovala zbytečná manipulace a chůze a celkově by se v průměru ušetřilo 255,4 metrů chůze v rámci jednoho směru. Tato velká úspora vznikla z důvodu eliminace manipulace s paletami mezi tiskovým a výsekovým pracovištěm, kdy byly pracovníci „nahrazení“ výtahem a automatizovanými dopravníky, které palety naskladní do meziskladu výseku.

Tabulka 19 Srovnání vzdáleností ve spaghetti diagramu

	Vzdálenost v metrech		
	Max	Min	Průměr
Současný stav	652,8	362,1	507,8
Navrhovaný stav	385,6	118,2	251,9
Rozdíl (úspora)	267,2	243,9	255,4

Zdroj: Vlastní zpracování

V rámci simulovaného modelu současného a navrhovaného stavu bylo zjištěno množství expedovaných palet za 23 dní, doba průtoku zakázek a pomocí Sankey diagramu tok materiálu. V navrhovaném modelu se počítalo s investicí do jednoho tiskového a dvou výsekových strojů, navýšení směn u balicího a lepícího stroje a rozšíření skladovacího prostoru v rámci vystavění nových prostor. Rozlohy haly byly zjištěny pomocí programu AutoCAD.

V následující tabulce (Tabulka 20) je porovnáno množství expedovaných palet, kdy by společnost mohla expedovat 2406 palet za 23 dní, což je o 125 více, než nyní. Tato situace by nastala za předpokladu využití navrhovaného layoutu a stejné skladby zakázek. Počet paletových míst by bylo třeba navýšit o 23 pro plynulý tok výroby a to především před lepícím strojem z důvodu snížení blokace úzkého místa a také před výsekovými stroji pro alespoň částečné snížení blokace výsekových strojů a zvýšení tak jejich výkonnosti na 70% u KBA 106 a 107 a necelých 64% u KBA 105. Nová hala by se mohla rozprostírat na pozemku o rozloze do 3500 m² (rezerva pro nákladní rampu, parkoviště pro zaměstnance, aj.)

Tabulka 20 Srovnání základních dat

	Současný stav	Navrhovaný stav
Počet paletových míst všech meziskladů	161	184
Počet expedovaných palet po 23 dnech	1130	2406
Rozloha haly	3139,94 m ²	3321,08 m ²

Zdroj: Vlastní zpracování

Dalším důležitým srovnáním je doba průchodu zakázky výrobním procesem, které bylo cílem snížit alespoň o 30%. Aby byly zachovány stejné podmínky při porovnávání, byla použita doba průchodu zakázek u obou modelů ze simulačního programu.

V tabulce (Tabulka 21) je zaznamenáno náhodně vybraných 15 zakázek a doby, které strávily v simulaci u současného i navrhovaného stavu. Náhodné jsou z důvodu toho, že byly vybrány zakázky různých velikostí a tudíž je různý i počet expedovaných palet a tyto zakázky byly do systému generovány v různém pořadí.

V závěru tabulky jsou tyto časy sečteny a z toho vyplývá, že celková úspora dle vybraných typů zakázek nově navrhovaného modelu je 14 dní 20 hodin 48 minut a 14 sekund. To

znamená, že při nastavení systému dle navrhovaného modelu by byla společnost schopna uspořit čas, zrychlit dobu průchodu zakázek výrobním procesem a vyexpedovat zakázky za téměř 19 dní, což je o téměř 46% kratší doba, než je tomu doposud.

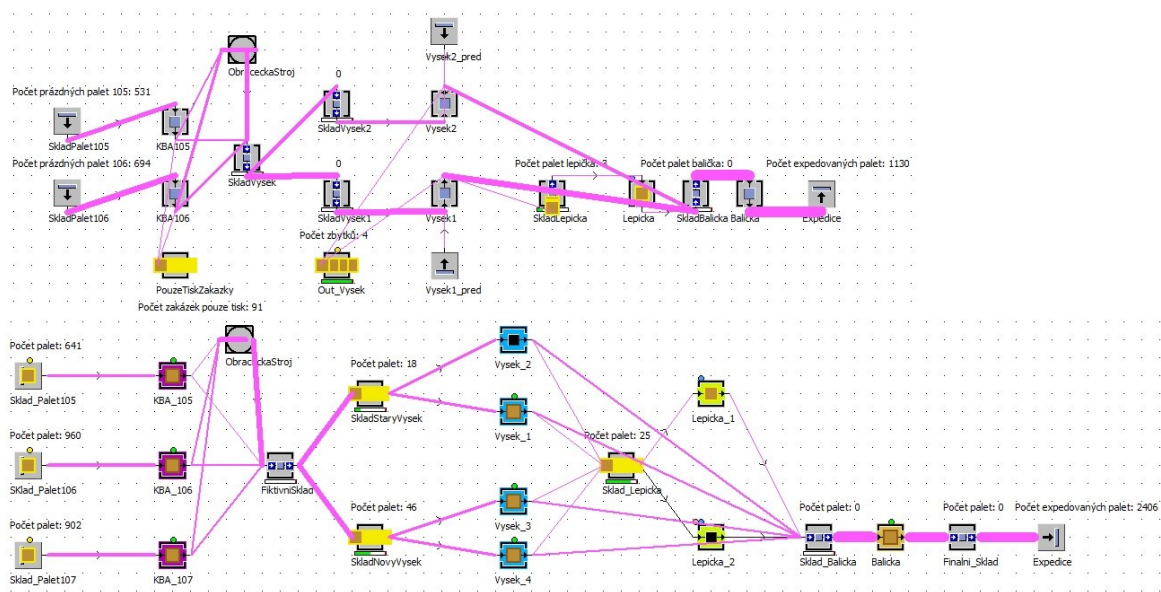
Tabulka 21 Srovnání dob průchodu zakázek výrobním procesem

Číslo	Číslo zakázky	Počet expedovaných palet	Čas (den, hodina, minuta, sekunda)	
			Současný stav	Navrhovaný stav
1	A1004933	1	8h 2m 11s	12h 7m 3s
2	A1004912B	1	1d 23h 2m 00s	1d 10h 50m 45s
3	A1004999	1	3d 1h 12m 44s	10h 17m 15s
4	A1005072	2	21h 34m 24s	1d 3h 00m 10s
5	A1005005	4	8h 10m 15s	11h 5m 54s
6	A1004972B	4	6h 07m 16s	4h 43m 45s
7	A1004983	7	2d 22h 19m 56s	10h 33m 59s
8	A1005104	12	18h 44m 42s	19h 54m 40s
9	A1004994	14	3d 21h 24m 29s	1d 3h 28m 19s
10	A1004950	23	1d 12h 58m 45s	16h 23m 45s
11	A1004970	30	2d 9h 55m 24s	1d 20h 33m 42s
12	A1005008	38	2d 2h 28m 38s	1d 21h 21m 48s
13	A1005004	40	5d 3h 49m 29s	4d 5h 11m 32s
14	A1004737	79	4d 14h 50m 34s	1d 21h 4m 26s
15	A1004953	95	3d 10h 7m 26s	1d 19h 58m 56s
Celkem		351	33d 18h 45m 13s	18d 21h 56m 59s

Zdroj: Vlastní zpracování

Při porovnání Sankey diagramu jsou materiálové toky mnohem vyrovnanější v nově navrhovaném modelu, než v současnosti. Největší tok materiálu je evidentní od skladu baličky, až po expedici u obou modelů. Stejně tak u obou modelů je viditelně menší průtok palet

mezi KBA 105 a meziskladem pro výsek, než u novějších KBA 106 a 107. Ovšem v novém modelu jsou toky rovnoměrněji rozprostřeny mezi jednotlivé výsekové stroje a také lepička je zásobována rovnoměrně ze všech výseků. U současného stavu je průtok materiálu výsekem 1 mnohem vyšší, než u výseku 2 a také pouze výsek 1 zpracovává zakázky pro lepičku. Na obrázku (Obrázek 65) jsou znázorněny oba Sankey digramy, kde objekty v současném stavu jsou srovnány jako v navrhovaném modelu, pro lepší zobrazení a možnost srovnání.



Obrázek 65 Srovnání Sankey diagramů současného a navrhovaného modelu

Zdroj: Vlastní zpracování

V závěru této kapitoly je vyčíslena zjednodušená průměrná doba návratnosti investic. Z důvodu citlivosti údajů, jsou počáteční investice (jeden tiskový a dva výsekové stroje) a zisk přepočítány koeficientem. Průměrný zisk byl vypočítán z průměrných tržeb za nově vyexpedované množství palet. Z důvodu zakázkové výroby a odlišných požadavků na výrobu je možné počítat pouze s průměrnými veličinami. Z důvodu vysoké investice do výstavby nové haly a pozemku by se na financování podílely i zakládající společnosti.

Průměrná doba návratnosti investice = investice / průměrný roční zisk

Průměrná doba návratnosti investice = 67 578 700 000 / 42 087 368 475

Průměrná doba návratnosti investice = 1,605676535

Tato investice by se společnosti Cardbox Packaging s.r.o. vrátila do jednoho roku a šesti měsíců.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout takový nový layout výrobních prostor, díky kterému se bude moci zvýšit objem vyexpedovaných zakázek, zajistí se plynulejší tok výroby a dostatečné prostory meziskladů.

Teoretická část, kde jsou popsány pojmy štíhlý podnik, metody logistického řízení a Plant Simulation, je důležitým podkladem pro část praktickou.

V rámci praktické části bylo důležité definovat, pozorovat a analyzovat současný stav výrobních prostor společnosti. Analýza současného stavu také obsahovala vytvoření simulačního modelu, který se zaměřil na tok výrobků a kapacitu meziskladů. Naprogramovaná simulace po spuštění ukázala vyexpedování 1130 palet za 23 dní. Dále bylo náhodně vybráno 15 zakázek, u kterých byla zaznamenána doba průchodu zakázky celým výrobním procesem, kdy v současnosti zpracování těchto 15 zakázek trvá celkem 33 dní a téměř 19 hodin a cílem bylo snížit dobu průchodu alespoň o 30%. Kromě simulace byly také sledovány pohyby operátorů, které se značily do spaghetti diagramu a poté byly změřeny nejdelší a nejkratší možné trasy, které pracovník mohl při jedné cestě absolvovat.

Simulační model současného stavu sloužil jako podklad pro vytvoření nového modelu. První model, který byl vytvořen, kopíroval současnou situaci za nově definovaných podmínek, kterými byl nákup nových strojů a změna počtu směn u balicího a lepícího stroje. Ovšem tento model byl nevyhovující a tak probíhaly další experimenty na základě teorie úzkého místa. Vybrané modely poté byly testovány, jak se budou chovat po delším čase – tj. 365 dní. Na základě definovaných parametrů byl vybrán model, který nejvíce eliminoval blokování výsekových strojů, tudíž úzké místo a po spuštění doby 23 dní vyprodukoval 2406 palet.

Stejně jako v analytické části byla v projektové části sledována doba průchodu stejných zakázek výrobním procesem. Po navržení nového modelu, kde byly zvýšeny kapacity meziskladových prostor a změněny směn se zkrátila celková doba o 14 dní a téměř 21 hodin, což říká, že se doba průchodů snížila o téměř 46%. Stejně tak zlepšení bylo vidět ve vyrovnanějším toku materiálu v Sankey diagramu. Na základě informací ze simulačního modelu byl vytvořen návrh nového layoutu, ve kterém byly také zakresleny možné trasy pracovníků a po výpočtu celkové průměrné možné délky tras, byla zjištěna úspora nachozených metrů všech pracovníků o téměř 256 metrů. Investice do strojů by se společnosti měla vrátit do jednoho roku a půl.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BANGSOW, Steffen. Manufacturing simulation with Plant Simulation and SimTalk: usage and programming with examples and solutions. Berlin: Springer, c2010, xvii, 297 s. ISBN 978-3-642-05073-2.
- Cardbox Packaging: Úvod [online], ©2015. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://www.cardbox-packaging.cz/>
- DELGADO SOBRINO, Daynier Rolando. Material flow and layout: an integrative analysis. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016, 93 s. Vědecké monografie. ISBN 978-80-7380-600-2.
- DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, xxvi, 223. ISBN 978-1-4987-0887-6.
- CHALICE, Robert. Improving healthcare using Toyota lean production methods: 46 steps for improvement. 2nd ed. Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, 2010, xiv, 314 s. ISBN 978-0-87389-713-6. Dostupné také z: <http://www.loc.gov/catdir/toc/ecip0710/2007004991.html>
- CHROMJAKOVÁ, Felicita. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
- CHUNG, Christopher A. Simulation modeling handbook: a practical approach. Boca Raton: CRC Press, c2004, 1 sv. (různé stránkování). Industrial and manufacturing engineering series. ISBN 0-8493-1241-8.
- JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.
- JUROVÁ, Marie. Výrobní procesy řízené logistikou. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.
- KOŠTURIÁK, Ján. Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. Business books. ISBN 978-80-251-2349-2. Dostupné také z: http://toc.nkp.cz/NKC/201011/contents/nkc20102126825_1.pdf
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9. Dostupné také z: http://toc.nkp.cz/NKC/200701/contents/nkc20061651846_1.pdf

- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7
- MARTINOVIČOVÁ, Dana, Miloš KONEČNÝ a Jan VAVŘINA. Úvod do podnikové ekonomiky. Praha: Grada, 2014, 208 s. Expert. ISBN 978-80-247-5316-4.
- Ofsetový tisk Brno, ofsetová tiskárna, ©2016. In: Tiskárna Brno, velkoformátový tisk Brno [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://www.zoneprint.cz/cms/upload/galerie/obrazky/1353162814.jpg>
- Ofsetový tisk. Digipedia [online]. ©2010 [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://www.digipedia.cz/index.php/article/ofsetovy-tisk>
- O Teorii omezení, ©2015. *Goldratt.cz* [online]. [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.goldratt.cz/teorie-omezeni/o-teorii-omezeni>
- Siemens PLM Software [online], ©2017. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/
- SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů. Brno: Computer Press, 2009, 238 s. Praxe manažera. ISBN 978-80-251-2563-2. Dostupné také z: http://toc.nkp.cz/NKC/201003/contents/nkc20102033663_1.pdf
- TULSIRAM YADAV, Ashish Kumar. Advanced Splunk: Master the art of getting the maximum out of your machine data using Splunk. Birmingham: Packt Publishing, 2016. ISBN 978-1-78588-435-1.
- Veřejný rejstřík a Sbírka listin - Ministerstvo spravedlnosti České republiky. Justice.cz - úvodní strana [online]. ©2012-2015 [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrikfirma.vysledky?subjektId=78267&typ=PLATNY>
- Interní materiály společnosti Cardbox Packaging s.r.o.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CMYK	Cyan, Magenta, Yellow, Key (černá)
CTP	Computer to Plate
DBR	Drum – Buffer – Rope
DTP	Desktop Publusing
FIFO	First In, First Out
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MTM	Methods Time Measurement
MU	Mobile Unit
PLM	Product Lofecycle Management
SMED	Single Minute Change of Die
SWOT	Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats
TOC	Theory of Constraints
TPM	Total Quality Management

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Koncept štíhlého podniku.....	14
Obrázek 2 Osm druhů plýtvání.....	16
Obrázek 3 Grafické prostředí Plant Simulation.....	30
Obrázek 4 Nastavení Source (zdroje).....	33
Obrázek 5 Drain – statistické údaje.....	33
Obrázek 6 Srovnání stejné situace pomocí SingleProc a ParallelProc.....	34
Obrázek 7 Ikony mobilních jednotek.....	35
Obrázek 8 Programovací jazyk SimTalk.....	37
Obrázek 9 Spouštěcí metody.....	37
Obrázek 10 Logo společnosti.....	39
Obrázek 11 Organizační struktura společnosti.....	40
Obrázek 12 Ukázka výrobků – Krabička DIVA.....	42
Obrázek 13 Ukázka výrobků.....	42
Obrázek 14 Princip ofsetového tisku.....	43
Obrázek 15 Layout společnosti.....	44
Obrázek 16 „Pracovní sáček“.....	45
Obrázek 17 CTP stroj.....	46
Obrázek 18 Tiskový stroj KBA Rapida 105 (vlevo) a KBA Rapida 106 (vpravo).....	47
Obrázek 19 Výsekový stroj Iberica 1.....	47
Obrázek 20 Lepička Heidelberg Eco 105.....	48
Obrázek 21 Layout výrobních prostor.....	51
Obrázek 22 Pracoviště – TISK.....	52
Obrázek 23 Pracoviště – VÝSEK.....	53
Obrázek 24 Výsekové formy na výseku (vlevo) a v knihárně (vpravo).....	54
Obrázek 25 Zóna – KNIHÁRNA.....	54
Obrázek 26 Skladovací prostory – KNIHÁRNA (vlevo 3a, uprostřed 3b, vpravo 3c).....	55
Obrázek 27 Pracoviště – EXPEDICE.....	56
Obrázek 28 Ovíječ palet Cyclop - NRT Im-pianti.....	57
Obrázek 29 Zakázky připravené k expedici.....	57
Obrázek 30 Model současného stavu.....	59
Obrázek 31 Simulovaný model (vlevo) a objekty sledovaných dat (vpravo).....	60
Obrázek 32 Nasimulovaný model současného stavu.....	62

Obrázek 33	Současný stav – graf využití strojů	63
Obrázek 34	Současný stav – Sankey diagram	64
Obrázek 35	Spaghetti diagram současných výrobních prostor.....	66
Obrázek 36	Uskladnění výsekových nástrojů.....	69
Obrázek 37	Uložení zakázek v knihárně	69
Obrázek 38	Vysekané zakázky uskladněné u baličky	69
Obrázek 39	Expediční sklad	70
Obrázek 40	Model navrhovaného stavu	77
Obrázek 41	Možnosti rozevíracího seznamu	78
Obrázek 42	Navrhovaný stav – Stejná data	78
Obrázek 43	Navrhovaný stav – graf využití strojů Stejná data	79
Obrázek 44	Navrhovaný stav – graf využití strojů Stejná data (cyklus)	79
Obrázek 45	Navrhovaný stav – Změna kapacit meziskladů.....	80
Obrázek 46	Navrhovaný stav – graf využití strojů 2a	81
Obrázek 47	Navrhovaný stav – Zvýšení kapacit meziskladů	81
Obrázek 48	Navrhovaný stav – graf využití strojů 2b	82
Obrázek 49	Navrhovaný stav – Další změna kapacit meziskladů	82
Obrázek 50	Navrhovaný stav – graf využití strojů 2c	83
Obrázek 51	Simulace modelu 1 po 365 dnech	84
Obrázek 52	Simulace modelu 2a po 365 dnech.....	84
Obrázek 53	Simulace modelu 2b po 365 dnech	85
Obrázek 54	Simulace modelu 2c po 365 dnech.....	85
Obrázek 55	Graf simulace po 365 dnech – model 1 (vlevo), model 2a (vpravo).....	85
Obrázek 56	Graf simulace po 365 dnech – model 2b (vlevo), model 2c (vpravo).....	86
Obrázek 57	Aktualizovaný model 2a a 2b.....	87
Obrázek 58	Aktualizovaný model 2c.....	87
Obrázek 59	Graf obsazenosti skladů model 2b	88
Obrázek 60	Graf obsazenosti skladů model 2c.....	89
Obrázek 61	Navrhovaný stav 2b – Sankey diagram.....	90
Obrázek 62	Nově navržený layout.....	93
Obrázek 63	Spaghetti diagram – nový layout (horní patro)	94
Obrázek 64	Spaghetti diagram – nový layout (dolní patro).....	94
Obrázek 65	Srovnání Sankey diagramů současného a navrhovaného modelu.....	99

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Legenda k pracovišti - TISK.....	52
Tabulka 2 Legenda k pracovišti - VÝSEK	53
Tabulka 3 Legenda k zóně - KNIHÁRNA	55
Tabulka 4 Legenda k pracovišti - EXPEDICE	56
Tabulka 5 Čas průchodu zakázek simulací – současný stav.....	65
Tabulka 6 Legenda ke spaghetti diagramu – Současný stav	67
Tabulka 7 Kritéria pro vyhodnocení RIPRAN analýzy.....	73
Tabulka 8 Harmonogram projektu.....	75
Tabulka 9 Změna kapacit meziskladů	80
Tabulka 10 Změna kapacit meziskladů	81
Tabulka 11 Změna kapacit meziskladů	82
Tabulka 12 Srovnání parametrů.....	86
Tabulka 13 Aktualizovaný počet expedovaných palet	86
Tabulka 14 Srovnání procentuálního využití stroje a doba blokace.....	88
Tabulka 15 Závěrečné shrnutí parametrů pro výběr modelu	89
Tabulka 16 Čas průchodu zakázek simulací – navrhovaný stav	91
Tabulka 17 Potřebné informace k vytvoření layoutu.....	92
Tabulka 18 Legenda ke spaghetti diagramu – Navrhovaný stav	95
Tabulka 19 Srovnání vzdáleností ve spaghetti diagramu	96
Tabulka 20 Srovnání základních dat.....	97
Tabulka 21 Srovnání dob průchodu zakázek výrobním procesem	98

SEZNAM PŘÍLOH

- P I SWOT analýza
- P II Logický rámec
- P III RIPRAN - Riziková analýza
- P IV Model současného stavu s layoutem
- P V Spaghetti diagram – současný stav
- P VI Modely po 181 dnech - simulace
- P VII Modely po 181 dnech – grafy
- P VIII Navrhovaný layout výrobních prostor
- P IX Spaghetti diagram – navrhovaný stav

PŘÍLOHA P I: SWOT ANALÝZA

SWOT ANALÝZA										
	Silné stránky	Vedoucí výroby	Mistr výroby	Autor práce	Celkem	Slabé stránky	Vedoucí výroby	Mistr výroby	Autor práce	Celkem
		váha: 0,5	váha: 0,3	váha: 0,2			váha: 0,5	váha: 0,3	váha: 0,2	
Interní prostředí	Kvalita výrobků	1	1	1	1	Malé výrobní prostory	2	2	1	1,8
	Motivovaní a zkušení zaměstnanci	3	3	3	3	Nedostatečná komunikace mezi vedením a zaměstnanci	3	2	2	2,5
	Růst společnosti	2	3	2	2,3	Široké portfolium výrobků	4	3	4	3,7
	Vztahy s dodavateli	3	3	2	2,8	Vysoká poruchovost strojů	2	3	1	2,1
	Vztahy s odběrateli	2	2	2	2	Negativní přístup zaměstnanců ke změnám	2	3	2	2,3
	Rozmanitost výrobků	2	3	2	2,3	Dlouhé přestavby	3	3	2	2,8
	Pozitivní přístup managementu	2	3	2	2,3	Cizí vlastnictví výrobních prostor	4	4	3	3,8
	Externí prostředí	Příležitosti	Vedoucí výroby	Mistr výroby	Autor práce	Celkem	Hrozby	Vedoucí výroby	Mistr výroby	Autor práce
		váha: 0,5	váha: 0,3	váha: 0,2				váha: 0,5	váha: 0,3	váha: 0,2
Stavba nových výrobních prostor		3	2	2	2,5	Růst cen vstupního materiálu	2	3	2	2,3
Vstup na nové zahraniční trhy		2	3	2	2,3	Zvýšení konkurence	4	4	3	3,8
Nové strojní zařízení		1	2	1	1,3	Nedostatek kvalifikovaných zaměstnanců	2	2	2	2
Získání nových zaměstnanců		2	1	2	1,7	Změna legislativy	4	4	4	4
Zvýšení prodeje stávajícím zákazníkům		4	4	3	3,8	Snížení poptávky stávajících zákazníků	3	4	3	3,3
Maximalizovat vliv						Minimalizovat vliv				

Zdroj: Vlastní zpracování

PŘÍLOHA P II: LOGICKÝ RÁMEC

STROM CÍLŮ		OBJEKTIVNĚ OVĚŘITELNÉ UKAZATELE	ZDROJE INFORMACÍ K OVĚŘENÍ	PŘEDPOKLADY
HLAVNÍ CÍL (PŘÍNOS)	Zvýšení konkurenceschopnosti pomocí výstavby vlastních výrobních prostor na základě navrhovaného layoutu	Zvýšení zakázek od současných a nových zákazníků	Počet zakázek zákazníků	Spolupráce zaměstnanců. Zájem o realizaci výstavby nové výrobní haly a s tím související zájem o navržení nového layoutu. Správné vyhodnocení nasbíraných dat. SW vybavení. Počítačové znalosti. Správnost modelu současného stavu. Poskytnutí všech potřebných informací.
PROJEKTOVÝ CÍL	1. Návrh layoutu nových výrobních prostor společnosti Cardbox Packaging s.r.o.	Návrh layoutu nových výrobních prostor pomocí diskrétní simulace	Layout dostupný vedení firmy	
VÝSTUPY	1.1 Analýza současného stavu 1.2 Tvorba diskrétní simulace 1.3 Návrh nového layoutu 1.4 Diplomová práce	Pozorování Spaghetti diagram Doba průchodu zakázek Simulační program Layout výrobních prostor Diplomová práce	Praktická část DP Simulační SW Layout ve firmě Portál UTB	
AKTIVITY	1.1.1 Pozorování a popis současného stavu výrobních prostor 1.1.2 Analýza současného stavu výrobních prostor 1.2.1 Tvorba simulačního modelu 1.2.2 Stanovení rozmístění jednotlivých pracovišť 1.2.3 Nastavení plynulých materiálových toků 1.3.1 Návrh layoutu nových výrobních prostor 1.4.1 Prezentace projektu	PROSTŘEDKY	ČASOVÝ RÁMEC AKTIVIT	
		Vedoucí výroby Mistr výroby Pracovníci MS Office Výsledky analýz Spaghetti diagram Snímek pracovního dne Tecnomatix Plant Simulation AutoCAD Layout výrobních prostor Fotografie Metr	9/2016 Popis současného stavu výrobních prostor 10/2016 Analyzování současného stavu 1/2017 Tvorba simulačního modelu 3/2017 Návrh layoutu 4/2017 Prezentace projektu	

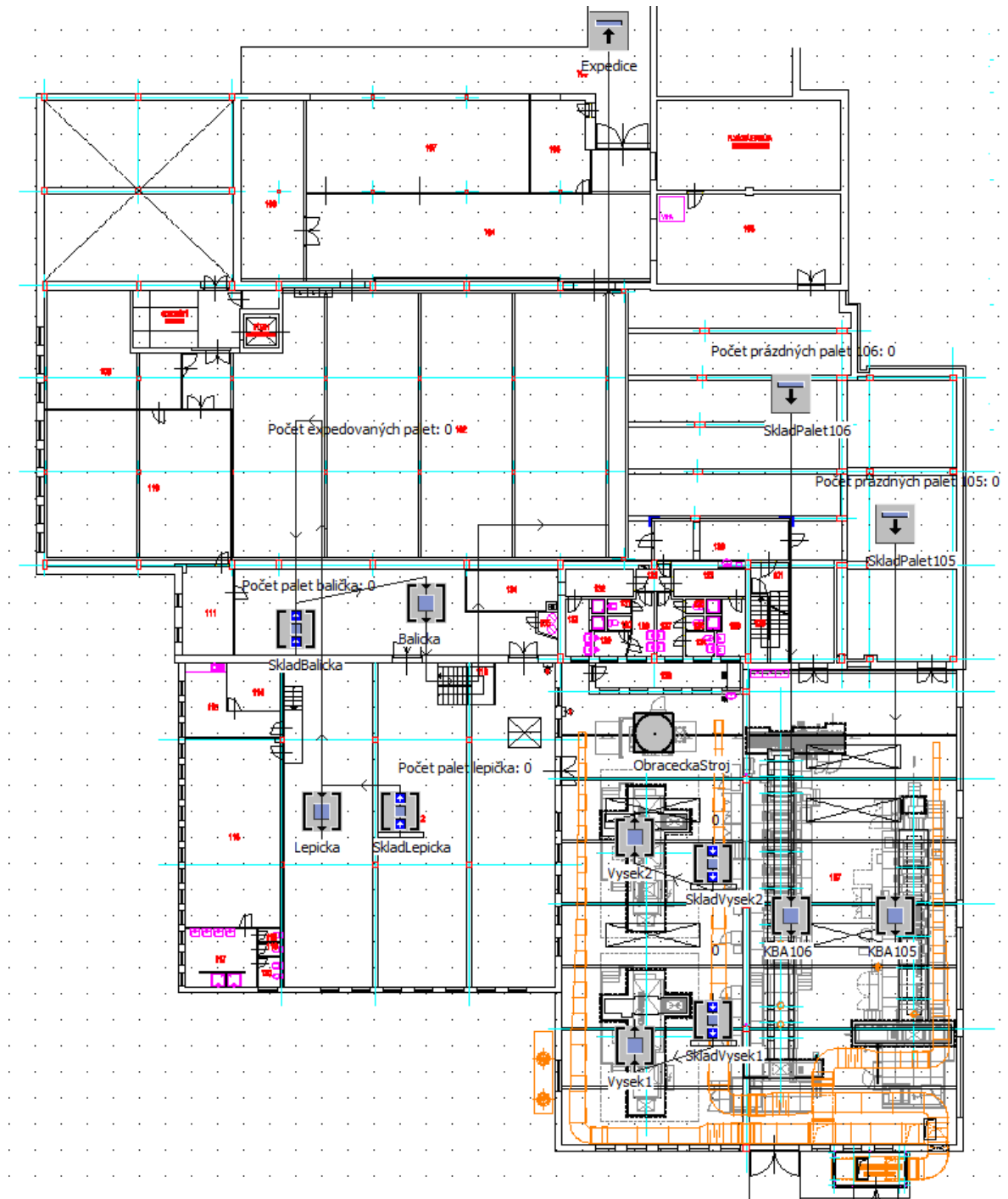
Zdroj: Vlastní zpracování

PŘÍLOHA P III: RIPRAN - RIZIKOVÁ ANALÝZA

ID	Hrozba	Pravděpodobnost hrozby	Scénář	Pravděpodobnost scénáře	Celková pravděpodobnost	Určení pravděpodobnosti	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1.	Pracovníci na pracovišti nespolupracují	40%	Nedodržení harmonogramu	60%	24%	SP	VD	VHR	Neustálá komunikace, odevzdávání výsledků, motivace
			Konflikt s pracovníky	80%	32%	SP	VD	VHR	
2.	Nezájem společnosti o realizaci projektu	20%	Projekt nebude realizován	55%	11%	MP	SD	MHR	Akceptace rizika
			Nebude dosaženo dílčích cílů	90%	18%	MP	SD	MHR	
3.	Použití nevhodných metod	40%	Nepotřebné informace	55%	22%	SP	SD	MHR	Akceptace rizika
			Ztráta důvěry u vedení	20%	8%	MP	MD	MHR	
4.	Nepřesná vstupní data pro simulace	60%	System nebude nastaven správně	100%	60%	SP	SD	SHR	Ověření výsledků simulace
5.	Nepřesná analýza současného stavu	45%	Zkrácení projektové části DP	50%	23%	SP	SD	SHR	Dostatečná data, koncentrace.
			Chybné vyhodnocení	70%	32%	SP	SD	SHR	
6.	Nedostatek dat v průběhu projektu	50%	Ohrožení projektu	10%	5%	MP	SD	MHR	Akceptace rizika
			Nedodržení harmonogramu	35%	18%	MP	SD	MHR	

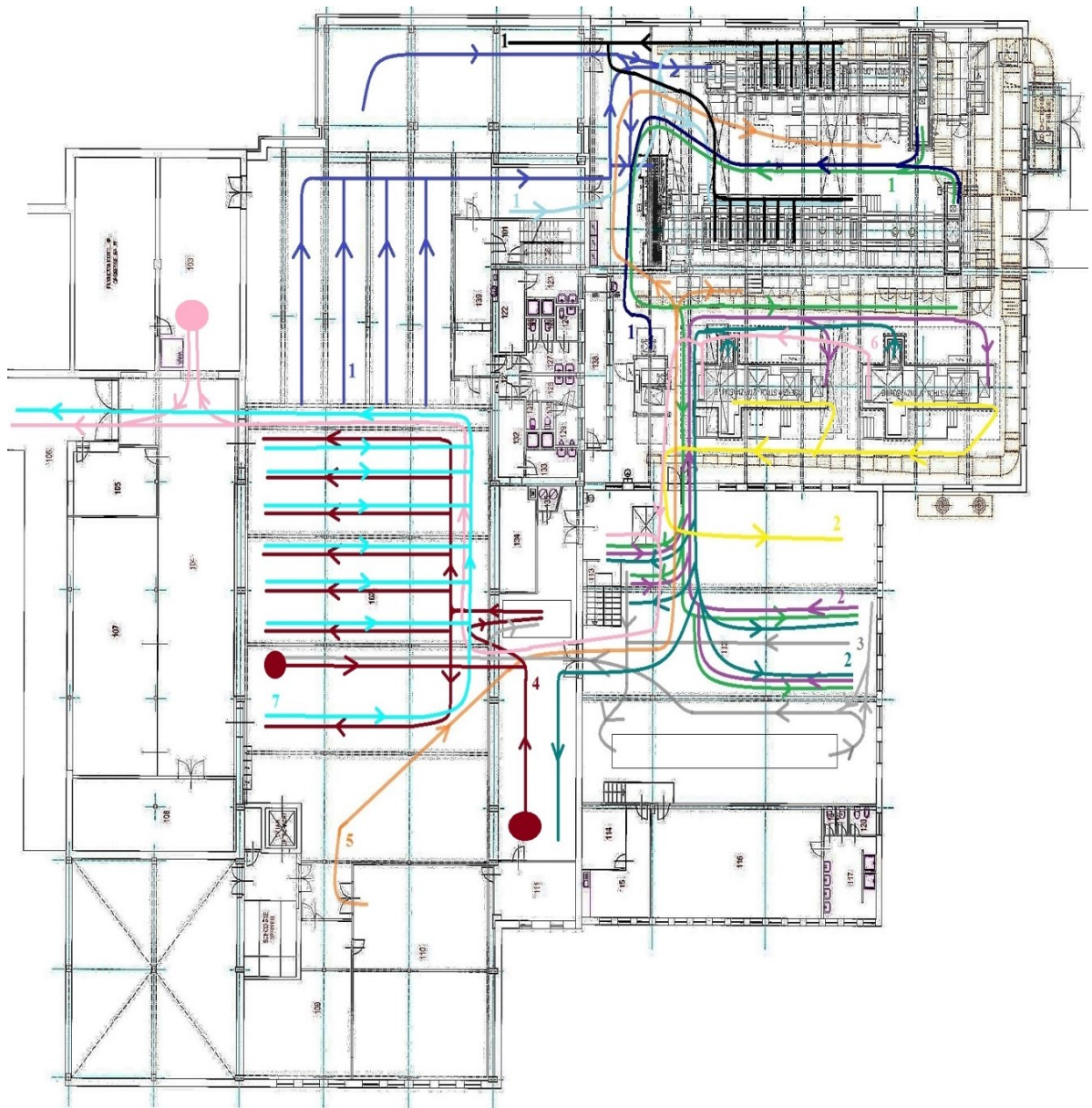
Zdroj: Vlastní zpracování

PŘÍLOHA P IV: MODEL SOUČASNÉHO STAVU S LAYOUTEM



Zdroj: vlastní zpracování

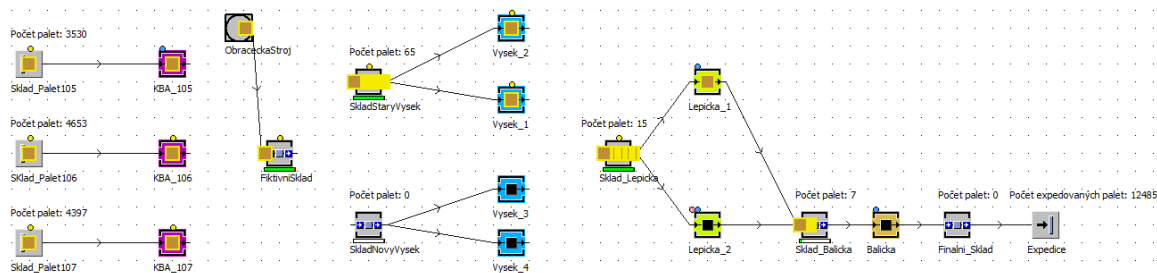
PŘÍLOHA P V: SPAGHETTI DIAGRAM – SOUČASNÝ STAV



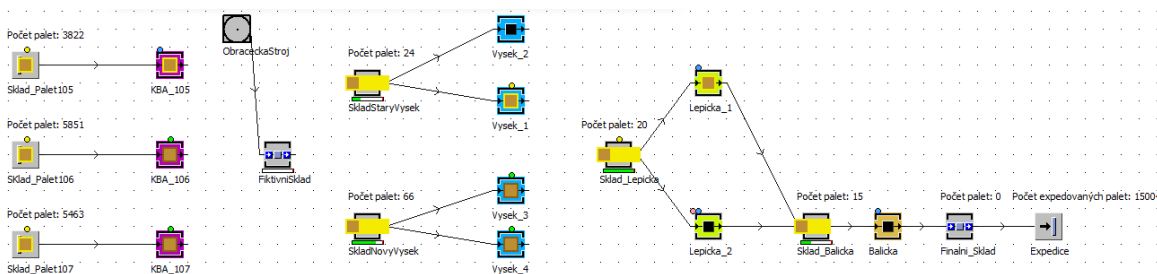
Zdroj: Vlastní zpracování

PŘÍLOHA P VI: MODEL Y PO 181 DNECH - SIMULACE

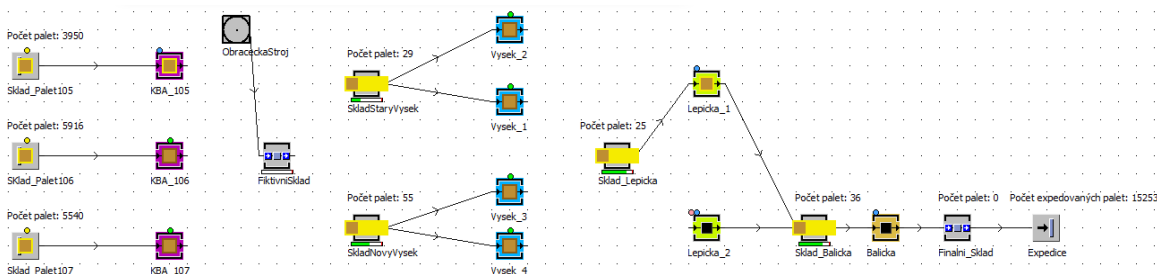
Simulace modelu 1 (vlastní zpracování)



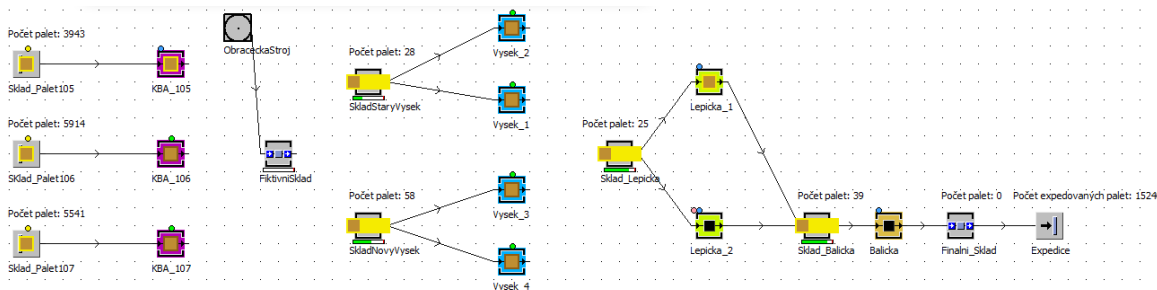
Simulace modelu 2a (vlastní zpracování)



Simulace modelu 2b (vlastní zpracování)

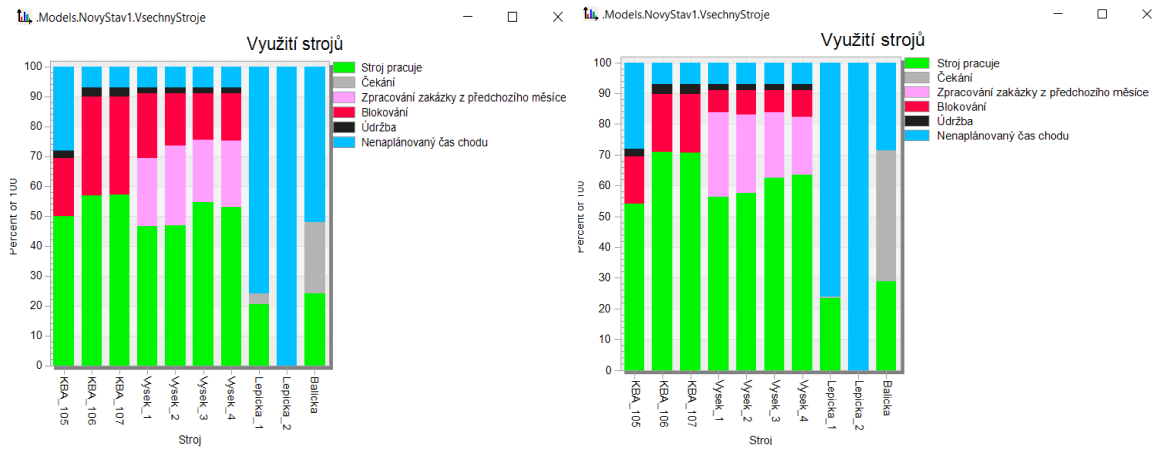


Simulace modelu 2c (vlastní zpracování)

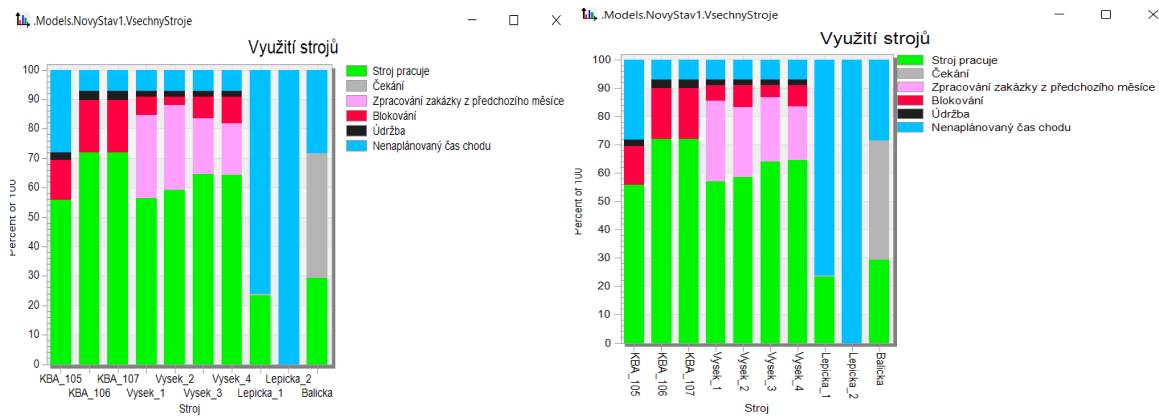


PŘÍLOHA P VII: MODEL Y PO 181 DNECH - GRAFY

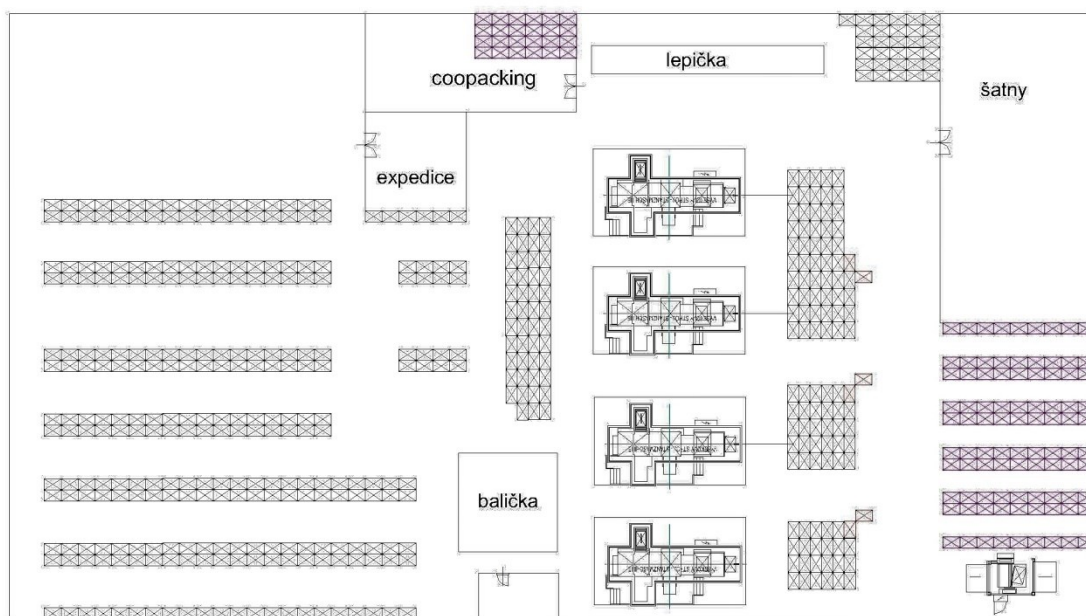
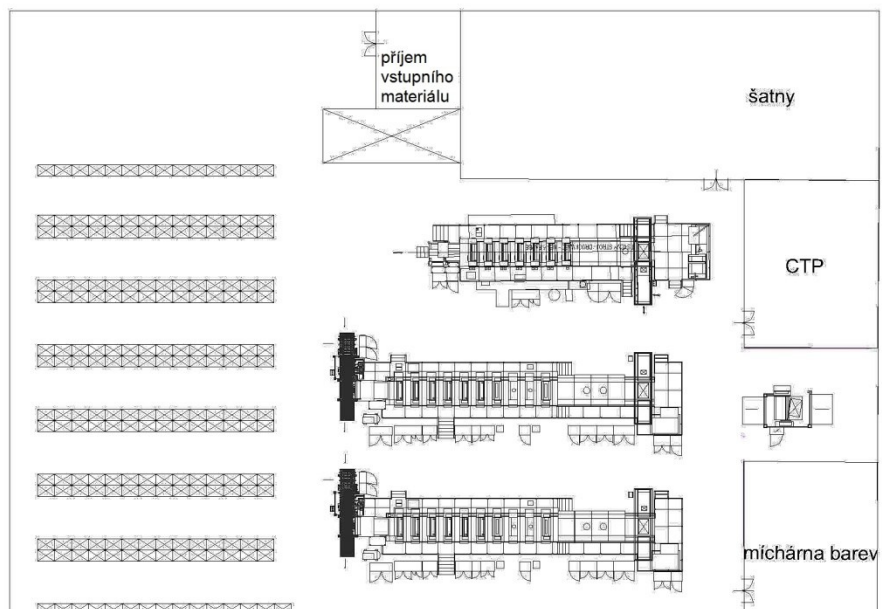
Graf k simulaci modelu 1 (vlevo) a modelu 2a (vpravo) (vlastní zpracování)



Graf k simulaci modelu 2b (vlevo) a modelu 2c (vpravo) (vlastní zpracování)

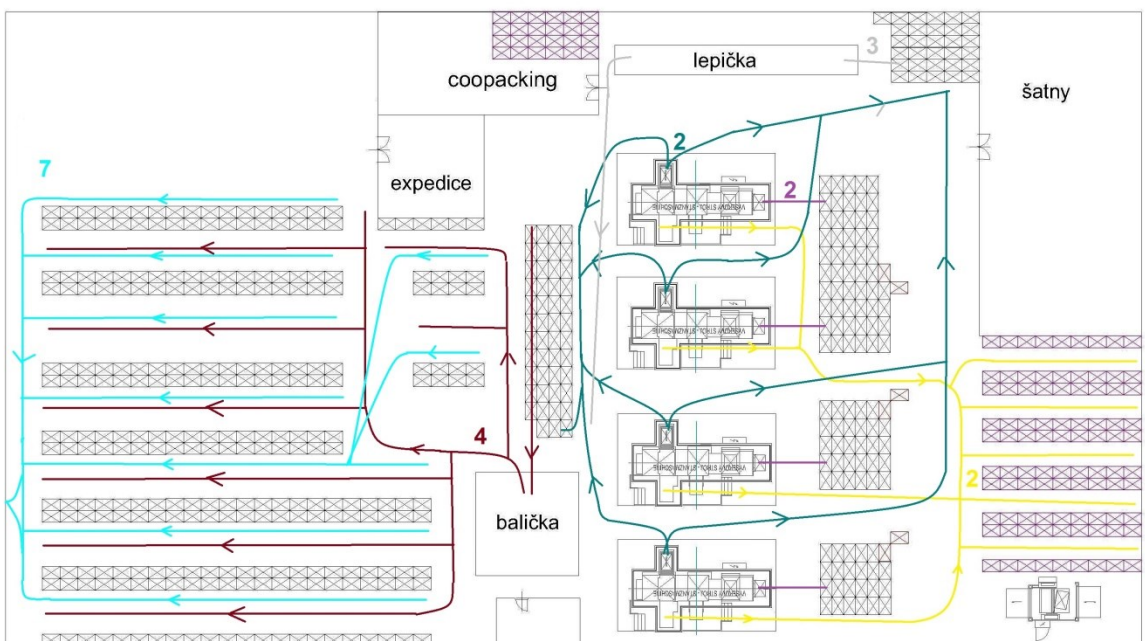
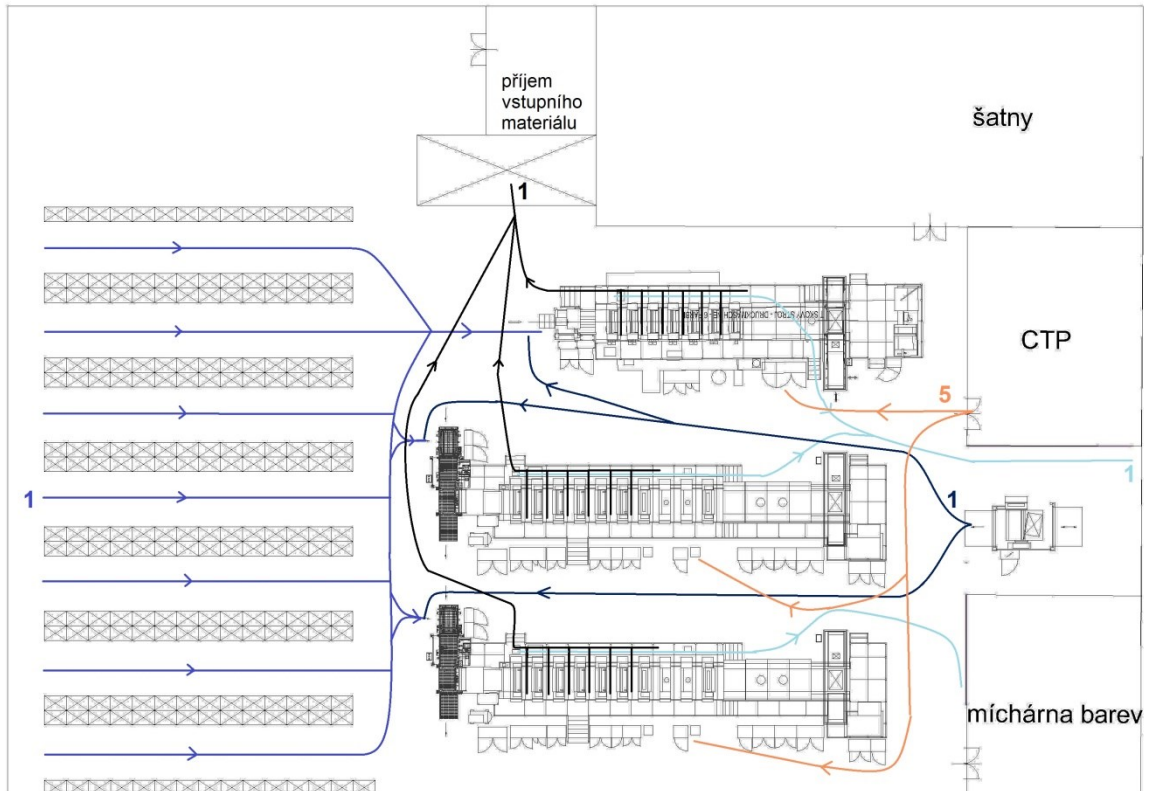


PŘÍLOHA P VIII: NAVRHOVANÝ LAYOUT VÝROBNÍCH PROSTOR



Zdroj: Vlastní zpracování

PŘÍLOHA P IX: SPAGHETTI DIAGRAM – NAVRHOVANÝ STAV



Zdroj: Vlastní zpracování