



Hodnocení metodiky řízení logistického procesu pomocí počítačové simulace

Diplomová práce

Studijní program:

N6208 Ekonomika a management

Studijní obor:

Podniková ekonomika – Vybrané procesy v podniku

Autor práce:

Bc. Veronika Domalípová

Vedoucí práce:

Ing. Eva Šírová, Ph.D.

Katedra podnikové ekonomiky a managementu





Zadání diplomové práce

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika Domalípová**
Osobní číslo: E17000322
Studijní program: N6208 Ekonomika a management
Studijní obor: N6208T085 – Podniková ekonomika – Vybrané procesy v podniku
Zadávající katedra: katedra podnikové ekonomiky a managementu
Vedoucí práce: Ing. Eva Šírová, Ph. D.
Konzultant práce: Ing. Jan Jungwirt
Magna Exteriors (Bohemia) s. r. o.

Název práce: **Hodnocení metodiky řízení logistického procesu pomocí počítačové simulace**

Zásady pro vypracování:

1. Vymezení základních pojmů z oblasti řízení podnikových procesů.
2. Analýza ve vybraném podniku.
3. Návrh a aplikace metodiky řízení založené na tahových a tlakových principech.
4. Porovnání dosažených výsledků včetně ekonomického zhodnocení.
5. Formulace závěrů diplomové práce a doporučení vybranému podniku.

Seznam odborné literatury:

- BARTOŠEK, Vladimír, Josef ŠUNKA a Matúš VARJAN. 2014. *Logistické řízení podniku v 21. století*. Brno: CERM. ISBN 978-80-7204-824-3.
- GROS, Ivan. 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-952-5.
- CHAD W. Autry, Thomas J. GOLDSBY, John E. BELL a Arthur V. HILL. 2013. *Managing the Global Supply Chain*. New Jersey: Pearson Education. ISBN 978-0-13-309134-2.
- JUROVÁ, Marie, et al. 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5717-9.
- MYERSON, Paul. 2012. *Lean Supply Chain and Logistics Management*. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-176626-5.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: GRADA Publishing. ISBN 978-80-247-4486-5.
- PROQUEST. 2017. *Databáze článků ProQuest* [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2017-09-28]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz/>

Rozsah práce: min. 65 normostran
Forma zpracování: tištěná / elektronická
Datum zadání práce: 1. října 2018
Datum odevzdání práce: 31. srpna 2020



prof. Ing. Miroslav Žižka, Ph.D.
děkan Ekonomické fakulty

prof. Ing. Miroslav Žižka, Ph.D. (v.z.)
vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2018

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS/STAG se shodují.

30. srpna 2019

Bc. Veronika Domalípová



Anotace

Cílem práce je vyhodnocení a následné porovnání dvou možných principů řízení lakovny. Jedná se o princip řízení na základě zákaznických odvolávek a o princip řízení na základě limitů skladu. Kritériem hodnocení je velikost skladu, kde podnikovým cílem je dosahovat co nejmenší skladové zásoby. Ke zjištění, která z uvedených metod je pro podnik výhodnější, jsou využity počítačové simulace. Konkrétně simulační program Witness, který napomůže zjednodušit a urychlit vyhodnocování a výběr pro podnik ekonomicky nejvýhodnější varianty.

Klíčová slova

Procesy, logistické procesy, řízení lakovny, minimální velikost skladu, simulace

Annotation

Assessment of the methodology of the selected logistic process using computer aided simulation

The object of this thesis is to evaluate and compare two possible principles of paint shop management. The first principle management is based on customer needs and requirements and the second one is principle based on warehouse limits. The evaluation criterion is the size of the warehouse, where the objective of the company is to achieve the smallest possible stocks in warehouse. Computer simulations, specifically the Witness simulation program, will help to determine which of these method of the paint shop management is more beneficial for the company, wich will help simplify and accelerate the evaluation and selection for the company the most economically advantageous variants.

Key words

Process, logistic process, paint shop management, minimum warehouse size, simulation

Poděkování

Chtěla bych zde moc poděkovat Ing. Evě Šírové, Ph. D. za vedení mé diplomové práce, za cenné a užitečné rady a za podporu v průběhu zpracování celé práce.

Dále bych ráda poděkovala Ing. Janu Jungwirtovi za příjemnou spolupráci, konzultace a poskytnutí veškerých informací.

Obsah

Seznam ilustrací.....	13
Seznam tabulek.....	14
Úvod.....	15
1 PODNIKOVÉ PROCESY	17
1.1 Produkt procesu	18
1.2 Řízení procesu.....	18
2 LOGISTIKA, LOGISTICKÉ PROCESY.....	21
2.1 Cíle logistiky	21
2.2 Logistické činnosti	22
3 VÝROBNÍ PROCES	25
3.1 Typologie výrobního procesu	26
3.2 Cíle řízení výroby	28
3.3 Řízení výroby.....	29
4 TAHOVÉ A TLAKOVÉ PRINCIPY ŘÍZENÍ VÝROBNÍHO PROCESU	31
4.1 Tlačené systémy řízení výroby	32
4.2 Tažené systémy řízení výroby	34
4.2.1 JIT systém.....	34
4.3 Push vs. Pull: Rozdíl mezi výrobními systémy	35
5 KANBAN.....	37
6 ZÁSOBY.....	41
7 SKLADOVÁNÍ.....	43
7.1 Funkce skladů	43
7.2 Výhody a nevýhody skladů.....	46
7.3 Systém tahu vs. systém tlaku v oblasti skladování	47
7.4 Velikost a počet skladů	47
7.5 Chyby při skladování	49
8 POČÍTAČOVÉ SIMULACE	51
8.1 Simulační program Witness.....	56

9	ANALÝZA VE VYBRANÉM PODNIKU	59
9.1	Charakteristika vybrané společnosti	59
9.2	Základní charakteristika vybraného procesu	60
9.2.1	Principy řízení lakovny.....	61
10	NÁVRH A APLIKACE METODIKY ŘÍZENÍ ZALOŽENÉ NA TAHOVÝCH A TLKAOVÝCH PRINCIPECH.....	63
10.1	Aplikace metod řízení lakovny	67
10.1.1	První experiment	68
10.1.2	Druhý experiment.....	72
10.1.3	Třetí experiment	76
10.1.4	Čtvrtý experiment.....	80
10.1.5	Pátý experiment	83
11	POROVNÁNÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ, EKONOMICKÉ ZHODOCENÍ	89
12	FORMULACE ZÁVĚRŮ A DOPORUČENÍ VYBRANÉMU PODNIKU.....	93
	Závěr	95
	Seznam citací.....	97

Seznam ilustrací

Obrázek 1: Schéma procesu	60
Obrázek 2: Logické schéma modelu	63
Obrázek 3: Vstupní tabulka simulačního modelu	64
Obrázek 4: Kolísání skladových zásob	65
Obrázek 5: Nezralost laku	66
Obrázek 6: Nezralost laku 2	66
Obrázek 7: Vstupní tabulka 1. experimentu (limity).....	68
Obrázek 8: Výsledné grafy 1. experimentu (limity).....	69
Obrázek 9: Vstupní tabulka 1. experimentu (odvolávky).....	70
Obrázek 10: Výsledné grafy 1. experimentu (odvolávky)	71
Obrázek 11: Vstupní tabulka 2. experimentu (limity).....	72
Obrázek 12: Výsledné grafy 2. experimentu (limity).....	73
Obrázek 13: Vstupní tabulka 2. experimentu (odvolávky)	74
Obrázek 14: Výsledné grafy 2. experimentu (odvolávky)	75
Obrázek 15: Vstupní tabulka 3. experimentu (limity)	76
Obrázek 16: Výsledné grafy 3. experimentu (limity).....	77
Obrázek 17: Vstupní tabulka 3. experimentu (odvolávky).....	78
Obrázek 18: Výsledné grafy 3. experimentu (odvolávky)	79
Obrázek 19: Vstupní tabulka 4. experimentu (limity).....	80
Obrázek 20: Výsledné grafy 4. experimentu (limity).....	81
Obrázek 21: Vstupní tabulka 4. experimentu (odvolávky)	82
Obrázek 22: Výsledné grafy 4. experimentu (odvolávky)	83
Obrázek 23: Vstupní tabulka 5. experimentu (limity)	84
Obrázek 24: Výsledné grafy 5. experimentu (limity).....	85
Obrázek 25: Vstupní tabulka 5. experimentu (odvolávky)	86
Obrázek 26: Výsledné grafy 5. experimentu (odvolávky)	87

Seznam tabulek

Tabulka 1: Výsledky simulací	89
------------------------------------	----

Úvod

Procesy, ať už jsou to logistické, výrobní nebo jiné, jsou nedílnou součástí každého podniku. Jejich správným řízením je podnik schopen dosahovat těch nejlepších výsledků, ale také cílů, které si stanoví, a tím pak vytvářet hodnoty a uspokojovat potřeby zákazníků. Řízení takovýchto procesů, které obsahují sled různých činností a úkolů, tak aby bylo dosaženo požadovaného výsledku, není jednoduché. Díky měnící se době, kdy dochází k digitalizaci a automatizaci procesů a činností, jsou podniky schopny i takovéto systémy lépe řídit. Inovace přicházejí v různých formách, v tomto případě se jedná o počítačové simulace. Tyto speciální softwary jsou schopny namodelovat reálné podnikové procesy, porovnávat je mezi sebou, odstraňovat chyby, a dosáhnout tak požadovaného výsledku.

Na práci se simulacemi je zaměřena i tato diplomová práce. Pomocí této technologie a programu Witness byly namodelovány dva principy, kterými má být řízena lakovna ve vybraném podniku. Pro tuto práci byla vybrána společnost Magna Exteriors (Bohemia), s. r. o., která se zaměřuje na výrobu plastových komponentů do automobilů. Tento podnik na trhu působí více než 70 let a je významným dodavatelem plastových dílů do největších automobilek. Simulace budou prováděny konkrétně pro závod Nymburk, kde bude probíhat výroba plastových dílů na automobily značky BMW.

Cílem této práce je vyhodnocení a výběr dvou principů řízení lakovny. Zvoleným optimalizačním kritériem je minimalizace skladové zásoby a minimální velikosti skladu. Pro posouzení jsou použity zmíněné počítačové simulace.

Prvním modelovaným principem je metoda řízení lakovny na základě limitů skladu. Pokud bude stav zásob pod určitou hladinou, bude vyrobena daná zásoba. Pokud však bude stav zásob nad svojí maximální hranicí, bude doplněna zásoba, která má největší odběr. Takto definovaný proces je charakteristický pro řízení tahem. Druhým modelovaným principem je metoda řízení na základě zákaznických odvolávek. V tomto případě je nutností znát tyto odvolávky na určitou dobu dopředu, což odpovídá principu řízení tlaku.

Od vybraného principu řízení se pak bude odvíjet celý proces výroby. Dílčím cílem je vybrat ten nejvhodnější, poukázat na rozdíly mezi nimi, aby bylo dosaženo požadovaných výsledků. Procesem výroby je v tomto případě řetězec na sebe navazujících článků od řízení lakovny, přes lakovnu, sklad až po finální montáž a expedici zákazníkovi.

V automobilovém průmyslu se využívá sofistikovaného systému řízení, Just In Time (JIT), což představuje zásobování bez skladování. Proto i výroba musí tomuto principu odpovídat.

Práce obsahuje několik grafických zobrazení, která vizualizují vstupní data, dle kterých se simulace řídí. Ukazují také rozdíly mezi jednotlivými principy řízení. Takto stanovené rozdíly pak napomohou rozhodnout, která metoda bude v dané situaci a v podmínkách podniku výhodnější.

1 PODNIKOVÉ PROCESY

Svět se mění a roste rychlostí a způsobem, který v historii nemá obdoby. Díky takovým změnám lidé posouvají hranice. Podniky a jejich veškeré procesy budou postupně vystaveny tlaku stoupající poptávky a nestabilní nabídky. Proto je klíčem ke zvládnutí těchto situací je nabídnout zákazníkům co nejlepší produkty a služby. Tyto požadavky vedou ke snaze řídit podnikové procesy co nejlépe a dosahovat tak nejlepších výsledků. (Chad, 2013)

Procesem se rozumí sled činností, při kterém aktivně působí obsluhující personál, a to jak intelektuálně tak i manuálně na postupně vznikající předmět či službu. Takový předmět či služba přinášejí hodnoty pro zákazníky, kteří jsou součástí procesu. Je to tedy sled logicky souvisejících činností nebo úkolů, které postupným plněním vytvoří předem definovaný výsledek. (Svozilová, 2011) Popis procesu a jeho jednotlivých částí je velice důležitý pro pochopení celkového fungování podniku. Při popisování procesu se zaznamenávají a shromažďují informace o jednotlivých činnostech a jejich vzájemných vztazích, výkonných procesních rolích, podpůrných systémech procesu. S tím souvisí i parametry, na které se klade důraz, a které musí proces plnit. Jedná se o časové, výkonnostní a kvalitativní parametry. Při zkoumání nebo navrhování procesu se používají celé řady popisných a analytických nástrojů. Například vývojové diagramy, simulační programy, analytické a statistické nástroje.

Na podnikové procesy lze nahlížet z několika úhlů, jako je účel, za kterým se zajišťuje výroba výrobku, nebo se zajišťují služby pro zákazníka. Dále lze na proces nahlížet z pohledu vývoje v čase. Existují dva důležité prvky procesního prostředí. Je to spolupráce lidí, jež se účastní procesu a hodnoty, které jsou vytvářeny, ať už je to pro zákazníka nebo pro podnik. S podnikovými procesy úzce souvisí tzv. procesní toky, které představují sled kroků, činností, událostí, které představují postupně rozvíjející se proces. Zapojuje alespoň dvě osoby a utváří hodnotu pro zákazníka či podnik, v němž se uskutečňuje. Většina procesních toků má začátek a konec uvnitř organizace a procházejí několika vnitřními organizačními jednotkami. Jednotlivé toky mohou probíhat v přímé návaznosti, tedy každý krok je na sobě závislý a vzájemně na sebe navazují anebo také probíhají paralelně, pokud to povaha jednotlivých činností a úkonů dovoluje. (Svozilová, 2011)

1.1 Produkt procesu

Na začátku, každého procesu jsou vstupy, které se v průběhu veškerých činností promění na výstupy, na které čekají zákazníci. Produkt procesu je tedy hmotný nebo nehmotný výstup, který je vytvořen za účelem uspokojení potřeb a přání zákazníků. (Svozilová, 2011)

Potřeba zlepšování podnikových procesů je nezbytností pro každou firmu, pokud se chce udržet na trhu. Podniky jsou nejvíce poháněny svými zákazníky, kteří neustále žádají lepší produkty a služby, a tak podniky neustále uvažují o zlepšení a zdokonalení svých procesů. Tím si pak udrží svou konkurenční pozici na trhu a drží si tak i své zákazníky. Zlepšování procesů začíná jejich samotným porozuměním a měřením. Z toho pak vyplynou podněty k jejich zlepšení. (Řepa, 2007)

1.2 Řízení procesu

„Řízení procesů je činnost, která využívá znalostí, schopností, metod, ale také nástrojů a systémů k tomu, aby identifikovala, popisovala, měřila, řídila, hodnotila a zlepšovala procesy se záměrem efektivního pokrytí potřeb zákazníka procesu. Řízení procesu zahrnuje všechny aktivity, které se jím zabývají z pohledu:

- Definice procesů.
- Stanovení rolí a odpovědností za výsledek procesu.
- Korigování a řízení procesních toků.
- Hodnocení výkonnosti procesů.
- Identifikace příležitostí ke zlepšení procesů, implementace změn.

Řízení procesu je tedy souhrn veškerých činností, které se zabývají každodenním korigováním procesních toků. Zahrnují ale také kontrolou, zda je dosahováno požadovaných výsledků stanoveného plánu na všech úrovních procesu s případně následnou optimalizací výkonu v organizaci. Na všechny tyto činnosti navazují další metody řízení, jako je například projektový management.

S přicházejícím rozvojem informačních technologií se častěji vyskytují automatizované řízené procesy využívající specifické a široce přizpůsobené programy, které se specializují na směřování toku činností.

Programy jsou vytvořeny tak, že generují nejen veškeré údaje popisující současné chování, ale zároveň také informace ukazující rezervy, kterých proces dosahuje a které je nutné odstranit ke zlepšení efektivity. (Svozilová, 2011)

2 LOGISTIKA, LOGISTICKÉ PROCESY

„Logistika je ta část řízení dodavatelského řetězce, která plánuje, realizuje a efektivně a účinně řídí dopředné i zpětné toky výrobků, služeb a příslušných informací od místa původu do místa spotřeby a skladování zboží tak, aby byly splněny požadavky konečného zákazníka.“ K nejčastějším řízeným aktivitám lze zařadit dopravu, skladování, manipulaci s materiály, řízení zásob, plnění objednávek atd. Logistické funkce také mohou zahrnovat vyhledávání zdrojů a nákup, plánování a rozvrhování výroby, ale také balení a kompletaci. Logistika je tedy součástí všech úrovní a plánování realizace. Její řízení je funkcí, která koordinuje a optimalizuje všechny logistické činnosti, které jsou stejně tak provázané s dalšími podnikovými funkcemi, například výrobou, marketingem, prodejem, financemi a informačními technologiemi. (Gros, 2016)

Logistický management se podílí na tvorbě zisku každého podniku. Protínají se zde právě systémy logistiky, ale také rozhodnutí celkového podnikového managementu. Logistický management tak ovlivňuje chody veškerých procesů právě díky schopnosti podniku nahlížet na logistické náklady, ale nejen na ně. Proto, aby byly tyto procesy co nejefektivnější, musí být pochopeny vazby mezi jednotlivými činnostmi. (Jurová, 2016)

2.1 Cíle logistiky

Cíle podnikové logistiky musí vycházet nebo musí být odvozovány z podnikové strategie. Na druhé straně musí být zabezpečena přání zákazníků, s požadovanými úrovněmi kvality s ohledem na minimalizaci celkových nákladů. Logistika má dbát na to, aby byl podnik zásoben tak, jak požaduje z místa dodání, správným výrobkem, ve správném množství, ve správném čase a za minimálních nákladů. (Sixta, 2005)

Základním cílem logistiky, jak již vyplývá z předcházejících kapitol, je optimální uspokojování potřeb zákazníků. Důvodem je právě zákazník, který je nejdůležitějším článkem celého řetězce. Od něj vycházejí veškeré požadavky, informace a zároveň u něj také celý řetězec končí.

Cíle logistiky lze dále také rozdělit na prioritní a sekundární. Prioritní cíle zahrnují cíle vnější a výkonové. Vnější se zaměřují na uspokojování přání zákazníků, kteří je uplatňují a trhu. Tím se přispívá k udržení a dalšímu rozšíření rozsahu realizovaných služeb.

Do této skupiny cílů se řadí:

- Zvyšování objemu prodeje.
- Zkracování dodacích lhůt.
- Zlepšování spolehlivosti a úplnosti dodávek.
- Zlepšování pružnosti logistických služeb.

Nejvýznamnějším požadavkem kladeným na logistiku je zabezpečení spolehlivosti a úplnosti dodávek. Zároveň čas je jedním z nejdůležitějších faktorů a ukazatelů. Veškeré činnosti musí na sebe navazovat. Tím se snižují nároky na skladování, což může dokonce vést i k jeho úplnému odstranění. Výkonovým cílem je pak zabezpečení požadované úrovně služeb, tak aby vše bylo na správném místě, ve správném množství a ve správný čas. (Sixta, 2005)

Na druhé straně jsou pak cíle sekundární, kam se řadí vnitřní a ekonomické cíle. Vnitřní cíle logistiky jsou zaměřeny na snižování nákladů, a to především nákladů na zásoby, dopravu, manipulaci a skladování, výrobu a řízení. Kdežto ekonomické cíle se zaměřují na minimalizaci nákladů přiměřené službám. Jejich optimalizace vede k odpovídající ceně, kterou je zákazník ještě ochoten přijmout a zaplatit v závislosti na vysoké kvalitě výrobku. (Sixta, 2005)

2.2 Logistické činnosti

Logistické činnosti jsou nedílnou součástí dodavatelských nebo logistických systémů. Vymežují soubor aktivit a funkcí, které partneři realizují, aby byly splněny veškeré požadavky zákazníků. Jediné, co nelze do těchto činností zahrnovat jsou technologické operace, které mění materiálové vstupy, jako je změna jejich tvaru, složení a vlastnosti. Existuje mnoho přístupů a názorů, co do logistických činností zařadit. Někteří autoři považují za logistické činnosti například zákaznický servis, prognózování a plánování poptávky, řízení zásob, logistická komunikace mezi podnikovými funkcemi a okolím podniku. Dále také balení, manipulace s materiálem, skladování a zpětnou logistiku. Jiní autoři pak logistické činnosti dělí podle funkcí a operací. Například operace na strategické úrovni - rozhodování o zdrojích. Na úrovni administrativní, realizací toků informací a úrovni operativní, které se zaměřují na skutečnou realizaci hmotných toků.

Jednotlivé funkce a činnosti se navzájem ovlivňují a navazují na sebe. Jejich vhodnou kombinací lze realizovat jednotlivé logistické funkce.

Mezi základní funkce, které každý dodavatelský systém plní lze považovat:

- Plánování na strategické a operativní úrovni
 - na strategické úrovni: rozhodování o logistických cílech; lidské, materiální a finanční zdroje; metody řízení; struktura dodavatelských systémů.
 - na operativní úrovni: příjem, zpracování a sledování procesu objednání, předvídání poptávky, sledování stavu zásob, manipulační a přepravní úkoly.
- Získávání zdrojů – nákup materiálu, surovin, dílů, energií, strojů, výrobků pro jejich transformaci na hotové výrobky nebo poskytování služeb, pro jejich distribuci a realizaci zpětných toků, kam lze zařadit například vrácení obalů, recyklace atd. (Gros, 2015)

Veškeré tyto základní funkce logistiky zahrnují několik činností a operací, se kterými souvisejí tzv. logistické náklady. Mezi logistické náklady lze zařadit například výdaje vynaložené nebo spojené s dopravou surovin, polotovarů, výrobků, komponentů atd., a tvoří tak největší podíl na logistických nákladech v podniku. Doprava probíhá na veškerých úrovních výrobního procesu a je přítomna v každém podniku, ať už se jedná o dopravu mezi technologickými operacemi, ve skladech mezi místy příjmu nebo o skladování a kompletační linky. Tato doprava se nazývá mezioperační. Dále pak existuje doprava meziobjektová, vnitropodniková. Ta probíhá v rámci výrobních, distribučních a skladovacích areálů, nebo také jako doprava fungující mezi prvky dodavatelského logistického systému. Těmito prvky jsou například výrobci surovin a hotových výrobků, prodejny a koneční zákazníci. (Gros, 2015)

Dalším příkladem logistických nákladů mohou být manipulační operace. Ty probíhají ve výrobě, jedná se například upínání dílů do stroje, kontrolní operace, přemísťování strojů atd. Dále s manipulací souvisí operace vyplývající z dopravy výrobků, zejména při nakládce, vykládce, vyprazdňování manipulačních obalů. A na závěr skladové operace, které jsou také součástí logistických nákladů, kdy je se zbožím hýbáno s důvodu naskladňování, vyskladňování, přejímkách zboží.

Poslední skupiny tvořící náklady, které vyplývají z logistických činností, jsou balení a identifikace zboží, kdy zboží musí být přesně označené kódy, návody k použití, informacemi o složení atd. V neposlední řadě pak náklady vynaložené na pomocné operace, jako je mytí, třídění, opravy a zpracování nevratných obalů. (Gros, 2015)

3 VÝROBNÍ PROCES

„Výrobní proces lze charakterizovat jako výsledek cílevědomého lidského chování, kdy použitím výrobních faktorů zajišťuje příslušný transformační proces co nejhodnotnější výstup.“ Výroba pak umožňuje uspokojování potřeb zákazníka vytvořením věcných statků a služeb, tedy výstupů, prostřednictvím účelného využití a kombinování faktorů. Je rozhodující částí hodnototvorného řetězce. Je nutné, aby takový výrobní proces efektivně fungoval, a tím pádem bylo možné realizovat to, co je výsledkem marketingového poznání. Tedy poptávka zákazníka, potřeby zákazníka a technické provedení za pomoci užití technologie. Znamená to dosažení konkurenční výhody a zajištění ekonomické existence firmy. (Tomek, 2014)

Výrobou se rozumí transformace výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb přecházející do spotřeby. Mezi hlavní skupiny výrobních zdrojů se řadí přírodní zdroje (nerostné suroviny, voda, vzduch), práce (lidské zdroje), kapitál (výrobní faktory vznikající v průběhu výroby a využívány v další výrobě) a informace. (Váchala kol., 2013)

Zmíněné výrobní vstupy lze členit několika způsoby, například takto:

- **Elementární** – tyto faktory tvoří fyzickou podstatu výrobního systému a lze je dále rozdělit na:
 - **Potenciální** – do této skupiny lze zařadit například pracovní sílu a výrobní prostředky využívané jako výkonový potenciál v celém procesu.
 - **Spotřební** – zde jsou faktory, které jsou ve výrobním procesu opakovaně spotřebované (materiál tvořící podstatnou část výrobku), dále pak také pomocný materiál, režijní – provozní materiál, a v neposlední řadě obchodní zboží, což jsou nakupované položky, které tvoří součást dodávaného souboru vedle vlastních produktů.
- **Dispozitivní** – management výroby (Váchal a kol., 2013).

Výrobní proces je rozdělen na několik částí, které představují určité operace. První fází výrobního procesu je tzv. předzhotovující fáze, také často nazývána jako předvýroba, kam lze zařadit operace, které předcházejí výrobě, tj. konstrukce, technologie a organizační příprava. Druhou částí výrobního procesu je fáze zhotovující, nazývaná předmontáž. Poslední je fáze dohotovující, tedy montáž. (Tomek, 2014)

Pro úspěšné plnění požadavků, které jsou na výrobní proces kladeny, by měl proces splňovat dvě důležité vlastnosti. První z nich je kapacita, která definuje schopnost výkonu výrobní jednotky nebo výrobního systému v daném časovém úseku. Kapacitu, jako kapacitní jednotku, lze popsat kvalitativními a kvantitativními komponenty a lze na ni nahlížet z různých pohledů. Například jako na kapacitu nabídky a poptávky, kapacitu pracovní síly, kapacitu období, kapacitu výstupů atd. Druhou podstatnou vlastností je elasticita výrobního systému. Tedy schopnost přizpůsobit, přestavit či hýbat výrobními jednotkami při změně pracovních úkolů. I na tuto vlastnost lze nahlížet z kvalitativního a kvantitativního aspektu. Kvalitativní vzniká dle možnosti obsazení výrobního systému alternativními druhy použití. Kdežto kvantitativní, jak už z názvu vyplývá, je zaměřena na schopnost výrobního systému reagovat na množstevní změny v objemu výroby. (Tomek, 2014)

Z ekonomických a společenských hledisek by mělo být cílem dosažení stavu, kdy se efektivně využívají všechny výrobní zdroje. Efektivnost v tomto případě znamená vyloučení plýtvání omezenými zdroji. Ty by se měly ve výrobě využívat takovým způsobem, který se nejvíce blíží cíli podnikání, za což se ve většině případů považuje tvorba zisku. Výrobci jsou díky konkurenci motivováni, aby výrobní faktory využívaly co nejefektivněji, tedy aby bylo požadované množství výrobků vyrobeno s co nejmenší spotřebou výrobních faktorů. (Keřkovský, 2012)

3.1 Typologie výrobního procesu

Každý proces v podniku je jiný a přináší sebou různorodé problémy, ať už se dotýkají jednotlivých činností a kroků procesu, anebo komplexně zasahují celý proces. Je tedy víc než nutné rozlišit výrobní procesy dle různých kritérií, které mohou být východiskem pro vlastní typologii, vytvoření charakteristických výrobních systémů. Mezi nejobecnější množinu kritérií typologie procesů lze zařadit:

- **Princip řízení zakázek** – z hlediska řízení zakázek, jde tento princip rozdělit na další dva okruhy. Prvním typem je řídicí okruh orientovaný na zákaznické zakázky. Tento typ se projevuje zejména u konečné montáže, která se řeší na základě zakázek zákazníků. Celý tento princip se rozvíjí od možnosti a šířky volby, kterou zákazníci mají nadprodukt a s jakým předstihem si dané výrobky či služby objednávají. Bylo by tedy neekonomické, aby podnik vyráběl do zásoby. Je nutné

vycházet z kapacity montážních pracovišť v určitém časovém období, a zda montážní linky mají k dispozici potřebné díly a části. Tento princip tedy bere v úvahu, že zákazník je další fází výrobního procesu. Činnosti předcházející montáž jsou určeny tehdy, pokud mají definitivně stanovený montážní program. Tzn., využívá a je uplatněn princip pull. Druhým okruhem je řídicí okruh orientovaný prognosticky. Zde je všechno založeno na očekávání budoucí poptávky a jednotlivé úseky pracují na základně plánu podle předpovědi, kterou podnik předpokládá, a ne na základně konkrétních zakázek. Výrobky jsou tedy skladovány a následně kontrolovány, zda vyhovují příchozí objednávce.

- **Míra využití technických zařízení a technologií** – v tomto případě se výrobní procesy dělí podle stupně vývoje a využití výrobní techniky. Zda se jedná o výrobu ruční, strojní anebo plně automatizovanou. Druhým způsobem, jak lze výrobní proces dělit, je podle počtu použitých výrobních jednotek, a podle technologie, která ve výrobě dominuje.
- **Technicko-výrobní zaměření** – toto zaměření přiřazuje výrobu k určitému typu podle toho, o jakou část výroby se jedná. Například prvovýroba, druhovýroba, montáž, povrchové úpravy atd.
- **Časová struktura** – při rozlišení časové struktury lze výrobní proces zařadit do různých charakteristik.
- **Prostorová struktura** – velmi úzce spojena s časovou strukturou. Jedná se o organizační formy, které se mohou podřizovat časovým strukturám anebo naopak je umožňovat. Zjednodušeně se tedy jedná o různé základní formy organizace výrobního procesu. Obě formy jsou rozlišeny podle principu výkonu nebo objektu. Tedy dílenskou a proudovou výrobu.
- **Program a rozsah provedených výkonů** – tato typologie je založena na charakteristice strany výstupu z výrobního systému. Důležité je brát v úvahu, o jaký produkt se jedná, o jeho charakteristiku a složitost. Největší význam z tohoto pohledu plní nejen počet druhů výrobků, ale také množství výrobků vyráběných najednou, při jednom projektu výroby. Příkladem může být úzký sortiment, až po výrobu jednoho výrobku anebo víceproduktová výroba. Podle rozsahu provedených úkonů lze rozlišovat na hromadnou, druhovou, sériovou a kusovou výrobu. (Tomek, 2014)

- **Způsob transformace vstupů** – výchozím bodem této typologie je, že výrobní faktory, kterými jsou například materiál, energie, lidská pracovní síla, strojní práce, mohou být nasazeny ve výrobním procesu s různým podílem. (Tomek, 2014)

3.2 Cíle řízení výroby

Cílem se rozumí stav, kterého má být dosaženo. Vedle celopodnikových a strategických cílů, existují i cíle specifické, zaměřující se na jednotlivé činnosti podniku. Cíle řízení výroby by měly vyplývat z cílů podnikové strategie. Pro oblast řízení jsou specifikovány dva základní cíle, a to maximální uspokojení potřeb zákazníků a efektivní využívání disponibilních výrobních zdrojů. Tím, že budou tyto cíle konkretizované, znamená to pro výrobu vysokou technicko-ekonomickou úroveň s kvalitou a tím, co zákazníci požadují. S tím souvisí i včasná realizace inovací, zvyšování konkurenceschopnosti, a také optimalizace spotřeby výrobních faktorů. Důležitými dílčími cíli řízení výroby je integrace a koordinace úsilí pracovníků, ale také zapojených útvarů za účelem dosahování těch nejlepších výsledků. Další dílčí cíle jsou charakterizovány podle konkrétních podmínek vyplývajících z řízení. Patří sem například:

- Jakost a spolehlivost dodávek v závislosti na přání zákazníků.
- Pružnost ve výrobě, schopnost rychlé reakce na a měnící se požadavky zákazníků.
- Zkracování pružných dob výroby.
- Snižování nákladů, zásob.
- Vysoká produktivita.
- Plynulost a rychlost materiálových toků.
- Efektivní využití disponibilních výrobních kapacit.
- Zabezpečení informačních procesů včetně návazností na související subsystémy (Váchal a kol., 2013).

3.3 Řízení výroby

Nedílnou součástí logistického nebo dodavatelského řetězce je řízení materiálových toků ve výrobě, jakožto jádro podnikových funkcí. Pragmatickým pravidlem, které je formulováno japonskými manažery, je tzv. pravidlo šesti W. Spočívá to tedy nejen v odpovědích na šest základních otázek, ale také na jejich vzájemných vazbách. Prioritou v rámci tohoto pravidla, je rozhodování o smyslu výroby a nabízení uvažovaných výrobků. Mezi šest základních otázek úspěšného řízení výroby patří:

- Why – proč máme vyrábět?
- What – co je třeba vyrábět?
- Who – kdo bude vyrábět?
- Which method – jak to budeme vyrábět?
- Where – kde to budeme vyrábět
- When – kdy to budeme vyrábět

Druhým problémem, který musí být vyřešen v rámci řízení výrobního procesu, je volba výrobního programu, který se odvíjí od požadavků zákazníků na základě objednávek. Následujícím krokem v celém procesu je rozhodování o tom, který útvar, závod nebo dílna bude výrobky vyrábět. S tím souvisí i výběr vhodného postupu nebo metody, která bude pro existující varianty výrobních technologií a postupů nejlepší. Lokalizace výroby, tedy na jakém pracovišti, stroji či výrobní lince bude výrobek vyráběn, musí být opět v souladu s požadavky. V neposlední řadě je nutné určit termín zahájení výroby v návaznosti na termín splnění, dodání výrobků zákazníkům. Jedná se o problematiku lhůtového plánování výroby. (Gros, 2015)

K základním problémům řízení výroby je stanovení velikosti výrobní dávky. Působí nejenom na průběžnou dobu výroby, ale také na stupeň využití výrobního zařízení. Má také vliv na stav zásob nedokončené výroby. To celé se pak promítá do provozních nákladů. (Gros, 2015)

Nejdůležitějším bodem je tedy správná definice a funkce jednotlivých procesů. Dodavatelské řetězce zahrnují různé činnosti od příjmu zakázek, nákupu až po finální oblasti, dopravu a distribuci. Všechny tyto činnosti na sebe navazují a proto je důležité je správně definovat a naplánovat. (Myerson, 2012)

4 TAHOVÉ A TLAKOVÉ PRINCIPY ŘÍZENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

V ekonomickém prostředí neustále probíhají změny, které jsou charakteristické stále proměnlivější poptávkou a širším sortimentem dodávaných výrobků. Díky těmto neustálým změnám jsou hledány metody plánování a řízení výroby, které vedou k vytváření podmínek pro zvyšování pružnosti výroby, schopnosti reagovat na změny požadavků zákazníků, a také omezování zásoby hotový výrobků. (Gros, 2015)

Než se přejde k samotné výrobě je potřeba sestavit plán výroby a složek na něj navazujících. Časový horizont, na který je plán sestavován, je stále kratší. Důvodem je rostoucí nepředvídatelnost poptávky, aby plán plnil základní požadavky. Plán by tedy měl být:

- Dynamický – schopný reagovat na změnu podmínek.
- Relativně odolný – vůči náhodným změnám.
- Reálný – respektuje veškerá omezení.
- Komplexní – splní požadavky všech zákazníků (Gros, 2015).

I ty nejkratší plány výroby je třeba dynamicky upravit. Nejenom kvůli měnící se poptávce, ale také díky dalším příčinám, jako jsou například poruchy ve výrobě, nedostatek dílů, surovin apod. Častým postupem je tzv. klouzavé plánování.

Klouzavé plánování je charakteristické v první řadě sestavením a zpracováním plánu, na pár měsíců dopředu, podle veškerých došlých objednávek a požadavků zákazníků, ale také na předpovědích. Podle výsledků plnění plánu v prvním měsíci a podle očekávaných změn je zpracován plán na další měsíce. (Gros, 2015)

Existují čtyři systémy plánování a řízení výroby. Tyto skupiny se liší přístupem, jakým se vyrovnávají s plněním výše zmíněných požadavků na jejich funkci. Zmíněnými systémy jsou:

- Tlačené systémy.
- Tažené systémy.
- Kombinované systémy.

- Další systémy – například vytěžovací (Gros, 2015).

Pro tuto práci budou popsány pouze první dva systémy.

4.1 Tlačené systémy řízení výroby

Nejstarším systémem plánování a řízení materiálových toků, je systém označovaný jako MRP II. Je to v současné době nepoužívanější systém, který vznikl už v 70. letech minulého století v USA. Nejvyžívanější je především v podnicích se složitou strukturou materiálových toků typickou pro následující body:

- Stupňovité procesy – charakteristické realizací několika kroků od výroby polotovarů, dílů, montážních skupin až po výrobu finálního výrobku.
- Nejednoznačné určení polotovarů a dílů, které mohou být nejen vstupy pro další výrobní stupně, ale zároveň hotovými výrobky.
- Výrobou velmi rozsáhlého výrobního sortimentu výrobků – existuje několik variant a nároků na pestré materiálové vstupy.
- Zpětné vazby – polotovary se vracejí na předcházející stupně.
- Sdruženými výrobami – při jednom stupni zpracování vzniká více než jeden výrobek nebo polotovar (Gros, 2015).

Postup těchto systémů lze rozdělit na čtyři základní kroky:

- Výchozím bodem pro sestavení plánu, jsou požadavky zákazníků. Plánovacím obdobím je nejčastěji jeden až tři měsíce.
- Bilanční metodou se určí, které výrobky, polotovary nebo díly se vyrobí. Z jakého materiálu a jaké energetické vstupy budou třeba zabezpečit pro jejich splnění.
- Dalším krokem je zpracování bilance kapacitních nároků.
- Poslední bod charakteristický pro tento systém, je bilance nároků na distribuci a plán finančních toků (Gros, 2015).

Pokud výsledek bilančních propočtů odpovídá disponibilním zdrojům, a je postačující, je plán reálný. Pokud by disponibilní zdroje postačující nebyly, je třeba odstranit problémy a navrhnout lepší postupy a celý proces se bude opakovat.

Označení „tlačný“ systém, je z důvodu centrálně rozepsaných úloh v množství a čase. Jedná se např. o úlohy pro výrobní závody, pracoviště, operace. Pokud jsou k dispozici potřebné kapacity, vyrábí se podle rozpisu plánu polotovary, díly, atd. a tlačí se na navazující pracoviště.

Stejně jako každý systém, proces nebo činnost má své výhody a nevýhody. Tento systém není výjimkou. K jeho hlavním nevýhodám patří skutečnost, že je postaven na předpokladech přesně známých požadavků zákazníků. Při realizaci plánu například na příští měsíc, je dle plánu vyroben určitý počet polotovarů podle daného postupu. Pokud dojde ke změně požadavků zákazníka, je třeba sestavit nový plán. Může nastat situace, kdy již vyrobené množství polotovarů nebude odpovídat novým požadavkům zákazníků. Tyto již vyrobené polotovary budou uloženy do skladu pro případ spotřeby v následujícím období. Pokud se tyto situace opakují, dochází k nežádoucímu růstu zásob nedokončené výroby. Mezi další nevýhody lze zařadit:

- Udržování rozsáhlé báze dat, norem spotřeby, kusovníků a s tím souvisí nutnost její neustálé aktualizace.
- Obtížná přizpůsobitelnost různým typům výroby.
- Nezbytnost určení vstupních veličin jako konstant, jelikož systém nemůže pracovat s náhodnými veličinami.
- Nutnost častého přeplánování.
- Opožděná reakce na změny požadavků zákazníků, s tím související pomalá reakce na reálné změny ve výrobě.
- Drahý software (Gros, 2015).

Stejně jako problematických okamžiků má tento systém i několik výhod, kterými jsou například:

- Automatizace velkého množství komplikovaných bilančních propočtů.
- Zavedení databáze potřebných vstupních údajů.
- Rychlost výpočtu umožňující změny plánu.
- Provázanost jednotlivých složek plánu, sledování hodnotových vztahů (Gros, 2015).

4.2 Tažené systémy řízení výroby

Tažený systém, anglicky „Pull systém“. Konec minulého století je typický „odklonem od optimalizace dílčích podnikových funkcí a procesů k integrované optimalizaci toků materiálů, informací a hodnot.“ (Gros, 2015)

Principem tahu je nechat zákazníka diktovat svoji poptávku, kdy má být dodána, doplněna do skladu, aby jeho výroba nastala tehdy, kdy je výrobek požadován. Umožňuje procesu řízení, aby nebyla tvořena předzásoba, prostřednictvím poptávky. Eliminací předzásoby se snižuje plýtvání, formou skladování. Příkladem je flexibilní doplňování položek na regálech obchodu. (Gros, 2015)

Doplňovací systém tahu jsou variantou obecného systému, zaměřenou na automatické vyrovnávání položek zásob. Použití je možné uvnitř procesu, na jeho koncovém bodě, a to tehdy, když se jedná o soustavně opakované a vyrovnané odběry, nebo kdyby krátkodobý nedostatek způsobil problém v zásobování. (Svozilová, 2011)

Hlavním a zároveň nejznámějším představitelem „tažených“ systémů je systém JIT, ale také japonskými výrobci představený výrobní systém pod názvem Kanban, který by měl být méně rozšířenou technologií systému JIT.

4.2.1 JIT systém

Řízení hmotných toků, je systém nebo spíše filosofie, označovaná jako Just in time (JIT), která změnila zásadním způsobem nejen plánování a řízení výroby, ale také řízení celých podniků. Existuje několik přístupů a definic jak tento systém charakterizovat. Jedná se o filosofii postavenou na principu dostat správný materiál, na správné místo, ve správný čas, aby mohl být ihned použit a nemusel být skladován. Zaměřuje se na eliminaci činností, které nepřidávají hodnotu výrobku. (Gros, 2015). Cílem je tedy výroba vysoce kvalitních výrobků s vysokou úrovní produktivity práce a nízkým stavem zásob. Vyrábí se jen to, co je potřebné, s co největší efektivností. To vyžaduje, že materiál bude dodán v co nejmenších dávkách, flexibilně a rychle podle stanovených technologických potřeb. (Váchal a kol., 2013)

Přístup řízení JIT se nejvíce osvědčil ve výrobním odvětví jako účinný prostředek pro zvyšování kvality, produktivity a efektivity, zlepšování komunikace a snižování nákladů a plýtvání. (Kee-hung, 2009)

Jde o způsob uspokojování poptávky po materiálu ve výrobě, nebo hotového výrobku v distribučním řetězci. Jsou přesně dohodnuté a dodržované termíny dodávání. Vše na základě potřeb a požadavků zákazníků. (Váchal a kol., 2013). Jedno z největších uplatnění, a kde byl systém nejdříve rozšířen, je automobilový průmysl, který je na tomto principu založen, aby nemuselo docházet k zastavování linek. Proto je systém JIT vhodný nejen pro hromadnou výrobu. Je spojen s nižšími finančními ztrátami. (Sixta, 2005)

Technologie JIT je náročná na projekci, zavádění a řízení. Měl by být výsledkem důkladně promyšlených a koordinujících opatření ve všech zúčastněných činnostech, článků. Od dodavatelů přes případné distributory až k odběratelům. (Sixta, 2005)

Základními předpoklady, které je třeba splnit a uplatnit v řízení postaveném na JIT systému jsou například:

- 1 Změny nastávají už ve fázi vývoje nový výrobků.
- 2 Zkracování časů na změny výrobního programu.
- 3 Implementace nové organizace pracovišť.
- 4 Uplatnění nových přístupů v řízení kvality.
- 5 Efektivní lokalizace zásob.
- 6 Nastavení nové velikosti přepravní a výrobní dávky.
- 7 Zkracování dodacích cyklů (Gros, 2015).

4.3 Push vs. Pull: Rozdíl mezi výrobními systémy

Charakteristika a použití tahového a tlakového výrobního systému je popsána výše. Nicméně tato část kapitoly je zaměřena spíše na základní a zásadní rozdíly mezi těmito systémy, proč je pull systém nadřazenější vůči push systému atd.

Jak z předchozích definic vyplynulo, push systém znamená výrobu na sklad, kdy výroba není tak úplně založena na skutečných požadavcích a poptávce zákazníků. Pull systém znamená výrobu na objednávku, kde je výroba založena na skutečné poptávce. I přesto, že je tento pohled jednoduchý a snadno pochopitelný, není tak úplně správný. Například

v automobilovém průmyslu je možné vyrábět v pull výrobním systému na sklad. Ne všechny modely automobilů jsou vyráběny přímo pro svého majitele, ale jsou vyráběny pro „náhodné“ zákazníky, kteří se jen tak rozhodnou pro nákup automobilu. Jedná se tedy především o populární modely aut. (Roser, 2017)

Druhým bodem, kde může docházet k rozdílům mezi těmito dvěma systémy je v rozdílném přístupu, na jakém základě jsou činnosti plánování v rámci výroby prováděny. Uvádí se, že tlakový systém a jeho činnosti jsou plánovány na základě předpovědi o situaci trhu, zatímco tahový systém se realizuje na základě skutečné zákaznické poptávky. S tím úzce souvisí i směr toku informací a požadavků. Push systém má centrálně daný plán, ale pull systém má informační tok opačně směřovaný oproti toku materiálovému. Nicméně oba tyto uvedené příklady vychází opět od zákazníka. Ať už se jedná o plány na centrálním plánu, nebo o plány na základě predikce trhu, není možné se rozhodovat bez zapojení zákazníka, bez nějakého minulého vývoje na trhu, i přesto že se jedná o push systém. V závislosti na požadavcích zákazníka a celkových časech zakázek, logistické oddělení udává pokyn k zahájení výroby na sklad nebo výroby na objednávku. (Roser, 2017)

Opravdovým rozdílem mezi těmito dvěma systémy spočívá ve špatném pojmenování pull – tahového systému a push – tlakového systému. Jak je zmíněno v článku „To Pull or Not to Pull“ je tahový výrobní systém ten, který vysloveně omezuje množství nedokončené výroby, které může být uvnitř systému. Tlakový výrobní systém je ten, který nijak toto množství neomezuje. Pokud je tedy množství nedokončené výroby omezováno ve výrobním systému, jedná se o pull výrobní systém, pokud to tak není, jedná se o push. Označení tedy není nijak spojeno s tím, zda jsou informace nebo materiál taženy či tlačeny.

Příkladem může být kapacita daného pracoviště. Pokud jsou všechny plně využity, v tu chvíli nemohou být vyráběny další zakázky, protože to není provozně možné. Samozřejmě také záleží na schopnosti pracovníků, logistiky, kteří mohou nacházet další možnosti, jak i při plných kapacitách dále vyrábět. Správný pull systém zahájí výrobu pouze tehdy, pokud stanovený limit rozpracovanosti nebyl dosažen. (Roser, 2017)

5 KANBAN

Jedná se o historicky první systém, fungující na principu tahu, vyvinutý firmou Toyota v 50. letech minulého století. Tento systém je také znám pod názvem Toyota Production Systems (TPS). Podstatou Kanbanu je rozdělení výroby na regulační obvody, které na sebe navzájem navazují. Jednotlivé výrobní stupně a operace vystupují jako dodavatelé navazujícího stupně a zároveň jako zákazník předcházejícího stupně jdoucí proti směru materiálového toku, (Gros, 2015). Je tedy součástí systému JIT, tedy výroby na výzvu. V celém výrobním procesu musí být implementovány toky, aby zavedení systému Kanban bylo plně možné a úspěšné. Proto musí být pracoviště upravena tak, aby toky mohly správně probíhat a Kanban přinášel pozitivní výsledky. (Sixta, 2005)

Proces plánování začíná v bodě příjmu objednávky zákazníka, a to na posledním stupni. Ten pomocí plánovacího dokumentu, tzv. kanbanové karty objedná potřebné množství materiálu nebo výrobků u přímo předcházejícího pracoviště. Stejným způsobem objednávají ostatní pracoviště potřebné díly u svých „dodavatelů“, tedy předcházejících stupňů obvodu. Tento celý proces postupuje až k první operaci. Po splnění požadovaných objednávek ve stanovených termínech se předají výrobky nebo díly navazujícím „zákazníkům“ s přiloženou kanbanovou kartou. Ta v tomto případě plní funkci dodacího listu. Pokud pracoviště nemá dokončenou objednávku, nemůže předat vyrobenou dávku přecházejícímu stupni, ale také si nesmí vyžádat novou objednávku. Jde o to, aby nedocházelo k hromadění práce na jednom pracovišti. Objednávky jsou přímo promítány do výroby a „řídí výrobu“. (Gros, 2015)

Proto, aby systém fungoval správně, je třeba dodržovat následující pravidla:

- Objednávky pro předcházející stupně jsou vystavovány pracovištěm ve formě kanbanových karet.
- Navazující pracoviště, „zákazník“ musí odebrat objednaný materiál nebo výrobky od předcházejícího stupně.
- Každé pracoviště, „dodavatel“ musí vyrobit a přepravit „zákazníkovi“ spolu s kanbanovou kartou jen objednané množství, zároveň ve 100% kvalitě.
- V momentě, kdy pracoviště nemá objednávku, tedy ani kartu z navazujícího pracoviště, nepracuje (Gros, 2015).

Na těchto pravidlech, která musí být přesně dodržována, závisí úplná synchronizace jednotlivých částí výrobního procesu včetně jeho plánování. Pro tento systém neexistuje žádné předzásobení. Není důvod, který by vedl k výrobě více polotovarů, než si navazující pracoviště objednalo. Pokud je nutné vytvořit pojistnou zásobu, je třeba vystavit kanbanovou kartu. Přeprava jednotlivých materiálů, polotovarů nebo výrobků mezi výrobními stupni, probíhá za pomoci vhodných manipulačních prostředků. Kapacita většinou odpovídá počtu jednotek uvedených na kanbanových kartách (Gros, 2015).

Z takto popsaného systému vyplývá, že Kanban je vhodný pro procesy s jednosměrným materiálovým tokem. Osvědčil se pro díly, které se používají opakovaně. Tento systém je podmíněn změnami v řízení a vysokou odborností pracovníků, která zajišťuje vysokou produktivitu a efektivnost výroby, ale také plynulost provozu. S tím souvisí i vysoká přehlednost (Gros, 2015). Pro výhodnost systému se v praxi začaly hledat možnosti, využít tento systém i na procesy, kdy jednomu výrobnímu stupni dodává díly více „dodavatelů“. Proto byly navrženy tyto dva přístupy:

- V prvním případě pracoviště předá na každé předcházející pracoviště individuální kanbany s počtem požadovaných dílů. V momentě, kdy je výroba na všech předchozích stupních dokončena, přesně podle stanovených požadavků, je objednávka společně dodána. Pokud však dodávka není úplná, vyčkává se na dokončení všech procesů a objednávek, než výrobu splní i poslední z pracovišť. Až poté se společně dodává. Takto dodávající stupně jsou označeny jako **simultánní a synchronizační**.
- Ve druhém případě jsou individuální kanbany vytvořené pracovišti rovnou odesílány na předchozí stupně, a ty je individuálně plní. Kompletační stupeň pak musí čekat na veškeré dodávky, aby mohl začít s výrobou. V tomto případě se jedná o **nezávislé synchronizační stupně** (Sixta, 2005).

Při navrhování systému Kanban do podnikového systému je třeba nejprve vyřešit problém související s vhodným počtem kanbanových karet, především ze dvou důvodů:

- Veškerý počet karet představuje zásobu nedokončené výroby. Tedy čím více karet, tím vyšší je tato zásoba.
- Počet karet má vliv na odolnost systému vůči poruchám. Čím více karet, tím vyšší bude vliv na eliminaci poruch na plynulost materiálového toku.

Pro stanovení počtu kanbanových karet se využívají simulační modely. Ve vhodném softwaru je přesně sestaven model výrobní linky s jednotlivými objednávkami s různým počtem kanbanových karet. V simulačním modelu jsou pak sledovány základní charakteristiky procesu, jako je například odolnost linky proti poruchám, průtok objednávek anebo stav nedokončené výroby. Kanbanové karty nemají využití jen při výrobě jako součást výrobních operací, ale jsou využívány i pro ukládání výrobků do mezioperačních skladů, jako dodávky pro další operace. Proto jsou karty rozděleny na výrobní a přepravní. Jejich součástí je identifikace přepravovaného materiálu, polotovaru atd., název a identifikační číslo. Následně zahrnují označení dodavatele, operace či skladu současně s výrobní nebo manipulační operací, které souvisejí s daným dílem. Poslední podstatnou informací, kterou karty musí obsahovat je minimální velikost dávky a kapacita přepravovaného obalu. (Gros, 2015)

Pokud dojde k poruše jednoho z článků systému a zastaví výrobu, následující článek to okamžitě zpozoruje. Zbylé články to pak zpozorují s menším zpožděním. Problém jednoho pracoviště se stává problémem celého systému. Oprava porouchaného pracoviště nezávisí jen na pracovníkovi daného článku, ale je rozdělena mezi všechny pracoviště, které by musely zastavit výrobu. To zvyšuje šanci vyřešit problém co nejdříve. (Váchal a kol., 2013)

Mezi výhody, které systém Kanban přináší lze zařadit například rychlost procesů, zkracují se dodací lhůty a snižující se náklady na řízení. Dochází ke zlepšování kvality především díky včasnému zjištění chyb. Na další pracoviště jsou předány pouze 100% kvalitní díly. S tím opět souvisejí nižší náklady. Pokud se chyba identifikuje včas, cena za opravu bude nízká, oproti tomu, kdyby chyba byla zjištěna později, v horším případě až u zákazníka. Dále pak kvalifikace zaměstnanců, kteří jsou více motivováni, menší zásoby a jejich oběh, atd.

6 ZÁSoby

Zásoby tvoří nedílnou součást každého výrobního procesu a existují v celém logistickém řetězci. Oblast zásob představuje největší rezervy ve snižování nákladů nejen v provozu, ale také v celém řetězci. Cílem řízení zásob je tedy snaha, aby objem zásob byl co nejmenší, a aby byly udrženy na takové úrovni, aby byla zajištěna nepřerušovaná činnost logistického systému a byla zajištěna optimalizace nákladů.

Ve výrobním procesu lze odvodit různé funkce zásob:

- **Výrobní zásoby** – to jsou zásoby materiálu, který je nakoupen od dodavatelů. Jde tedy o zásoby materiálu od pořízení až do jeho předání do výrobního procesu.
- **Zásoby nedokončené výroby** – ty charakterizují zásoby vlastních polotovarů a polotovarů dodávaných z jiných firem v rámci kooperačních vztahů, které jsou skladovány ve výrobních meziskladech.
- **Zásoby hotových výrobků** – tedy zásoby dokončené výroby, které prošly výstupní kontrolou a jsou připraveny k dodávkám odběratelům

Z hlediska operativního řízení zásob lze zásoby dále dělit podle jejich funkčních složek na:

- **Běžnou zásobu** – jedná se o tu část zásob, která kryje výdej materiálu v období mezi dvěma dodávkami. V průběhu dodacího cyklu zásoby kolísají mezi stavem maxima a minima.
- **Pojistnou zásobu** – zásoby, které kryjí odchylky od plánované spotřeby, od plánované délky dodávkového cyklu. V některých procesech výroby je možné, aby byla pojistná zásoba stejná s minimální zásobou. Pojistná zásoba se pohybuje kolem stálé výše.
- **Technickou zásobu** – to je takové množství materiálu, které kryje nezbytnou potřebu technologických požadavků na přípravu materiálu před použitím v jeho následujícím procesu přeměny. Jedná se například o vysychání dřeva, zrání laku a odlitků, což zajišťuje standardní kvalitu vstupního materiálu.
- **Maximální zásobu** – jedná se o výši stavu zásob v okamžiku, kdy přijde nová dodávka. Zároveň jde o řídicí hladinu, která by neměla být překročena, především směrem nahoru.

- **Minimální zásobu** – je opakem zásoby maximální a představuje tedy stav zásob před dodáním další dodávky, pokud je vyčerpána zásoba běžná. Stejně jako u zásoby maximální, je opět řídicí hladinou, která by ale neměla být překročena směrem dolů.
- Další pak může být havarijní zásoba, sezonní zásoba, objednací a nevyužitá (Tomek, 2014).

Zásoby mají formu vstupů, například materiál, formu polotovarů, což je nedokončená výroba, ale také formu výstupů, které představují hotové výrobky. Přístupy ke každému druhu těchto zásob musí být odlišné a jsou drženy z různých důvodů. Zásoby vstupního materiálu jsou drženy kvůli odlišnému taktu a objemu dodávek od dodavatelů, ale na druhé straně odběrům výroby. Dalším podstatným důvodem proč podniky drží určitý stav zásob, jsou případy nejistot a komplikací ze strany dodavatelů, ale také zvýšení výroby nad rámec plánu. Zásoby nedokončené výroby jsou drženy pro věrné zobrazení přeměny výrobních vstupů na výstupy. Pro zajištění plynulosti slouží trvalý přísun vstupů. Proto jsou tvořeny mezioperační zásoby. To samé platí i pro zásoby hotových výrobků. Opět jsou skladovány z důvodu odlišeného taktu mezi výrobou a expedicí, ale také z důvodu bezpečnosti. (Váchal a kol., 2013)

Kvalita řízení zásob, které procházejí podnikem, mají velký vliv na hospodaření provozu. Management těchto procesů musí mít informace a znalosti o nákladech zásob, úrovni zákaznického servisu, hladině zásob. Kdy a kde, v jaké formě zásoby udržovat ve skladu, jakým způsobem musí být přepravovány atd. Ke splnění cíle zásob jsou používány různé metodické postupy, které představují technická řešení, která určí optimální výši zásob, frekvenci dodávek atd. Na volbu takových systémů má vliv například charakter poptávky po zásobách, tzn., jak zásoba vzniká a o jaký charakter poptávky se jedná. Zda je to jednorázová poptávka nebo zda bude stejnoměrná. Dalším důležitým vlivem je systém toků materiálu v logistickém systému (princip tahu nebo tlaku). (Váchal a kol., 2013)

Volba systému řízení zásob vychází z účelu stanovení zásob v daném provozu, na ekonomických podmínkách podniku, na charakteru potřeby a v neposlední řadě na informačních zdrojích. (Štůsek, 2007)

Díky informačním technologiím dochází k moderním způsobům, jak se dají zásoby řídit. Ve většině případů to souvisí s moderními nástroji plánování výroby nebo analýzou nadbytečných zásob. Tyto metody se využívají ve velkých podnicích. (Bartoška, 2014)

7 SKLADOVÁNÍ

Sklady jsou nedílnou součástí moderních dodavatelských systémů i přesto, že dočasně přerušují toky materiálu. Z toho pak plyne nezbytnost udržovat zásoby, ale i tak je skladování jednou z nejdůležitějších částí logistického systému. I přesto, že jsou tvořeny zásoby, existuje neustálá snaha o implementaci principů řízení usilující o redukci stavu zásob na minimální možnou hranici. Mezi takto řízené principy lze zařadit JIT, JIS a další. Existence skladů má několik účelných důvodů, proč tvořit skladovací kapacity na různých místech dodavatelského systému. (Gros, 2015)

Pro upřesnění, pojem skladování je možné považovat soubor činností spojených s pořízením, udržováním zásob a zejména s dodávkami skladových položek, podle požadavků zákazníka na jakémkoli místě logistického či dodavatelského systému. S tím také souvisí i nezbytné rozhodovací procesy. Skladem se pak rozumí jeden z prvků, který veškeré tyto činnosti a procesy v systémech zabezpečuje a umožňuje překlenout prostor a čas. (Gros, 2015)

Skladování tedy tvoří spojovací článek mezi výrobcí a zákazníky. Zabezpečuje uskladnění veškerých produktů a poskytuje managementu informace potřebné pro řízení, například stav, podmínky a rozmístění produktů ve skladu. Na skladování mají velký vliv různé rozhodovací akce, jako je například vybavenost skladu, včetně jeho řízení, rozsah a centralizace skladů, vlastní nebo cizí skladování, umístění skladu a v neposlední řadě také úroveň zásob, která je ve skladu udržována. (Sixta, 2005)

7.1 Funkce skladů

Funkce skladů prošla velkou změnou v orientaci managementu skladovacích systémů, a to zejména díky zvyšování pružnosti dodavatelských systémů. Historická funkce skladu spočívala především ve funkčnosti skladu jako zásobníku, který fungoval na základě plánem generovaných výrobků, polotovarů atd. Tato funkce je charakteristická zejména z pohledu materiálových toků pro princip tlaku, tedy že sklad je místo, kde končí podle plánem tlačeným způsobem výroby. V tomto případě je podstata skladu spíše pasivní, ale je stále využívána na několika místech dodavatelských systémů. (Gros, 2015)

Nové pojetí skladů spočívá v novém pohledu a vymezení ve smyslu zvýšení úrovně poskytovaných služeb zákazníkům. To znamená, že činnosti, které jsou realizované ve skladu, zvyšují hodnotu pro navazující článek v dodavatelském systému. Sklad tedy obdobně jako výrobce a ostatní prvky dodavatelského řetězce vycházejí z požadavků zákazníka. V takovémto řízení převládá princip tahu, zejména při řízení vstupů. Ve většině případů, ale sklady plní obě výše zmíněné funkce a principy pojetí. (Gros, 2015)

Sklady dále vykonávají i řadu dalších funkcí, které pomáhají nejen řešit rozpory mezi nabídkou dodavatelských partnerů a poptávkou tvořenou zákazníky. Také jde o činnosti související s přesunem zboží, jejich uskladněním a v neposlední řadě jde i o funkci přenosu informací. (Sixta, 2005)

- **Přesun produktů zahrnuje následující činnosti:**

- **Příjem zboží** – tyto činnosti zahrnují veškeré postupy, které souvisejí s příchodem nového zboží do skladu, tedy jeho vyložení, vybalení, zavedení do záznamů, případně jejich aktualizace, ale také kontrola stavu zboží atd.
- **Ukládání zboží** – přesouvání produktů do skladu, uskladňování a jiné přesuny.
- **Kompletace zboží podle objednávky** – podle požadavků zákazníka jsou produkty přeskupovány.
- **Překládka zboží** – s tím souvisí pohyby zboží z místa příjmu do místa, kde bude expedováno, vynechání uskladnění.
- **Expedice zboží** – poslední operací je pak vyexpedování zboží ze skladu, jeho zabalení a přesunutí do dopravního prostředku, kontrola zboží podle objednávek a následné úpravy skladových záznamů (Sixta, 2005).

- **Uskladnění produktů:**

- **Přechodné uskladnění** – je takové uskladnění, které slouží k nezbytnému doplňování základních zásob.
- **Časově omezené uskladnění** – tento typ uskladnění produktů je zaměřen především na zásoby většího množství a jsou drženy zejména z následujících důvodů:
 - Sezónní poptávka.
 - Kolísavá poptávka.
 - Úprava výrobků.

- Zvláštní podmínky obchodu.

- **Přenos informací**

Mezi další důležité funkce skladů, kde jejich úkolem je sladění rozdílných toků lze zařadit:

- **Vyrovňovací funkce** – vyrovnává výkyvy časového rozporu mezi výrobou a spotřebou zboží, tedy množstvím materiálových toků a materiálové potřebě. To může být ovlivněno například sezónní dostupností jak zdrojů, tak i sezónní konečnou spotřebou výrobků. Snaha je také dosáhnout optimální lokalizace skladů. Tím, že se sklady přiblíží místu spotřeby, se zkracují termíny vyřízení objednávek a zvyšuje se tak konkurenceschopnost výrobce. Tato funkce skladu lze nazvat jako geografická vzhledem k tomu, že se řeší místní disproporce. V celém výrobním, skladovacím a přepravním systému dochází ke kapacitním rozporům, kdy kapacita jednoho prvku je vyšší než požadavek prvku navazujícího, a tím pak vznikají kapacitní přebytky, které je potřeba uskladnit.
- **Zabezpečovací funkce** – během výrobního procesu mohou vznikat nepředvídatelná rizika, které se snaží skladování zásob pokrýt. Tyto zásoby lze nazvat jako pojistná zásoba, stejně tak i funkce, kterou sklady v tomto případě plní.
- **Kompletační funkce** – je významnou funkcí skladů, která je dána sortimentním rozporem mezi úzkým sortimentem výrobců a požadavky na ucelené dodávky od různých výrobců.
- **Spekulační funkce** – je funkce skladů, kdy jsou skladovány tzv. spekulativní zásoby. Ty jsou tvořeny z důvodu očekávaných cenových zvýšení na zásobovacích nebo odbytových trzích. Jde tedy o situace, kdy například dojde k výraznému snížení cen materiálu, a proto se výrobce rozhodne nakoupit velké množství materiálu, pro případ, kdyby došlo zase k jejímu zvýšení.
- **Technologická funkce** – ta souvisí s technologickými procesy, zaměřená především na kvalitativní změny uskladněného zboží před dalším zpracováním. Například zrání laku po lakování, kvasné procesy v pivovarech a lihovarech atd. (Gros, 2015)

S funkcemi skladů souvisí také jejich vybavenost z důvodu možnosti skladování různého zboží. Sklady musí být vybaveny adekvátní technologií, systémem řízení, kvalitativními požadavky, počtem pracovníků atd.

7.2 Výhody a nevýhody skladů

Skladování přináší řadu výhod a nevýhod. Mezi přednosti skladování lze zařadit přímý ekonomický efekt, například úspora nákladů, které vyplývají z funkcí skladu. Výhody také přinášející zlepšení úrovně služeb zákazníkům, což může pro podnik přinést zvýšení podílu na trhu a růst tržeb. Sklady mají i řadu nevýhod. Jejich efektivnost ovlivňují především náklady spojené s plněním jejich funkcí, mezi které patří:

1. Odpisy a náklady na údržbu vybavení skladu.
2. Náklady na energie, osvětlení, zabezpečení skladovacích podmínek, které souvisí hlavně potřebami zásob (vytápění, chlazení, klimatizace,...), ale také náklady spojené s provozem manipulačních prostředků.
3. Náklady na obaly a fixační materiál.
4. Náklady na manipulační prostředky jako jsou palety, kontejnery.
5. Osobní náklady a náklady na nakupované služby.
6. Administrativní náklady a náklady spojené s informačním systémem (Gros, 2015).

Pokud se provádí analýza skladovacích nákladů, je potřeba brát v úvahu skutečnost, že většina výše zmíněných položek má povahu fixních nákladů, které nejsou závislé na skladovaném množství a obratu skladu. Mezi jednoznačné fixní náklady lze zařadit například odpisy, osobní náklady, administrativní náklady a také náklady na energie, osvětlení atd. Proto je potřeba při výstavbě skladu dobře uvážit jeho výkonové parametry. (Gros, 2015)

K nákladům je nutné přičíst i ztráty, které jsou způsobené manipulací se zbožím ve skladu, nedodržením skladovacích podmínek, překročením povolené časové rezervy záruční doby, atd. (Gros, 2015)

7.3 Systém tahu vs. systém tlaku v oblasti skladování

V minulosti byla více využívána metoda systému tlaku (push systém), kde plán výroby je založen na kapacitě podniku s předpokladem, že co se vyrobí, to se také prodá. Pokud ale je výroba rychlejší než odbyt, pak se výrobky hromadí ve skladu. Jestliže tato situace nastane a nelze urychlit odbyt produkce, řešením je zpomalení výroby do chvíle, kdy se nabídka nevyrovná poptávce. Skladování pomocí systému tlaku slouží k pohlcení nadměrné produkce a vykonává funkce úschovy produktu. V dnešní době je ale více využíván systém tlaku (pull systém), který závisí na informacích o zákaznických odvolávkách. Tato metoda nepotřebuje vytvářet rezervy. Skladování tak slouží jako místo, kterým výrobky jen procházejí a nabízí tak vyšší úroveň servisu. Je to dáno tím, že jsou zásoby přesouvány blíže k zákazníkovi. (Sixta, 2005)

7.4 Velikost a počet skladů

Jedním z úkolů managementu společnosti je řešení dvou rozdílných záležitostí, kterými jsou velikost a počet skladů. Jsou to vzájemně propojená rozhodnutí, mezi kterými panuje nepřímá úměra. Pokud roste počet skladů, průměrná velikost skladu se snižuje a naopak. (Sixta, 2005)

Velikost skladu určuje několik faktorů. Nejprve je však potřeba definovat jakým způsobem se bude velikosti skladu měřit. Sklady a jejich velikost se hodnotí buď pomocí velikosti skladové plochy, nebo objemem skladového prostoru. Jelikož je dnes možnost využití moderních skladovacích zařízení a je tedy možné skladovat produkty i vertikálně, upouští se od využívání informací pouze o velikosti skladové plochy a začíná se více využívat k měření velikosti skladu hodnoty prostoru v objemových veličinách, tedy v m³. Prostor vyjádřený v jednotkách čtverečných se vztahuje k celkovému objemu prostoru, který je k dispozici a udává tak realističtější pohled na velikost skladu (Gros, 2015). Pro stanovení velikosti prostoru je potřeba zvažovat mnoho faktorů, které jsou v této situaci určující:

- Úroveň zákaznického servisu – s vyšší úrovní se často zvyšují i požadavky na skladovací prostor, čímž se zajistí uskladnění většího počtu zásob.
- Velikost trhu, který bude sklad obsluhovat – čím více prostou trhy, které ovlivňují sklady, bude opět tlak na zvětšování prostor.

- Počet skladovaných produktů – zde záleží na charakteru a počtu produktů, což ovlivňuje opět velikost
- Velikosti skladovaných produktů – čím větší jsou rozměry výrobku, tím větší bude potřeba sklad.
- Používaný systém manipulace s materiálem a pohyb zboží ve skladu – větší sklad se vyžaduje, pokud se používá manuální systém manipulace.
- Typ použitého skladu.
- Celková doba výroby produktu.
- Velikosti kancelářských prostor v rámci skladu.
- Nepředvídatelná nebo kolísavá poptávka – pokud se nedá určit velikost poptávky, podnik je nucen držet vyšší hladinu zásob, což se projeví v potřebě větších skladovacích prostor. Často je tento problém řešen veřejným skladovacím zařízením (Sixta, 2005).

Pokud se bude podnik rozhodovat o počtu skladů, bude brát v úvahu následující čtyři faktory:

- Náklady související se ztrátou prodejní příležitosti, ty jsou pro podnik velice závažné, protože je velmi obtížné je kalkulovat nebo nějakým způsobem předvídat.
- Náklady na zásoby, které se se zvyšujícím počtem skladů zvyšují, protože podnik skladuje určitý, i když minimální objem zásob všech výrobků. To znamená, že se na skladě udržují nejen výrobky s rychlým obrátem ale také s malým.
- Náklady na skladování jsou také typem nákladů, které se při zvětšování skladu zvyšují, protože více skladů znamená větší prostor pro skladování. Nicméně při dosažení většího počtu skladovacích zařízení tyto náklady začnou klesat, zejména tedy pokud si podnik skladové prostory najímá (Gros, 2015).
- Přepravení náklady zpočátku s počtem skladů klesají, následně opět vzrůstají. Je to dáno tím, že pokud je do distribučního systému zahrnuto více skladů, zvyšuje se tak součet nákladů na vstupní a výstupní dopravu. Platí, že pokud se použije menší počet skladů, bude to znamenat nižší náklady na vstupní dopravu (Sixta, 2005).

7.5 Chyby při skladování

Je potřeba, aby management usiloval o odstranění neefektivity, která se může vyskytovat při přesouvání produktů, jejich uskladnění anebo také přenosu informací v rámci skladu. Tyto neefektivity mohou mít různé formy:

- Přebytečná nebo nadměrná manipulace.
- Nízké využití skladové plochy a prostoru.
- Nadměrné náklady na údržbu a výpadky kvůli zastaralým zařízením.
- Zastaralé způsoby příjmu a expedice zboží.
- Zastaralé způsoby počítačového zpracování.

Konkurence na trhu neustále vyžaduje přesnější a preciznější systémy manipulace, skladování, vyhledávání zboží a zdokonalování balení a expedice zboží. Pro provoz skladu je tedy velice důležité najít optimální kombinaci využívání manuálních a automatizovaných zařízení uvnitř skladu. (Gros, 2015)

8 POČÍTAČOVÉ SIMULACE

Společnosti na celém světě jsou poháněny rostoucí konkurencí a globalizací a snaží se si udržet svoji konkurenceschopnost. Snaží se udržet vysokou kvalitu produktů a služeb, nízké výrobní náklady, krátké dodací lhůty a efektivní dodavatelské řetězce s vysokou spokojeností zákazníků. Za tímto účelem se společnosti často spoléhají na zlepšování procesů a opatření na snižování nákladů a přijímají vznikající iniciativy, které jsou široce využívány při navrhování, zlepšování a řešení problémů. Úspěšné nasazení takových iniciativ proto vyžaduje přesné systémové znázornění základních výrobních a jiných procesů. K tomu slouží simulace, které usnadňují lepší prezentaci systémů reálného světa a jejich aplikace pro modelování je využívána jako běžná platforma v nově vznikajících metodách navrhování systémů, řešení problémů a zlepšování. (Al-Aomar, 2015)

V prvé řadě, než bude popsána základní charakteristika počítačových simulací, je potřeba stanovit pojmy, které s tím úzce souvisí. Termín simulovat znamená napodobovat, imitovat. Simulace jako taková pak znamená napodobování činností systému v průběhu času. Kdežto další pojem, který se simulacemi úzce souvisí, je modelování. To se vztahuje k napodobením objektů reprezentující nějaké existující objekty (Mošna, 2001). Pak tedy proces experimentování s modelem je nazýván simulací. V praxi existují modely, které lze rozdělit do následujících skupin:

- **Model umožňující analyzovat reálný systém** – tyto modely konkretizují a zpřesňují představy o již existujícím systému. Z těchto modelů nejčastěji vzniká úloha identifikace objektu a s ním související vlastnosti a struktura.
- **Modely, jejichž realizace se ještě jenom plánuje** – tyto projekty vznikaly v důsledku projektování a návrhu. Jde o úlohy projektování, konstruování a výroby. Takovéto činnosti jsou prováděny v převážné míře pomocí výpočetní techniky. (Sadoun, 2000)

Simulace je moderní metoda sloužící k analýze složitých podnikových procesů, které obsahují prvky jak náhodného tak i dynamického chování. Mezi takové procesy lze zařadit například výrobní, zásobovací, obslužní, komunikační a další podnikové systémy. Je to v podstatě jediná dostupná metoda, jak takové složité systémy studovat, už jenom z důvodu rozsahu použitelných úloh. Simulace se řadí mezi velice úspěšnou analýzu podnikových procesů. Podniky, které se snaží optimalizovat své procesy právě díky

takovéto technologii, dosáhly nejen finančních úspor, ale také materiálových a personálních. (Douhý, a kol., 2007)

Simulace je taková metoda, která na základě vytvoření počítačového modelu podnikového procesu umožní vedení podniku předvídat jednotlivé situace a celkové chování modelovaného systému při změně ať už vnějších nebo vnitřních podmínek organizace. Optimalizace podnikových procesů je v závislosti na zadaných kritériích, například zisk, náklady, spolehlivost. Dále se pak simulace využívají k porovnání různých alternativ mezi sebou. Je zde možnost prozkoumat různé změny v systému, které mohou nastat, ověřit dopady a důsledky těchto změn a vybrat tak optimální variantu, která je pro podnik žádoucí. Simulační programy běžně kombinují jak slovní, textovou dokumentaci, ale také grafické vyjádření jak vstupů, tak i výstupů. (Dlouhý a kol., 2007)

Modelové představy a vztahy jsou často získány analýzou reálného systému, jehož cílem je vytvoření počítačového modelu. Hranice mezi modelovaným systémem a počítačovým modelem se navzájem prolínají. Některé modely však věrně reprezentují reálné systémy. Velice důležitým požadavkem, který je kladen, je možnost experimentovat s časem (reálným) a tím se pak mohou sledovat reakce modelu na okolí. (Mošna, 2001) V mnoha případech se jedná o jediný způsob jak dané informace, které podnik potřebuje, o systému získat. Pomocí experimentů, které jsou prováděny simulacemi, je možné najít alternativy a vhodné parametry projektovaného zařízení, případně poopravit či doplnit poznatky týkající se systému, který je zkoumán. (Sadoun, 2000)

Největší výhodou počítačových simulací je fakt, že vše probíhá pouze v počítačovém programu a nijak to nezasahuje do chodu podniku. Riziko špatných rozhodnutí je díky simulačnímu modelování minimální. Je to především z důvodu, že pokud je objevena chyba ještě v programovaném modelu, je levnější ji odstranit v počítači, než chyba, která by byla odhalena až při konkrétní realizaci v procesu. (Dlouhý a kol., 2007)

Smyslem simulace je tedy napodobit chod složitého reálného podnikového systému pomocí počítačového modelu, který je pak následně pozorován a je sledováno chování systému. Jelikož jsou výskyty složitých a dynamických procesů hojně rozšířeny, možnosti využití simulací u takovýchto procesů jsou široké a různorodé. U takového modelování platí, že čím složitější je systém, tím více vyniknou výhody simulace, i přesto, že například teorie zásob, teorie hromadné obsluhy a další jsou různými alternativními analýzami téměř

neuchopitelné. Z tohoto důvodu se počítačová simulace řadí jako nejpoužívanější metoda analýzy, při které lze optimalizovat podnikové procesy. (Dlouhý a kol. 2007)

Počítačové simulace se nejčastěji využívají k zobrazení následujících procesů, ukazatelů:

- Využití výrobních kapacit a zdrojů všech druhů v absolutních hodnotách a procentech (provoz, porucha, nečinnost), následně pak grafy, které zobrazují využití zdrojů v čase.
- Minimální, průměrné a maximální doby čekání a délka front vznikající u zdrojů s omezenou kapacitou s tím i související grafy vývoje v čase.
- Spotřeba zásob a jejich pravidelné doplňování a také grafy, které tyto situace přehledně zobrazí.
- Doba trvání jednotlivých činností a operací – minimální, průměrná a maximální doba nebo také celková doba trvání procesu nebo cyklu.
- Počet požadavků (výrobků, služeb, zakázek), které byly obslouženy systémem během simulace. Opět se lze také zaměřit na průměrný počet požadavků, které byly v systému v nějakém daném okamžiku a také na grafy vývoje počtu v čase.
- Počet neobsloužených požadavků, počet závad a reklamací a dále také ztráty způsobené poruchovostí.
- Veškeré náklady (přímé, režijní i celkové) na výrobky, služby, zakázky, procesy, činnosti atd. a veškerá variabilita nákladů minimálních, průměrných a maximálních hodnot. (Dlouhý a kol., 2007)

Do výstupu simulace je třeba dále započítat, kromě tedy souboru ukazatelů popisující výkonové charakteristiky systému:

- Získání dat, která jsou nezbytná pro sestavení simulačního modelu, a která podnik ještě nesledoval.
- Detailní popis podnikového procesu, který například nebyl k dispozici před tím, než byl vytvořen model.
- Možnost vizualizace procesu, což může poskytnout nový pohled na sledovaný proces.
- Důležitým procesem, který se ale těžko měří je proces „učení se“, který nastává u účastníků simulačního projektu během identifikace problémů, formulace cílů, tvorby a interpretace simulačního modelu

Vytvořený model simulace nemusí sloužit jen pro analýzu daného procesu, ale také pro zaškolování pracovníků, dále při změně nebo zavedení nové organizace práce nebo také pro zdokonalování procesu v budoucnosti. (Dlouhý a kol., 2007)

Simulace, aniž by to bylo zřejmé, najdou své uplatnění hned v několika oborech. Jelikož jsou simulace univerzální metodou zkoumání složitých systémů, mohou proto být aplikovány v biologii, medicíně, chemii, technických vědách, vojenství apod.

V praxi se simulace aplikuje na následující procesy nebo operace:

- Optimalizace výrobních systémů různých typů, například strojírenství, potravinářství, anebo chemická výroba, kde cílem je minimalizace nákladů a zkrácení procesu na minimum, anebo také zvýšení produktivity. Dále pak lze simulace využít při zlepšování přidělování zdrojů, příprava projektů nových výrobních systémů, navrhování rozmístění výrobních zařízení v prostoru podniku.
- Analýza logistických procesů v podniku s cílem snížení zásob na minimum, snižování velikosti skladů a snížení rizika vzniku nepokrytí požadavků.
- Optimalizace pravidel skladování. Jedná se například o optimalizaci z hlediska manipulace se zásobami, využití prostoru skladování či vylepšení příjmu a expedice výrobků.
- Systémy řízení zásobovacích procesů – variabilita druhů požadavků a jejich výskytu, ale také rozvrhování výroby.
- Optimalizace obslužných systémů, mezi které patří servis výrobků, prodej výrobků, využití drahých technologií.
- Řízení a plánování rozsáhlých projektů.
- Komunikační systémy, pravidla pohybu dokumentů.
- Finanční plánování a řízení rizik (Dlouhý a kol., 2007).

I přesto, že využití simulace přináší spoustu výhod například úsporu času a finančních prostředků, ale i jiných předností, je nutné počítat s tím, že i takováto technologie má i své nevýhody, se kterými je nutné počítat. Jedná se především o nákladové položky, protože simulace jako program není levná. Mezi nevýhody lze považovat tyto nákladové položky:

- Personální náklady na kvalifikovaného analytika, který je schopen vytvářet simulační modely.

- Komunikace manažerů s analytikem v průběhu řešení projektu.
- Náklady na výpočetní techniku.
- Náklady na simulační program a jiná programové vybavení, což je při použití simulace nezbytná a nezanedbatelná finanční částka.
- Náklady na sběr dat, pokud data, která jsou potřebná k projektu a vytvoření modelu dosud neexistovala (Dlouhý a kol., 2007).

Z ekonomického hlediska, pokud se jedná o jednorázový projekt, je úspornější a výhodnější když ho firma zadá konzultační firmě, než aby se firma do modelování pustila sama, a to nejen kvůli vysokým nákladům na pořízení simulačního programu, ale také pro nedostatečné zkušenosti pracovníků. Výhodu mají v tomto případě větší firmy, ať už využívají pro simulační projekty interní, nebo externí zdroje. Ve větších firmách lze i při menších jednotkových úsporách dosáhnout celkově významných přínosů a to nejen díky rozsahu produkce. Při úspěšném projektu přínosy převýší vynaložené náklady až několikanásobně. Pro malé podniky platí, že by dobře měly zvážit, zda se jim simulační projekt vyplatí, nebo jestli by spíše neměly využít nějakou jednodušší analýzu procesů nebo jiné modelovací nástroje. Tyto varianty jsou pro podnik levnější, ale i přesto mohou zaznamenat přínosy a vést ke změně myšlení a k přístupu řešení problémů. (Dlouhý a kol., 2007)

Nyní bude popsán sedmistupňový přístup k úspěšnému provedení simulace:

- **Formulace problému** - v první řadě je potřeba charakterizovat problém, který se bude řešit, jaký proces bude simulován. Následují schůzky vedení projektu, analytiků simulace a odborníků, kterých se problém týká. Jsou projednávány cíle simulace, kladení kontrolních otázek, měření výkonnosti, rozsah modelu, časový rámeček, atd.
- **Shromáždění informací a dat a sestavení předpokladů, dokumentů** – shromáždění informací a rozvržení provozu a postupů systému, shromažďování dat a parametrů modelu, finanční omezení.
- **Ujištění se, zda je dokument předpokladů platný** – předložení předpokladů, dokumentů projektovým manažerům, analytikům atd. Pokud je zjištěna chyba v dokumentech či předpokladech, musí být před pokračování k dalšímu kroku dokument aktualizován.
- **Naprogramování modelu**

- **Kontrola, zda je naprogramovaný model platný** – pokud se jedná již o existující systém, je třeba ho porovnat se současným a analytici by měli přezkoumat, zda jsou výsledky simulace přiměřené.
- **Návrh, provedení a analýza experimentu** - zhodnocení a analýza výsledků, případné provedení dalších pro doplnění.
- **Závěrečná dokumentace a předložení výsledků simulace** (Law, 2006)

8.1 Simulační program Witness

Tato podkapitola počítačových simulací je zaměřena na konkrétní program, a to program Witness. Je to z důvodu, že praktická část je celá víceméně prováděna pomocí tohoto simulačního programu, a proto zde bude zmíněna základní charakteristika tohoto softwaru.

Witness je software britské společnosti Lanner Group Ltd.. Je to nástroj pro simulaci a optimalizaci výrobních, obslužných a logistických systémů. Využívá se hlavně v oblasti produktů pro interaktivní simulace systémů diskrétních událostí. (Rawles, 1998) Tento moderní modelovací nástroj je stále více využíván v široké škále výrobních a obchodních aplikací. Witness se vyznačuje snadným používáním, dobře navrženými simulačními moduly a integrovanými nástroji pro systémovou analýzu a optimalizaci. (Al-Aomar, 2015)

Přínosy, které přináší produkt Witness:

- Možnost zlepšení organizace týmové práce.
- Sestavení a testování modelu po malých úsecích, což zjednodušuje tvoření modelu, čímž poskytuje možnost identifikace logických chyb a tím tedy vytvoří model spolehlivěji a lépe popisuje reálnou situaci.
- Možnost změny modelu v průběhu simulace.

Systém Witness se v současnosti využívá po celém světě v několika společnostech a v rozsahu i několika odvětví, od výrobních podniků až po banky a letiště. Systém zahrnuje následující možnosti:

- Hodnocení kapitálových produktů.
- Pravidelný běh modelů pro testování výrobních programů.

- Hodnocení alternativních návrhů.
- Zdokonalení existujících zařízení.
- Změnu managementu.

Princip této simulace spočívá ve sledování chování modelu procesu místo toho aby bylo sledováno dynamické chování právě nějakého procesu (objektu), u kterého budou sledovány reakce na provedené organizační nebo technické změny. Takovým modelovaným objektem může být například výrobní linka, systém hromadné obsluhy, sklad nebo také toky informací. (Rawles, 1998)

Výhodami, které může tento systém přinášet je vytváření neexistujících systémů a navrhnout systém, který svým chováním odpovídá představám organizace. Simulace může běžet až několikanásobně rychleji než je reálný čas, což pomáhá vyhodnotit různé varianty rychleji.

Model v programu Witness dynamicky zobrazuje pohyb materiálu, stavy jednotlivých prvků, prováděné operace, využívání zdrojů nebo zákazníků v systému. Zároveň program neustále zaznamenává veškeré změny a události, které v systému nastaly. Podnik má tak veškeré informace nejen o výsledku, ale také o celém průběhu simulace a může tak lépe provést vyhodnocení výkonnosti podle svých daných kritérií. (Rawles, 1998)

9 ANALÝZA VE VYBRANÉM PODNIKU

Pro tuto práci byla vybrána společnost Magna Exteriors (Bohemia) s. r. o., která se zabývá výrobou plastových dílů pro automobilový průmysl.

Jedním ze základních výrobních procesů je JIS montáž, která navazuje na proces lakování. Tento proces musí být v reálné výrobě doplněn o mezisklad, který řeší problematiku sortimentní a kapacitní synchronizace. Právě problematika synchronizace výroby v lakovně a spotřeba JIS montáží je předmětem analýzy.

9.1 Charakteristika vybrané společnosti

Historie společnosti sahá až do roku 1946, kdy v Jablonci nad Nisou vznikla jako národní podnik s názvem Plastimat, zaměřující se na výrobu plastových předmětů různého uplatnění. V roce 1963 byla firma Plastimat přemístěna do Liberce a prošla dále spoustou transformací a změn, až do dnešní společnosti Magna Bohemia, výrobcem a vývojovým dodavatelem plastových systémů, výrobků pro automobilový průmysl se sedmdesátiletou tradicí. Je to člen sítě Magna International se stovkami pracovišť. V České republice sídlí výrobní závody v Nymburce a v Liberci, kde funguje nástrojárna, engineering a ředitelství společnosti. Součástí je odbor vývoje a nových projektů, sloužící jako podpora zahraničních závodů.

Společnost Magna využívá při výrobě unikátních technologií. Ve výrobních závodech je využito přes 230 vstřikovacích strojů pro různé druhy vstřikování. Díly jsou pak následně povrchově upravovány v lakovnách a přesouvány na montážní linky, kde se používají například stroje na děrování a svařování plastů. Celá výroba a montáž je doplněna o robotickou technologii, kde je na minimálním prostoru vyráběno několik modelů najednou. Společnost vyniká výhodou vlastního vývojového centra a možnosti výroby vlastních vstřikovacích forem v nástrojárnách.

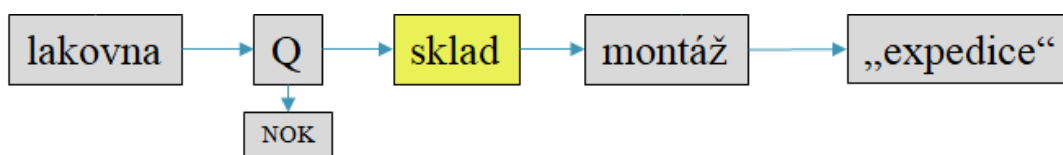
Jak již bylo zmíněno, společnost je zaměřena z převážné části na výrobu plastových dílů pro automobilový průmysl, zejména nárazníky, pásy dveře, mřížky chladiče, dveřní prahy a další drobné součásti jako jsou například víčka palivových nádrží. Tento výrobní podnik je specialistou ve výrobě a spolupracuje s největšími automobilovými značkami a podílí se na uvedení více než 285 modelů, což představuje 66 % celkového trhu. Mezi významné

zákazníky patří společnost Škoda, Wolkswagen, BMW, MAN, Mercedes-Benz, Jaguar, TPCA, Audi atd.

9.2 Základní charakteristika vybraného procesu

Úvodem do praktické části je popsání základních informací týkající se procesů související s lakovnou a jejím plánováním. Konkrétně je sledován proces řízení lakovny pro projekty výroby nárazníků pro modely BMW v závodě Nymburk.

Sledovaný proces, zobrazený na obrázku č. 1, je tvořen výrobou v lakovně, na kterou navazuje výstupní kvalitativní kontrola. OK díly, tedy díly, které jsou shodné s normou a s požadavky zákazníků jsou dopraveny do skladu, kde setrvají po nutnou dobu. Následuje JIS montáž a expedice k zákazníkovi. Předmětem analýzy je zejména nutná velikost skladu při splnění požadovaných podmínek.



Obrázek 1: Schéma procesu

Zdroj: vlastní zpracování

Rozsah skladu mezi lakovnou a JIS montáží výrobků s 35 barvotypy, což jsou možné kombinace typů včetně použitých barev pro modely tohoto konkrétního projektu. Výroba se týká 4 tvarových modelů, které jsou vyráběny v poměru dle požadavků zákazníka, tedy na základě zákaznických odvolávek.

Lakovna funguje na principu pevného lakovacího kola, na kterém jsou rovnoměrně rozmístěny segmenty všech modelů. V každém segmentu lakovna pracuje s 8 skidy (posuvné vozíky opatřené speciálními výměnnými závěsy pro každý jednotlivý typ výrobku).

Sklad je charakterizován množstvím pro jednotlivé barvotypy s předzásobou před zahájením lakování, která zajistí trvalou dostupnost pro montáže. Z technických důvodů je ve skladu sledována doba uskladnění, z důvodu nutného vyzrání laku.

9.2.1 Principy řízení lakovny

Pro systém řízení lakovny je reálné použít dva způsoby řízení:

a) Lakovna je řízena principem segmentového kola s volbou barvy v příslušném segmentu na základě podmínky aktuální minimální poměrné skladové zásoby příslušného barvotypu. Poměrná velikost skladové zásoby je poměr mezi skladovou zásobou a odvolávaným množstvím v uvažovaném výhledu odvolávek zákazníka.

Tento princip vychází ze znalosti odvolávek zákazníka na určitou dobu dopředu. Systém evidence skladu umožňuje sledovat aktuální skladovou zásobu ve všech položkách (barvotypech). V okamžiku vstupu segmentu lakovacího kola do lakovny, software automatického řízení vyhodnotí hodnoty poměrné skladové zásoby. Ta je určena poměrem mezi skladovou zásobou a požadavky zákazníka. Vzhledem k tomu, že segment lakovacího kola obsahuje konkrétní typ výrobku, software provede výběr pouze použitelných barvotypů z celého sortimentu, týkající se právě daného typu výrobku v segmentu. Pro lakování bude vybrán ten barvotyp, který má nejhorší hodnotu poměrné skladové zásoby a určuje tak barvu, kterou bude sledovaný segment lakován. Uvedený princip řízení lakovny je za daných podmínek podobný systému řízení tlaku.

b) Lakovna je řízena principem segmentového kola s volbou barvy v příslušném segmentu na základě odběru a stavu skladu s tím, že jsou zadány limity pro maximální stav skladu. Pokud je stav pod limitem maximálního stavu, je upřednostněn barvotyp s minimální zásobou. Pokud je stav skladu nad limitem, je upřednostněn barvotyp s maximálním odběrem.

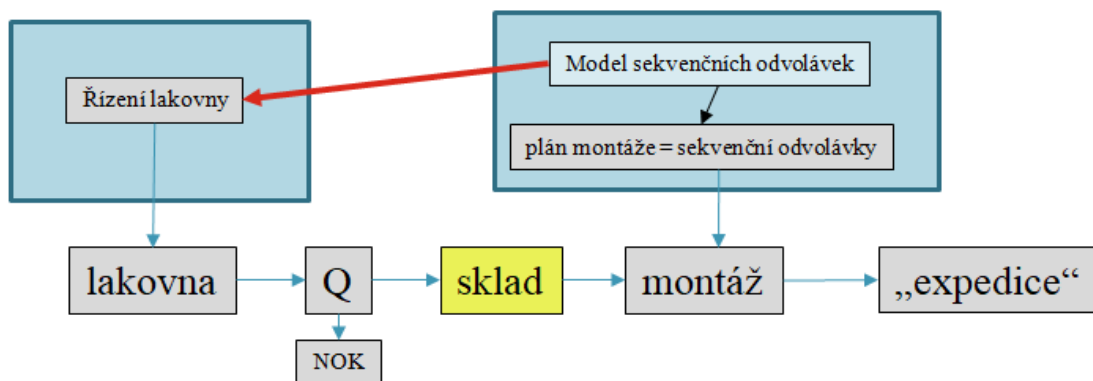
Tento princip naopak vychází z předpokladu řešení řízení lakovny bez nutnosti dostatečného výhledu odvolávek. K dispozici je aktuální stav a oděry ze skladu za sledované období. Software automatického řízení lakovny vyhodnotí v okamžiku, kdy segment lakovacího kola vstoupí do lakovny, stav skladu pro všechny možné barvotypy odpovídající danému typu, který obsahuje segment. Pokud existují barvotypy, které jsou pod limitem maximálního stavu, je k lakování vybrán ten barvotyp, který má minimální skladovou zásobu a od něj je odvozena barva. Na druhou stranu pokud neexistuje odpovídající barvotyp se skladovou zásobou pod limitem maximálního stavu, tedy velikost skladové zásoby je nad limitem, je vybrán barvotyp s maximálním odběrem ve sledovaném období, a z něj je odvozena barva. Takto popsaný princip odpovídá systému řízení tahu.

10 NÁVRH A APLIKACE METODIKY ŘÍZENÍ ZALOŽENÉ NA TAHOVÝCH A TLKAOVÝCH PRINCÍPECH

Vývoj řízení a plánování lakovny je řešen pomocí metody dynamických simulací. Konkrétně je řešení vytvářeno v programu Witness Horizon. Simulační model byl vytvořen pro ověření velikosti skladu mezi lakovnou a JIS montáží výrobků. Pro hodnocení byl použit model, který byl vytvořený z procesu zobrazeného na obrázku č. 1.

Vzhledem k tomu, že sériová výroba není ještě zahájena, je potřeba namodelovat i sekvenci odvolávek. Protože zákazník nemá žádná specifika pro strukturu odvolávek, jsou namodelovány v příslušné požadované struktuře odběru (procenta barvotypů) se zcela náhodnou posloupností. Aby mohla být použita simulační metodika, je potřeba mít k dispozici automatizované řízení lakovny. Právě principy řízení lakovny, viz obrázek č. 2, jsou předmětem srovnání v praktické části diplomové práce.

Pro řízení procesu s JIS odběrem bylo nutné navrhnout systém řízení lakovny v automatickém režimu (v praxi pouze s manuálními korekcemi plánu). Řízení lakovny tedy rozhoduje o celém procesu, včetně jeho jednotlivých částí, a to nejen na základě odvolávek od zákazníků, které následně ovlivňují i montáž, ale řízení lakovny musí také brát v úvahu stav skladu, kde je snaha o to, aby byla jeho velikost co nejmenší. Po důkladném vyhodnocení všech ovlivňujících zmíněných faktorů, řízení lakovny rozhodne, jaká barva bude pro lakování výrobků použita.



Obrázek 2: Logické schéma modelu
Zdroj: vlastní zpracování

Pro realizaci daného modelu v počítačové simulaci, je nutné vytvořit vstupní tabulku, kde budou zaneseny veškeré potřebné údaje ovlivňující model. Vstupní tabulka je naznačena na obrázku č. 3. Údaje v ní uvedené jsou pouze orientační. Je nutné ještě uvést, že simulace probíhá 6 dní.

		předzásoba		výpočtová	D1	D2	D3	D4	D5	nezralost laku	sklad konec	limity*
takt_lak [s]	61	BT	ks	NOK [%]	NOK [%]					30	1923	
prub_doba_lak [hod]	4,5	1	175	12,5	20	20	20	20	20	0	134	175
tg_doba [hod]	16	2	85	12,5	20	20	20	20	20	0	81	85
zacatek_lak [hod]	19,5	3	45	12,5	20	20	20	20	20	0	35	45
zacatek_mont [hod]	24	4	20	12,5	20	20	20	20	20	0	20	20
SEQ: F40+48 1416-1		5	15	12,5	20	20	20	20	20	0	13	15
		6	40	12,5	20	20	20	20	20	0	39	40
		7	20	12,5	20	20	20	20	20	0	32	20
		8	85	12,5	20	20	20	20	20	0	96	85
		9	40	12,5	20	20	20	20	20	0	51	40
takt montáže [s]	61	10	30	12,5	20	20	20	20	20	0	46	30
denní odběr [ks]	1416	11	120	12,5	20	20	20	20	20	0	87	120
rozsah odvolávek [ks]*	500	12	75	12,5	11	11	11	11	11	0	78	75
posuv odvolávek [s]*	61	13	40	12,5	11	11	11	11	11	0	40	40
		14	10	12,5	11	11	11	11	11	0	28	10
		15	10	12,5	11	11	11	11	11	0	34	10
		16	40	12,5	11	11	11	11	11	0	26	40
		17	60	12,5	11	11	11	11	11	0	48	60
		18	85	12,5	20	20	20	20	20	0	77	85
		19	70	12,5	20	20	20	20	20	5	71	70
		20	45	12,5	20	20	20	20	20	0	32	45
		21	15	12,5	20	20	20	20	20	0	29	15
		22	20	12,5	20	20	20	20	20	4	13	20
		23	20	12,5	20	20	20	20	20	0	14	20
		24	40	12,5	20	20	20	20	20	0	49	40
		25	75	12,5	20	20	20	20	20	12	49	75
		26	65	12,5	20	20	20	20	20	6	56	65
		27	50	12,5	20	20	20	20	20	3	57	50
		28	15	12,5	20	20	20	20	20	0	40	15
		29	15	12,5	20	20	20	20	20	0	38	15
		30	165	12,5	20	20	20	20	20	0	145	165
		31	85	12,5	20	20	20	20	20	0	86	85
		32	25	12,5	20	20	20	20	20	0	27	25
		33	70	12,5	20	20	20	20	20	0	67	70
		34	85	12,5	20	20	20	20	20	0	99	85
		35	75	12,5	20	20	20	20	20	0	86	75

1930

Obrázek 3: Vstupní tabulka simulačního modelu

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

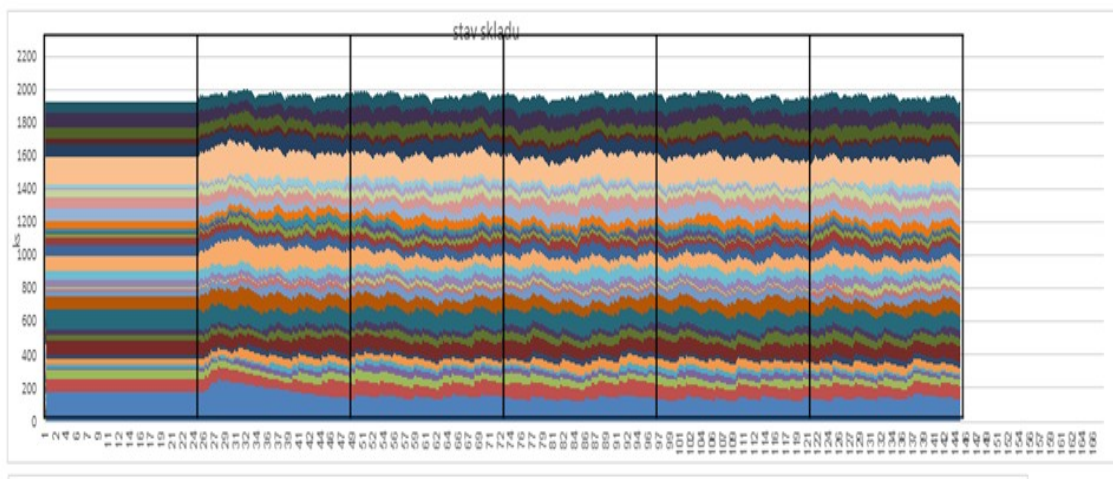
První sloupec tabulky zaznamenává vstupní údaje pro simulaci. Taktem lakovny se rozumí, počet sekund, který je potřeba k nalakování jednoho výrobku. Průběžná doba lakování je počítána od vstupu výrobku až po jeho výstup. Další podstatnou hodnotou je doba zrání laku, uvedená v hodinách, tzn., jakou dobu musí výrobek setrvat ve skladu, než bude předán do montáže. Zvýrazněným modrým řádkem je označení sekvence.

Proto, aby se odlišil vybraný princip řízení lakovny, je ve vstupní tabulce vybrán buď princip řízení tlakem, tedy na základně zákaznických odvolávek, anebo princip tahu, který je zaměřen na limity skladu.

Podobné údaje jsou uvedené níže i pro montáž. To je takt montáže, což je čas potřebný k montáži výrobku. Pak denní odběr výrobků z montáže, rozsah odvolávek souvisí s jedním z principů řízení lakovny, kde je potřeba znát dopředu určitý počet odvolávek zákazníků. Posledním podstatným údajem uvedeným v levé části tabulky je koeficient předzásoby, který naznačuje velikost počáteční zásoby ve vztahu k daným odvolávkám.

Jak již bylo zmíněno, je potřeba mít určitou velikost předzásoby barvotypů, která zajistí trvalou dostupnost pro montáž. To ukazují následující dva sloupce, kde je označen číslem barvotyp (BT) a počet kusů tvořící předzásobu. Barevné sloupce v tabulce naznačují zmetkovitost lakovny. Oranžový udává předpokládanou zmetkovitost, kdežto žlutý naznačuje zmetkovitost skutečnou. Následující sloupec, nazvaný nezralost laku značí počet dílů konkrétního barvotypu, který překročil nastavenou výchozí hodnotu.

Výstupem z modelu jsou tři odlišené grafy, které zobrazují kolísání stavu zásob ve skladu a jejich setrvání. Výsledek simulace tedy ukazuje působení řízení lakovny jako regulačního mechanismu, který udržuje zásobu dílů na potřebné výši. Výsledkem je velikost skladu a počet dílů, které nesplňují parametr minimální doby ve skladu (zrání laku). Výstupní grafy jsou označeny jako obrázek č. 4, 5, 6.



Obrázek 4: Kolísání skladových zásob

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Obrázek č. 4 znázorňuje stav skladu v jednotlivých dnech simulace. Jak již bylo zmíněno výše, simulace probíhá 6 dní. První den je stav skladu bez kolísání a je stanoven předzásobou a slouží k uvedení modelu do simulace. Proto je jeho stav konstantní. Následující dny jsou pak viditelné pohyby zásob ve skladu, kdy dochází nejen k uskladňování, ale také k odebírání výrobků do montáže.

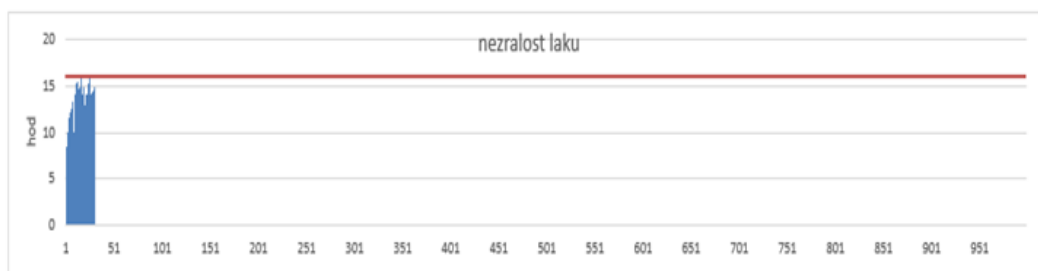
Obrázek č. 5 zobrazuje nezralost laku, konkrétně, ve kterých dnech dochází k předání výrobku do montáže dříve, než uplynula potřebná doba zrání laku ve skladu. Modré trojúhelníky značí okamžik, kdy byl ze skladu expedován díl, jehož hodnota zrání nebyla dosažena. Červená přímka značí hodnotu doby zrání výrobků ve skladu, která byla stanovena ve vstupní tabulce, a měla by být dodržena. Posledním údajem tohoto grafu jsou černé tečky, které naznačují dobu setrvání ve skladu v daném dni. Jelikož se některé tečky nacházejí pod červenou linií, znamená to, že výrobky opustily sklad dříve, než byla stanovená hodnota zrání.



Obrázek 5: Nezralost laku

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Posledním výstupním grafem plynoucí ze simulace je také zobrazení nezralosti laku, nicméně rozdílem od grafu předchozího (obrázek č. 5), je konkrétní ukázání hodnot, kolik času (hodin) strávily jednotlivé výrobky ve skladu, a zda byla dodržena, nebo o kolik hodin byla porušena potřebná doba zrání. Červená linie opět naznačuje stanovenou hodnotu zrání a modrá plocha naznačuje kolísání doby zrání jednotlivých zásob výrobků. To vše je zobrazeno na obrázku č. 6.



Obrázek 6: Nezralost laku 2

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

10.1 Aplikace metod řízení lakovny

Tato podkapitola je založena na aplikaci výše zmíněných principů řízení lakovny a to pomocí počítačové simulace, která pomůže vyhodnotit, zda je pro podnik lepší řídit lakovnu metodou tahu anebo tlaku.

V prvé řadě, co bude pro simulaci stěžejní, budou hodnoty uvedené ve vstupní tabulce, která již byla pospaná obrázkem č. 3. Tyto hodnoty budou ovlivňovat výsledek celé simulace. Neměnným faktorem ve vstupní tabulce bude technologická doba, tedy doba zrání laku ve skladu, uvedená v hodinách. Pro všechny provedené experimenty je hodnota setrvání výrobků ve skladu stanovena na 15 hodin. Tento čas by neměl být překračován, ale také by neměl být nižší, aby nevznikaly špatné kusy (zmetky). Dalšími hodnotami, které zůstanou pro všechny provedené experimenty stejné, je takt lakovny v hodnotě 61 sekund. Průběžná doba lakování bude stanovena 4,5 hodiny. Takt montáže činí 58 sekund. Denní odběr výrobků, které plynou do montáže je 1276 ks. Stanovený rozsah odvolávek je 500, což souvisí s jedním z principů řízení lakovny, kde je potřeba znát určitý počet odvolávek dopředu. Faktor, který se bude měnit a bude tak pro každý experiment jiný, bude koeficient předzásoby. Ten, jak již bylo nadefinováno výše, určuje velikost počáteční zásoby ve vztahu k daným odvolávkám. Je to většinou násobek denní spotřeby. Od hodnoty předzásoby bude odvozena i velikost konečné skladové zásoby, která vyjde pro obě metody stejná, vždy pro každý daný koeficient a to z důvodu, že je to součtová hodnota všech výrobků. Liší se pak v počtu zastoupení u jednotlivých barvotypů. Co dále zobrazí vstupní tabulka, bude vybraná metoda řízení lakovny, podle které budou prováděny experimenty.

Rozhodujícím výsledkem, který bude vypočten simulací, je počet špatných kusů (zmetků), který bude následně porovnáván i s velikostí skladové zásoby. Počet výrobků, které nebudou v pořádku v závislosti na době zrání laku, se zobrazí pomocí grafů, které popisovaly obrázky č. 5 a č. 6, kde se určí i v jakých dnech a o kolik hodin nebyla dodržena zadaná hodnota zrání 15 hodin. Posledním výstupem simulace bude i graf na obrázku č. 4, který jak již bylo zmíněno, znázorňuje kolísání skladové zásoby.

Konkrétně bude provedeno 10 experimentů. Z toho bude 5 experimentů pomocí metody tahu a 5 experimentů pomocí tlaku. Je nutné, aby byl proveden alespoň takovýto počet experimentů, aby byla zajištěna prokazatelnost výsledku. Cílem tedy bude, jak již bylo

zmíněno zjištění, která metoda bude vhodnější pro řízení lakovny, aby byla zajištěna minimální velikost skladu. Je nutné zmínit, že velikost skladu je funkcí předzásoby, stejně tak je i nezralost laku výrobků závislá na předzásobě. Pro lepší porovnání výhodnosti obou metod řízení lakovny, se bude uvažovat o víceméně konstantním počtu nezralých výrobků, aby se dala dobře porovnat velikost skladu. Z toho tedy dále vyplývá, že pokud bude brána v úvahu neměnnost počtu špatných výrobků, je zároveň velikost skladu závislá právě na počtu výrobků s nevyzrálým lakem.

10.1.1 První experiment

Následující odstavce budou popisovat a ilustrovat průběh simulace pro zjištění potřebných výsledků k porovnání obou metod. Pro dokonalé grafické srovnání principů řízení lakovny budou vždy pod sebou zobrazeny výsledky simulace pro danou konkrétní velikost koeficientu předzásoby.

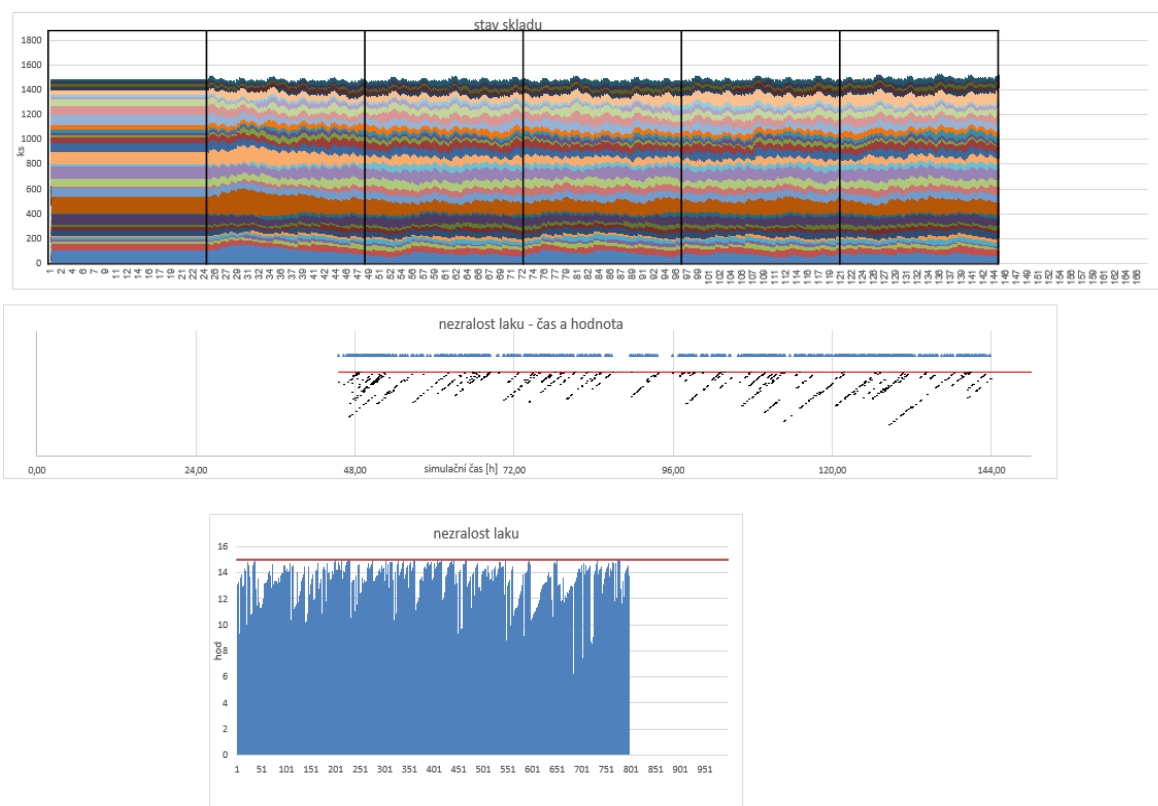
		předzásoba		výpočtová	D1	D2	D3	D4	D5	mezrállost laku	sklad komer.	limity	MAX
takt_lak [s]	61	BT	ks	NOK [%]	NOK [%]					797	1521		
prub_doba_lak [hod]	4,5	1	105	10	7	7	7	7	7	148	54	105	
tg_doba [hod]	15	2	50	10	7	7	7	7	7	13	52	50	
zacatek_lak [hod]	19,5	3	25	10	7	7	7	7	7	2	27	25	
zacatek_mont [hod]	24	4	10	10	7	7	7	7	7	0	11	10	
SEQ: F40+48 1276		5	25	10	7	7	7	7	7	0	33	25	
		6	10	10	7	7	7	7	7	0	25	10	
Řízení Limity		7	45	10	7	7	7	7	7	9	49	45	
		8	25	10	7	7	7	7	7	1	23	25	
		9	20	10	7	7	7	7	7	0	35	20	
takt montáže [s]	58	10	75	10	7	7	7	7	7	21	54	75	
denní odběr [ks]	1276	11	15	10	7	7	7	7	7	0	28	15	
rozsah odvolávek [ks]*	500	12	135	10	7	7	7	7	7	41	100	135	
posuv odvolávek [s]*	58	13	65	10	7	7	7	7	7	0	60	65	
		14	15	10	7	7	7	7	7	0	67	15	
koef. předzásoby	1,1	15	65	10	7	7	7	7	7	0	54	65	
		16	100	10	7	7	7	7	7	20	78	100	
		17	15	10	7	7	7	7	7	0	46	15	
		18	95	10	7	7	7	7	7	205	50	95	
		19	75	10	7	7	7	7	7	65	70	75	
		20	50	10	7	7	7	7	7	2	52	50	
		21	15	10	7	7	7	7	7	0	12	15	
		22	20	10	7	7	7	7	7	1	22	20	
		23	20	10	7	7	7	7	7	0	39	20	
		24	40	10	7	7	7	7	7	0	40	40	
		25	80	10	7	7	7	7	7	159	70	80	
		26	75	10	7	7	7	7	7	98	59	75	
		27	55	10	7	7	7	7	7	2	60	55	
		28	15	10	7	7	7	7	7	0	21	15	
		29	15	10	7	7	7	7	7	0	26	15	
		30	40	10	7	7	7	7	7	0	94	40	
		31	20	10	7	7	7	7	7	4	28	20	
		32	10	10	7	7	7	7	7	0	18	10	
		33	20	10	7	7	7	7	7	1	27	20	
		34	20	10	7	7	7	7	7	4	16	20	
		35	20	10	7	7	7	7	7	1	21	20	

1485

Obrázek 7: Vstupní tabulka 1. experimentu (limity)
Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

První část prvního experimentu je provedena pro princip řízení lakovny na základě limitů a odpovídá metodě řízení tahu. Vstupní tabulka (obrázek č. 7) zobrazuje potřebné údaje pro první experiment. Faktory, které jsou fixní pro všechny experimenty, jsou vypsány

v odstavci výš. Hodnota koeficientu předzásoby je pro první experiment stanovena na 1,1. Hodnota předzásoby skladu je ve velikosti 1485 ks různých barvotypů. Výsledek simulace prvního experimentu naznačuje, že po doběhnutí 6-ti denního cyklu by se nevyzrállost laku vyskytovala na 797 ks výrobků. Například u barvotypu 25 je výskyt nevyzrállosti laku ve velikosti 159 výrobků a u barvotypu 18 až dokonce 205 výrobků, což lze také vyčíst z obrázku č. 7. Konečný stav skladu by činil 1521 ks výrobků. Vývoj skladové zásoby v průběhu simulace naznačuje první graf obrázku č. 8., kde je zřejmé, že po celou dobu byl stav skladu víceméně konstantní a rozdíl počáteční a konečné zásoby činí 36 výrobků, což se dá považovat za ideální stav skladu. Zbylé dva grafy obrázku č. 8 pak zobrazují výskyt špatných výrobků. Je jasné, že v průběhu celé simulace docházelo k situacím, kdy nebyl lak zcela vyzrálý. Každý den došlo k porušení daného limitu hned u několika různých barvotypů. V některých případech stanovený limit 15 hodin nebyl dodržen až o 9 hodin, to znamená, že výrobky opouštěly sklad a byly předávány do montáže už po 6-ti hodinách skladování. Celkově je z třetího grafu patrná rozkolísanost nezralosti laku, jen v minimálních případech byly výrobky skladovány 15 hodin, podle daného limitu zrání.



Obrázek 8: Výsledné grafy 1. experimentu (limity)

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Druhá část prvního experimentu se zaměřuje na princip řízení lakovny na základě odvolávek zákazníků nikoli na základně limitů ve skladu a odpovídá tak metodě řízení tlaku. Obrázek č. 9 opět charakterizuje vstupní tabulku pro tuto část experimentu. Vstupní údaje jsou totožné jako v předchozí části. Koeficient předzásoby je stanoven na 1,1. Hodnota předzásoby je opět 1485 ks. Stejně tak i ostatní faktory zůstaly nezměněné.

		předzásoba		výpočtová	D1	D2	D3	D4	D5	nezralost laku	sklad konec	limity
takt_lak [s]	61	BT	ks	NOK (%)	NOK (%)					470	1521	MAX
prub_doba_lak [hod]	4,5	1	105	10	7	7	7	7	7	29	82	105
tg_doba [hod]	15	2	50	10	7	7	7	7	7	10	58	50
zacatek_lak [hod]	19,5	3	25	10	7	7	7	7	7	4	21	25
zacatek_mont [hod]	24	4	10	10	7	7	7	7	7	0	20	10
SEQ: F40+48 1276		5	25	10	7	7	7	7	7	0	21	25
		6	10	10	7	7	7	7	7	0	11	10
Řízení Odvolávky		7	45	10	7	7	7	7	7	9	39	45
		8	25	10	7	7	7	7	7	5	28	25
		9	20	10	7	7	7	7	7	2	17	20
takt montáže [s]	58	10	75	10	7	7	7	7	7	14	71	75
denňí odběr [ks]	1276	11	15	10	7	7	7	7	7	0	23	15
rozsah odvolávek [ks]*	500	12	135	10	7	7	7	7	7	0	144	135
posuv odvolávek [s]*	58	13	65	10	7	7	7	7	7	0	55	65
		14	15	10	7	7	7	7	7	0	19	15
koef. předzásoby	1,1	15	65	10	7	7	7	7	7	0	68	65
		16	100	10	7	7	7	7	7	10	100	100
		17	15	10	7	7	7	7	7	0	19	15
		18	95	10	7	7	7	7	7	52	80	95
		19	75	10	7	7	7	7	7	94	61	75
		20	50	10	7	7	7	7	7	34	62	50
		21	15	10	7	7	7	7	7	0	16	15
		22	20	10	7	7	7	7	7	3	17	20
		23	20	10	7	7	7	7	7	6	22	20
		24	40	10	7	7	7	7	7	0	25	40
		25	80	10	7	7	7	7	7	82	83	80
		26	75	10	7	7	7	7	7	58	66	75
		27	55	10	7	7	7	7	7	53	32	55
		28	15	10	7	7	7	7	7	0	29	15
		29	15	10	7	7	7	7	7	1	28	15
		30	40	10	7	7	7	7	7	0	49	40
		31	20	10	7	7	7	7	7	4	42	20
		32	10	10	7	7	7	7	7	0	17	10
		33	20	10	7	7	7	7	7	0	30	20
		34	20	10	7	7	7	7	7	0	38	20
		35	20	10	7	7	7	7	7	0	28	20

1485

Obrázek 9: Vstupní tabulka 1. experimentu (odvolávky)

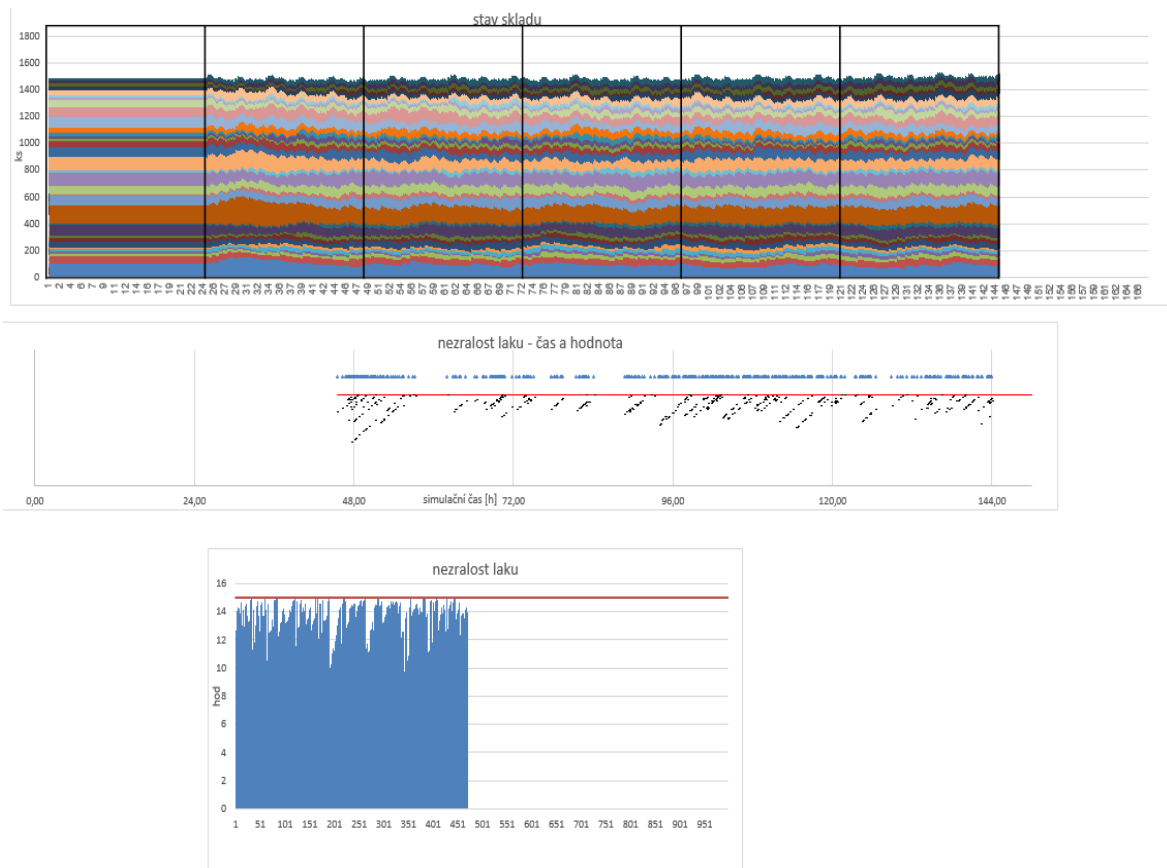
Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Za takto stanovených podmínek je výsledkem simulace 470 ks výrobků s nevyzrálým lakem. Největší počet špatných kusů má barvotyp 19, který má 94 vadných kusů. Hodnota konečného stavu zásob ve skladu je opět 1521 ks. Dle výsledku předchozí části experimentu lze konstatovat, že sklad je opět vyrovnaný a nedocházelo v něm k velkým výkyvům mezi příchody výrobků do skladu s jejich výdejem do montáže. To je naznačené v prvním grafu obrázku č. 10.

Výsledky druhé části prvního experimentu ukazují zbylé dva grafy na obrázku č. 10. Již na první pohled je zřejmé, že výsledky této simulace vyšly lépe než při předchozí metodě. Sice jsou výrobky s nevyzrálým lakem opět rozmístěny v průběhu celých 6-ti dní běhu simulace s tím rozdílem, že počet špatných kusů je výrazně menší. To stejné platí, i pokud

se nevyzrállost laku vyjádří v hodinách. V tomto případě některé výrobky opustily sklad po přibližně 11,5 hodinách, což je o 3,5 hodiny dříve než byla stanovený limit 15 hodin.

V tomto případě jsou výsledky simulace řízení lakovny na základě odvolávek, tedy metodou řízení tlaku lepší než v případě řízení tahu.



Obrázek 10: Výsledné grafy 1. experimentu (odvolávky)
Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

10.1.2 Druhý experiment

Druhý experiment bude vycházet ze stejných neměnných faktorů jako v prvním experimentu. Rozdílem je velikost koeficientu předzásoby. V tomto případě je koeficient ve výši 1,2, pro oba principy. Nejprve bude provedena simulace na princip řízení lakovny na základě limitů skladu. Výchozí údaje budou zobrazeny ve vstupní tabulce, která je charakterizována obrázkem č. 11. Ze vstupní tabulky vyplývá, že počáteční velikost skladové zásoby je 1620 ks výrobků.

		předzásoba	výpočtová	D1	D2	D3	D4	D5	nezralost laku	sklad konc.	limity
takt_lak [s]	61	BT	ks	NOK [%]					428	1656	MAX
prub_doba_lak [hod]	4,5	1	115	10	7	7	7	7	46	86	115
tg_doba [hod]	15	2	55	10	7	7	7	7	8	57	55
zacatek_lak [hod]	19,5	3	30	10	7	7	7	7	0	33	30
zacatek_mont [hod]	24	4	10	10	7	7	7	7	0	30	10
SEQ: F40+48 1276		5	25	10	7	7	7	7	0	27	25
		6	15	10	7	7	7	7	0	20	15
Řízení Limity		7	50	10	7	7	7	7	0	44	50
		8	30	10	7	7	7	7	0	28	30
		9	20	10	7	7	7	7	0	31	20
takt montáže [s]	58	10	80	10	7	7	7	7	7	62	80
denní odběr [ks]	1276	11	15	10	7	7	7	7	0	13	15
rozsah odvolávek [ks]*	500	12	145	10	7	7	7	7	2	110	145
posuv odvolávek [s]*	58	13	70	10	7	7	7	7	0	65	70
		14	15	10	7	7	7	7	0	67	15
koef. předzásoby	1,2	15	70	10	7	7	7	7	0	59	70
		16	110	10	7	7	7	7	0	88	110
		17	20	10	7	7	7	7	0	51	20
		18	100	10	7	7	7	7	146	52	100
		19	80	10	7	7	7	7	36	59	80
		20	50	10	7	7	7	7	2	53	50
		21	15	10	7	7	7	7	0	12	15
		22	25	10	7	7	7	7	0	27	25
		23	25	10	7	7	7	7	0	44	25
		24	45	10	7	7	7	7	0	45	45
		25	90	10	7	7	7	7	107	79	90
		26	80	10	7	7	7	7	56	76	80
		27	60	10	7	7	7	7	5	72	60
		28	15	10	7	7	7	7	0	21	15
		29	15	10	7	7	7	7	0	26	15
		30	45	10	7	7	7	7	0	94	45
		31	25	10	7	7	7	7	0	33	25
		32	10	10	7	7	7	7	0	18	10
		33	20	10	7	7	7	7	0	23	20
		34	25	10	7	7	7	7	3	30	25
		35	20	10	7	7	7	7	6	21	20

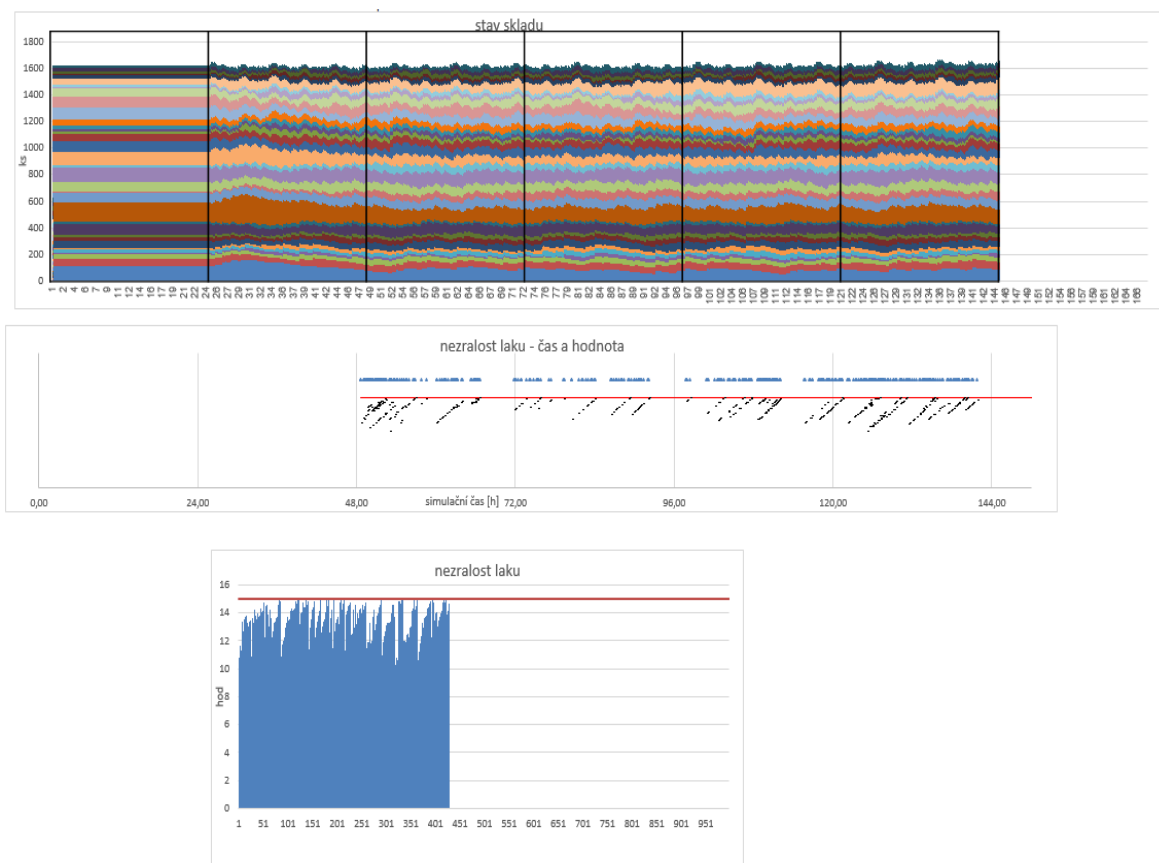
1620

Obrázek 11: Vstupní tabulka 2. experimentu (limity)

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Výsledkem této simulace je 428 ks výrobků, u kterých byla prokázána nezralost laku, tedy že výrobky opustily sklad dříve, než měly. Nejvyšší naměřená hodnota u takovýchto výrobků je najita u barvotypu 18, kde nezralost laku byla vyčíslena na 146 ks výrobků. Druhá nejvyšší naměřená hodnota byla u barvotypu 25, kde bylo zjištěné 107 ks výrobků s nezralým lakem. Konečný stav skladu na konci 6-ti denní simulace je 1656 ks. Rozdíl mezi stavy skladu je 36 ks. Vývoj skladové zásoby lze dobře vyčíst z prvního grafu obrázku č. 12. Je zřejmé, že i podle grafu jsou výkyvy v pohybu skladové zásoby minimální a lze sklad považovat téměř jako za vyrovnaný.

Ohledně nezralosti laku, kterou zobrazují zbylé dva grafy obrázku č. 12 je viditelné, že v průběhu posledních čtyřech dní docházelo u výrobků k nedozrávání laku a opouštěly tedy sklad dříve, než měly. V časovém vyjádření, což zobrazuje poslední graf obrázku, ohledně nezralosti laku vyplývá, že některé výrobky opouštěly sklad výrazně dříve, než měly a to i o několik hodin. V některých případech byly zásoby přesouvány do montáže už po 10 hodinách skladování, což je o 5 hodin méně, než je stanovený limit 15 hodin zrání.



Obrázek 12: Výsledné grafy 2. experimentu (limity)
Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Druhá část druhého experimentu je zaměřena na metodu řízení na základě odvolávek zákazníků. Koeficient předzásoby je opět stanoven na 1,2 a počáteční hodnota skladové zásoby je ve velikosti 1620 ks. Veškeré údaje jsou zaznamenány vstupní tabulkou, zobrazenou na obrázku č. 13.

Výsledkem této části simulace je 135 ks výrobků s nevyzrálým lakem, tedy výrobků které opustily sklad a byly přesunuty do montáže dříve než by měly. Největší výskyt špatných

výrobků je u barvotypu 25, který má 31 ks. Druhý nejčastější výskyt výrobků s nezralým lakem je u barvotypu 26, kde bylo najito 30 ks výrobků, kde nebyl lak zcela vyzrálý.

Konečný stav skladu zásob na konci simulace je ve velikosti 1656 ks. Rozdíl od počáteční velikosti skladové zásoby je v hodnotě 36 ks výrobků, což opět vypovídá o vyrovnanosti toků ve skladu. To ukazuje první graf na obrázek č. 14, kde je zřejmé, že kolísání zásob ve skladu je minimální a výroba se téměř vyrovná spotřebě montáže.

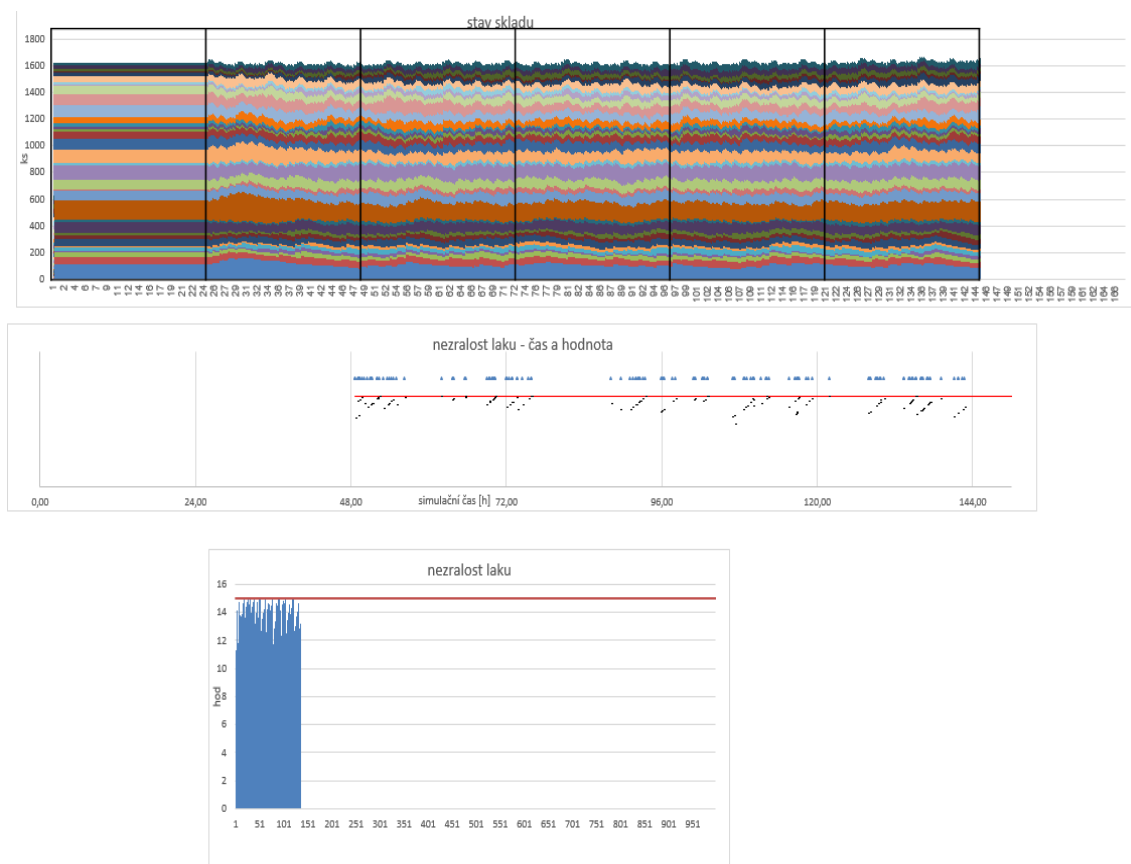
		předzásoba		výpočtová	D1	D2	D3	D4	D5	nezralost laku	sklad koniec	limity
takt_lak [s]	61	BT	ks	NOK [%]	NOK [%]					135	1656	MIN
prub_doba_lak [hod]	4,5	1	115	10	7	7	7	7	7	1	83	115
fg_doba [hod]	15	2	55	10	7	7	7	7	7	6	47	55
zacatek_lak [hod]	19,5	3	30	10	7	7	7	7	7	2	26	30
zacatek_mont [hod]	24	4	10	10	7	7	7	7	7	0	24	10
SEQ: F40+48 1276		5	25	10	7	7	7	7	7	0	32	25
		6	15	10	7	7	7	7	7	0	14	15
Řízení Odvolávky		7	50	10	7	7	7	7	7	0	37	50
		8	30	10	7	7	7	7	7	0	41	30
		9	20	10	7	7	7	7	7	1	30	20
takt montáže [s]	58	10	80	10	7	7	7	7	7	1	78	80
denní odběr [ks]	1276	11	15	10	7	7	7	7	7	0	19	15
rozsah odvolávek [ks]*	500	12	145	10	7	7	7	7	7	0	152	145
posuv odvolávek [s]*	58	13	70	10	7	7	7	7	7	0	62	70
		14	15	10	7	7	7	7	7	0	24	15
koef. předzásoby	1,2	15	70	10	7	7	7	7	7	0	74	70
		16	110	10	7	7	7	7	7	0	106	110
		17	20	10	7	7	7	7	7	0	22	20
		18	100	10	7	7	7	7	7	12	68	100
		19	80	10	7	7	7	7	7	27	73	80
		20	50	10	7	7	7	7	7	0	57	50
		21	15	10	7	7	7	7	7	0	16	15
		22	25	10	7	7	7	7	7	5	45	25
		23	25	10	7	7	7	7	7	3	23	25
		24	45	10	7	7	7	7	7	5	42	45
		25	90	10	7	7	7	7	7	31	98	90
		26	80	10	7	7	7	7	7	30	66	80
		27	60	10	7	7	7	7	7	10	44	60
		28	15	10	7	7	7	7	7	0	19	15
		29	15	10	7	7	7	7	7	1	15	15
		30	45	10	7	7	7	7	7	0	52	45
		31	25	10	7	7	7	7	7	0	48	25
		32	10	10	7	7	7	7	7	0	17	10
		33	20	10	7	7	7	7	7	0	28	20
		34	25	10	7	7	7	7	7	0	27	25
		35	20	10	7	7	7	7	7	0	47	20

1620

Obrázek 13: Vstupní tabulka 2. experimentu (odvolávky)

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Ohledně grafického vyjádření nezralosti laku, které je vyobrazeno na zbylých dvou grafech obrázku č. 14 je zřejmé, že v průběhu celé simulace, po celých 6 dní docházelo k výrobě výrobků s nezralým lakem. Oproti předcházejícím experimentům, zejména experimentu prvního, je tento výsledek výrazně lepší nicméně stále je velký počet výrobků, které opustily sklad dříve. Pokud se nezralost laku vyjádří v čase s ohledem na dobu zrání, je patrné, že některé výrobky přešly dále do montáže už po 11,5 hodinách zrání, což je o 3,5 hodiny dříve než je stanovený limit zrání 15 hodin.



Obrázek 14: Výsledné grafy 2. experimentu (odvolávky)
Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

10.1.3 Třetí experiment

Nyní bude proveden třetí experiment, který bude vycházet z vyšší předzásoby skladu, před zahájením simulovaného procesu. Nyní bude hodnota koeficientu předzásoby stanovena hodnotou 1,3. Simulace bude provedena opět pro obě metody řízení lakovny. Následně budou metody porovnány opět mezi sebou.

Vstupní tabulka třetího experimentu (obrázek č. 15) je identická se vstupní tabulkou experimentu prvního. Rozdílem je tedy již zmíněná hodnota koeficientu předzásoby. První část je provedena opět s přihlédnutím na limity skladu. Předzásoba tohoto principu je ve velikosti 1760 ks výrobků. Jiné údaje nejsou měněny.

		předzásoba		výpočtová	D1	D2	D3	D4	D5	nezralost laku	sklad konc.	limity
takt_lak [s]	61	BT	ks	NOK [%]	NOK [%]					185	1796	MAX
prub_doba_lak [hod]	4,5	1	125	10	7	7	7	7	7	1	90	125
tg_doba [hod]	15	2	60	10	7	7	7	7	7	3	55	60
zacatek_lak [hod]	19,5	3	30	10	7	7	7	7	7	0	42	30
zacatek_mont [hod]	24	4	10	10	7	7	7	7	7	0	30	10
SEQ: F40+48 1276		5	30	10	7	7	7	7	7	0	33	30
		6	15	10	7	7	7	7	7	0	21	15
Řízení Limity		7	55	10	7	7	7	7	7	0	49	55
		8	30	10	7	7	7	7	7	0	28	30
		9	25	10	7	7	7	7	7	0	33	25
takt montáže [s]	58	10	85	10	7	7	7	7	7	2	57	85
denní odběr [ks]	1276	11	15	10	7	7	7	7	7	0	28	15
rozsah odvořávek [ks]*	500	12	160	10	7	7	7	7	7	0	125	160
posuv odvořávek [s]*	58	13	75	10	7	7	7	7	7	0	70	75
		14	15	10	7	7	7	7	7	0	67	15
koef. předzásoby	1,3	15	80	10	7	7	7	7	7	0	69	80
		16	120	10	7	7	7	7	7	0	98	120
		17	20	10	7	7	7	7	7	0	51	20
		18	110	10	7	7	7	7	7	101	66	110
		19	90	10	7	7	7	7	7	22	73	90
		20	55	10	7	7	7	7	7	0	57	55
		21	20	10	7	7	7	7	7	0	17	20
		22	25	10	7	7	7	7	7	0	27	25
		23	25	10	7	7	7	7	7	0	44	25
		24	50	10	7	7	7	7	7	0	50	50
		25	95	10	7	7	7	7	7	41	86	95
		26	85	10	7	7	7	7	7	12	71	85
		27	60	10	7	7	7	7	7	0	73	60
		28	20	10	7	7	7	7	7	0	26	20
		29	20	10	7	7	7	7	7	0	31	20
		30	50	10	7	7	7	7	7	0	99	50
		31	25	10	7	7	7	7	7	0	33	25
		32	10	10	7	7	7	7	7	0	18	10
		33	20	10	7	7	7	7	7	0	23	20
		34	25	10	7	7	7	7	7	3	30	25
		35	25	10	7	7	7	7	7	0	26	25

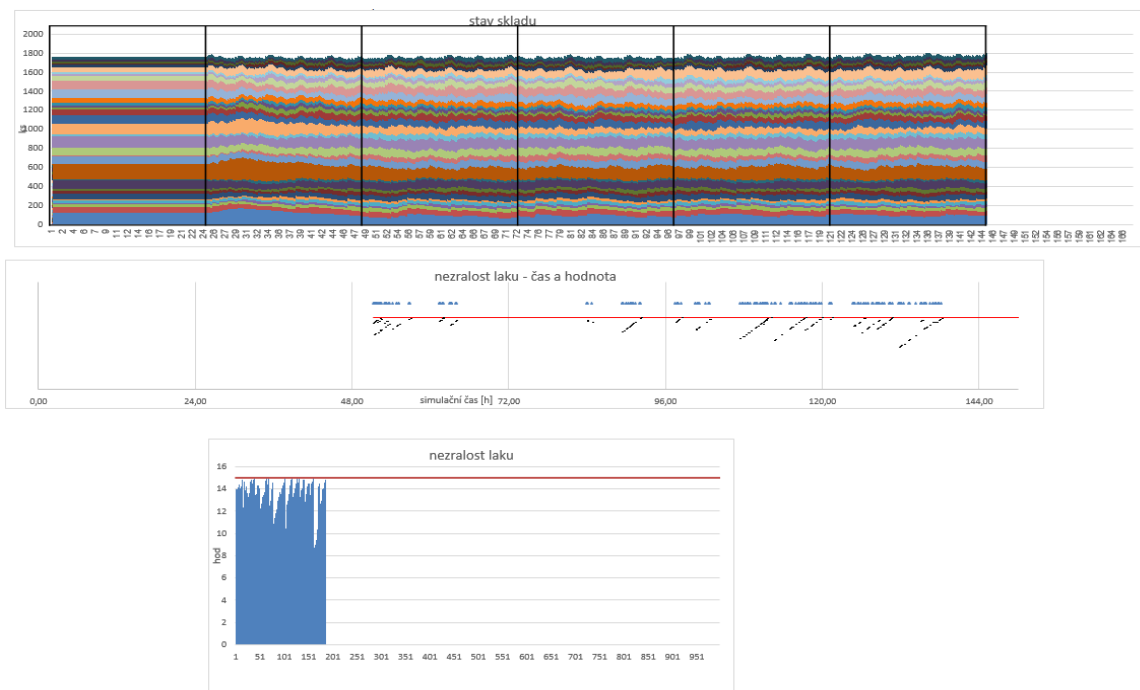
1760

Obrázek 15: Vstupní tabulka 3. experimentu (limity)

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Výslednou hodnotou simulace z pohledu počtu výrobků s nevyzrálým lakem je v tomto případě 185 ks. Nejvyšší naměřená hodnota špatných kusů je u barvotypu číslo 18, kde je počet nevyhovujících výrobků ve velikosti 101 ks. Druhý největší výskyt je u barvotypu 25, kde je 41 výrobků s nevyzrálým lakem.

Konečný stav skladu na konci simulace je 1796 ks výrobků. Pokud se opět porovnájí oba stavy skladů, je rozdíl minimální a jedná se o rozdíl ve velikosti 36 ks. Vývoj pohybu skladové zásoby je opět vyrovnaný, což je pro podnik pozitivní. Tento vývoj znázorňuje první graf obrázku č. 16, kde je zřejmé, že kolísání zásob v celém průběhu je minimální.



Obrázek 16: Výsledné grafy 3. experimentu (limity)

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Ohledně grafického vyjádření nevyzrálости laku je zřejmé, že v celém průběhu simulace docházelo k výskytu nekvalitních výrobků, ale v menším počtu než v předcházejícím experimentu. Nejvíce k tomu docházelo poslední dva dny simulace. V časovém vyjádření, tedy v posledním grafu obrázku č. 16, je viditelný menší počet špatných výrobků, nicméně některé výrobky opouštěly sklad přibližně již po 8,5 hodinách, což je výrazný rozdíl od stanovené hodnoty zrání 15 hodin. Konkrétně je to o 6,5 hodin dříve. Je nutné poznamenat, že čím dříve výrobky opustí sklad a plynou dále do montáže, kde je s nimi pracováno, zvyšuje se možnost narušení laku, což má později negativní vliv na vývoj nákladů, například v případě různých oprav, dalšího přelakování atd.

Následující odstavce se budou věnovat druhé části třetího experimentu, a to metodě řízení lakovny na základě odvolávek. Vstupní tabulka (obrázek č. 17) opět zahrnuje, jak již bylo řečeno, hodnotu koeficientu předzásoby ve velikosti 1,3 a počáteční hodnota skladu je tvořena 1760 ks výrobků, stejně jako při použití metody na základě limitů skladu.

		předzásoba		výpočtová	D1	D2	D3	D4	D5	nezralost laku	sklad konec	limity
takt_lak [s]	61	BT	ks	NOK (%)	NOK (%)					44	1796	IMAX
prub_doba_lak [hod]	4,5	1	125	10	7	7	7	7	7	0	119	125
tg_doba [hod]	15	2	60	10	7	7	7	7	7	0	58	60
zacatek_lak [hod]	19,5	3	30	10	7	7	7	7	7	0	32	30
zacatek_mont [hod]	24	4	10	10	7	7	7	7	7	0	20	10
SEQ: F40+48 1276		5	30	10	7	7	7	7	7	0	32	30
		6	15	10	7	7	7	7	7	0	20	15
Řízení Odvolávky		7	55	10	7	7	7	7	7	0	43	55
		8	30	10	7	7	7	7	7	0	30	30
		9	25	10	7	7	7	7	7	0	18	25
takt montáže [s]	58	10	85	10	7	7	7	7	7	0	71	85
denní odběr [ks]	1276	11	15	10	7	7	7	7	7	0	23	15
rozsah odvolávek [ks]*	500	12	160	10	7	7	7	7	7	0	153	160
posuv odvolávek [s]*	58	13	75	10	7	7	7	7	7	0	72	75
		14	15	10	7	7	7	7	7	0	24	15
koef. předzásoby	1,3	15	80	10	7	7	7	7	7	0	81	80
		16	120	10	7	7	7	7	7	0	107	120
		17	20	10	7	7	7	7	7	0	43	20
		18	110	10	7	7	7	7	7	8	74	110
		19	90	10	7	7	7	7	7	6	84	90
		20	55	10	7	7	7	7	7	6	57	55
		21	20	10	7	7	7	7	7	0	21	20
		22	25	10	7	7	7	7	7	0	23	25
		23	25	10	7	7	7	7	7	0	28	25
		24	50	10	7	7	7	7	7	3	62	50
		25	95	10	7	7	7	7	7	10	74	95
		26	85	10	7	7	7	7	7	2	78	85
		27	60	10	7	7	7	7	7	9	46	60
		28	20	10	7	7	7	7	7	0	38	20
		29	20	10	7	7	7	7	7	0	36	20
		30	50	10	7	7	7	7	7	0	56	50
		31	25	10	7	7	7	7	7	0	31	25
		32	10	10	7	7	7	7	7	0	17	10
		33	20	10	7	7	7	7	7	0	39	20
		34	25	10	7	7	7	7	7	0	48	25
		35	25	10	7	7	7	7	7	0	38	25

1760

Obrázek 17: Vstupní tabulka 3. experimentu (odvolávky)

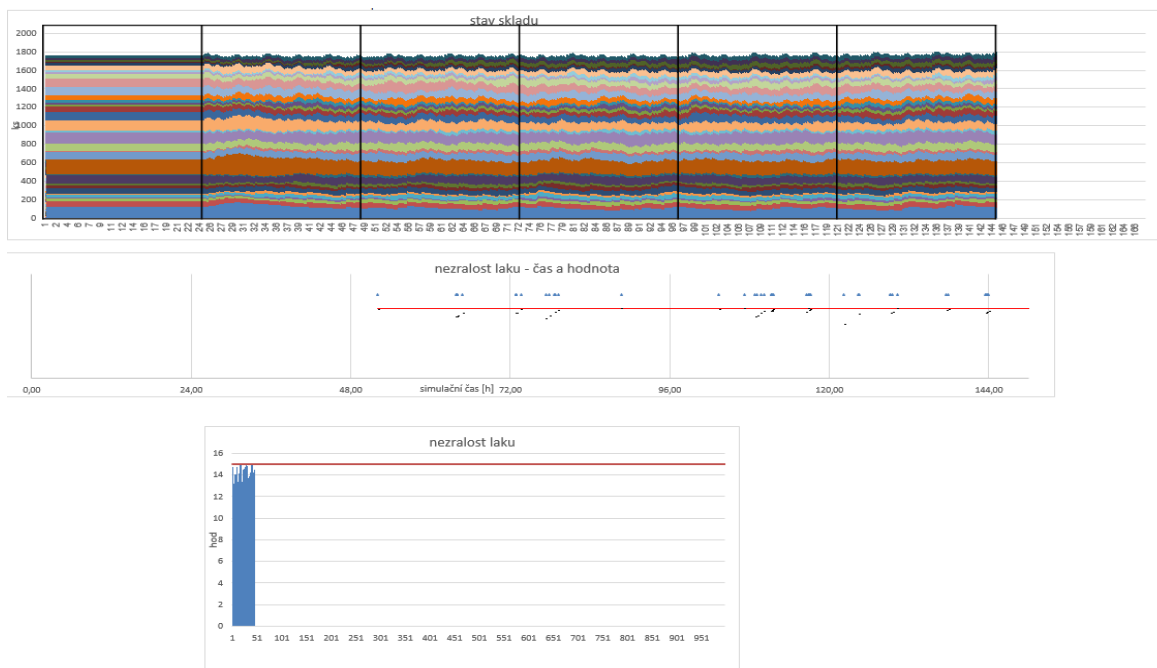
Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Výsledkem simulace na základě metody řízení pomocí odvolávek je 44 ks špatných výrobků. Nejvyšší výskyt výrobků s nevyzrálým lakem obsahuje barvotyp 24, který má 10 ks takových výrobků. Oproti předchozím experimentům jde zde zřetelný rozdíl ve velikosti „zmetků“ i v rámci jednotlivých výskytů u jednotlivých barvotypů. Počet výrobků s nevyzrálým lakem je výrazně nižší.

Stav skladu na konci simulace je opět jako u předcházející metody 1796 ks výrobků a rozdíl mezi stavy je minimální, ve velikosti 36 ks. Vyrovnaný sklad s mírným kolísáním opět naznačuje první graf obrázku č. 18. Příliv výrobků do skladu a naopak jejich odebrání do montáže je vyvážený a nedochází k velkým výkyvům.

Nezralost laku, jak již vyplynulo ze vstupní tabulky, kde výsledný počet špatných výrobků byl ve velikosti 44 ks, je z pohledu rozložení v čase velice pozitivní. Každý den sice docházelo k výrobě špatných kusů, ale počty jsou téměř minimální. Co se týče opouštění výrobků ze skladu do montáže, je i tento výsledek pozitivní, pokud je srovnán

s předchozími experimenty. V tomto případě docházelo nejen k malému výskytu „zmetků“, ale i z pohledu zrání laku neopouštěly výrobky sklad dříve než po 13,5 hodinách. Což je 1,5 hodinový rozdíl od stanovené hodnoty zrání, 15 hodin. Ve srovnání s předchozími experimenty, kde vyzrávání laku bylo menší, až o 6,5 hodin je tento výsledek uspokojivý. Tyto údaje lze vyčíst z posledních dvou grafů na obrázku č. 18.



Obrázek 18: Výsledné grafy 3. experimentu (odvolávky)
 Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

10.1.4 Čtvrtý experiment

Čtvrtý experiment bude opět proveden s vyšší hodnotou předzásoby. Tentokrát bude hodnota koeficientu předzásoby stanovena na 1,4. Nejprve bude simulace opět provedena pro metodu řízení na základě limitů skladu. Vstupní tabulka a veškeré údaje v ní nebudou nijak měněny, až na zmíněný koeficient předzásoby. Vstupní tabulka čtvrtého experimentu s ohledem na limity je zobrazena obrázkem č. 19. Počáteční hodnota skladu je v tomto případě ve velikosti 1855 ks výrobků.

		předzásoba		výpočtová	D1	D2	D3	D4	D5	nezralost laku	sklad konce	limity
takt_lak [s]	61	BT	ks	NOK (%)	NOK (%)					59	1891	MAX
prub_doba_lak [hod]	4,5	1	135	10	7	7	7	7	7	0	100	135
tg_doba [hod]	15	2	65	10	7	7	7	7	7	0	66	65
zacatek_lak [hod]	19,5	3	35	10	7	7	7	7	7	0	39	35
zacatek_mont [hod]	24	4	10	10	7	7	7	7	7	0	20	10
SEQ: F40+48 1276		5	30	10	7	7	7	7	7	0	32	30
		6	15	10	7	7	7	7	7	0	22	15
Řízení Limity		7	55	10	7	7	7	7	7	0	49	55
		8	30	10	7	7	7	7	7	0	37	30
		9	25	10	7	7	7	7	7	0	36	25
takt montáže [s]	58	10	90	10	7	7	7	7	7	0	77	90
denní odběr [ks]	1276	11	15	10	7	7	7	7	7	0	13	15
rozsah odvolávek [ks]*	500	12	170	10	7	7	7	7	7	0	135	170
posuv odvolávek [s]*	58	13	80	10	7	7	7	7	7	0	75	80
		14	20	10	7	7	7	7	7	0	72	20
koef. předzásoby	1,4	15	85	10	7	7	7	7	7	0	74	85
		16	125	10	7	7	7	7	7	0	103	125
		17	20	10	7	7	7	7	7	0	51	20
		18	115	10	7	7	7	7	7	43	70	115
		19	95	10	7	7	7	7	7	1	76	95
		20	60	10	7	7	7	7	7	0	62	60
		21	20	10	7	7	7	7	7	0	17	20
		22	25	10	7	7	7	7	7	0	27	25
		23	25	10	7	7	7	7	7	0	44	25
		24	50	10	7	7	7	7	7	0	50	50
		25	105	10	7	7	7	7	7	15	91	105
		26	90	10	7	7	7	7	7	0	86	90
		27	65	10	7	7	7	7	7	0	76	65
		28	20	10	7	7	7	7	7	0	26	20
		29	20	10	7	7	7	7	7	0	31	20
		30	50	10	7	7	7	7	7	0	104	50
		31	25	10	7	7	7	7	7	0	33	25
		32	10	10	7	7	7	7	7	0	18	10
		33	25	10	7	7	7	7	7	0	32	25
		34	25	10	7	7	7	7	7	0	21	25
		35	25	10	7	7	7	7	7	0	26	25

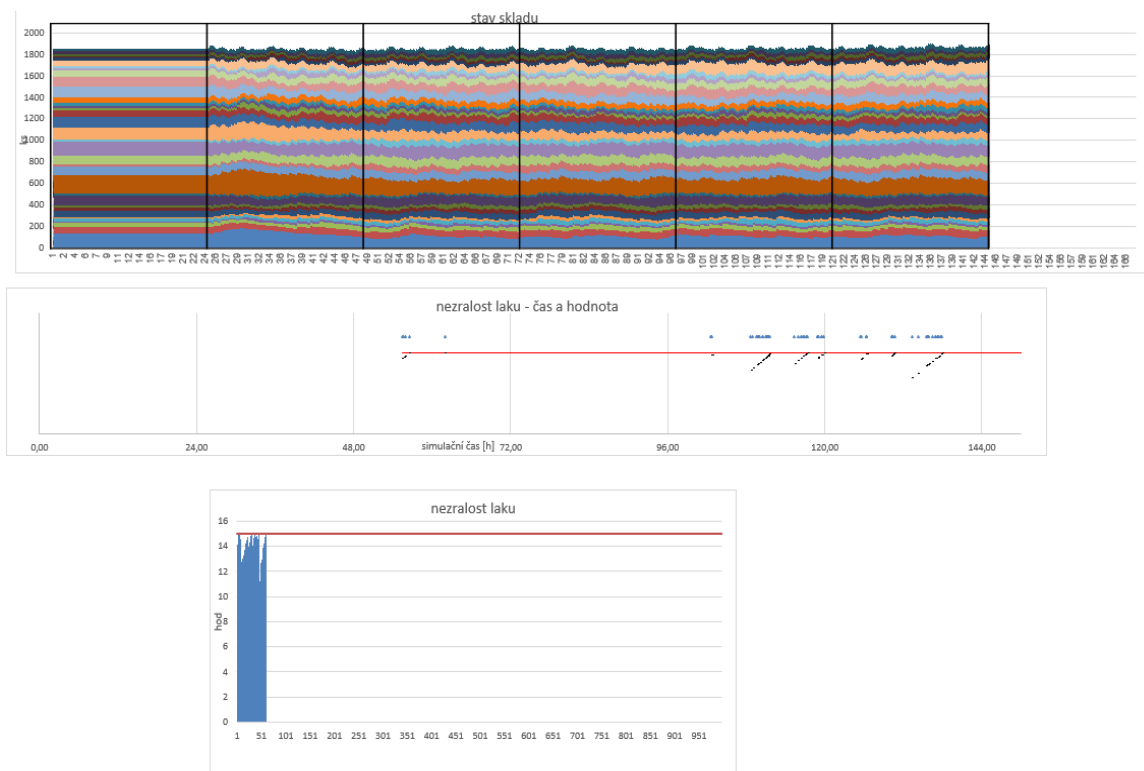
1855

Obrázek 19: Vstupní tabulka 4. experimentu (limity)

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Výsledkem této simulace je 59 ks výrobků, které mají nevyzrálý lak. Nejvyšší naměřená hodnota počtu vadných kusů byla najata u barvotypu číslo 18, kde výskyt výrobků s nevyzrálým lakem činil 43 ks výrobků. Oproti předchozímu experimentu, z pohledu limitů skladu, se počet „zmetků“ značně zmenšil o více než polovinu. Hodnota velikosti skladu na konci 6-ti denní simulace činí 1891 ks výrobků. S porovnáním s počátečním stavem skladu je zde rozdíl opět rozdíl o 36 ks. Dá se tedy znovu konstatovat, že vývoj skladových zásob je vyrovnaný a nedochází k velkým výkyvům mezi přijímáním výrobků

nebo naopak výstupem ze skladu do montáže. První graf obrázku č. 20 zaznamenává vývoj výrobků ve skladu a jejich pohyb.



Obrázek 20: Výsledné grafy 4. experimentu (limity)

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Výsledek nezralosti laku je přívětivý a to nejen z pohledu počtu špatných výrobků. Z posledních dvou grafů obrázku č. 20 vyplývá, že rozmístění výrobků s nezralým lakem v čase se dá opět pozitivně zhodnotit. Třetí den simulace téměř nedocházelo k žádné výrobě zmetků a počet byl tedy minimální a dokonce čtvrtý den nedošlo k výrobě zásob s nezralým lakem vůbec. Zbylé dva dny oproti předchozím dnům byly značně horší, ale stále se tato část experimentu dá zhodnotit kladně. Nicméně z hlediska vyjádření nezralosti laku z pohledu, kdy výrobky opouštěly sklad, je trochu horší. Některé výrobky opustily sklad po 13 hodinách, některé ale už po 11 hodinách. Rozdíl od stanovených 15 hodin zrání je 4 hodiny. Oproti předchozím výsledkům, tento výsledek nepatří mezi nejhorší, ale měla by zde být snaha, aby se co nejvíce dodržoval stanovený limit.

Nyní bude opět provedena druhá část čtvrtého experimentu, které je prováděna na základě zákaznických odvolávek. Bude opět provedena za stejných podmínek jako předchozí část

tohoto experimentu. Koeficient předzásoby je stanoven na 1,4. a stejně jako v případě principu řízení limity je počáteční stav skladu, tedy předzásoba ve velikosti 1855 ks. Vstupní tabulka je zobrazena na obrázku č. 21.

Výsledek této části experimentu je velmi dobrý. Při principu řízení odvolávek simulace vyhodnotila tuto metodu pouze s 5 výrobky s nedozrálým lakem. Nejvíce špatných výrobků, konkrétně 3 ks, se vyskytovaly u barvotypu 27. Konečný stav skladu je opět 1891 jako v předchozí metodě a rozdíl je tedy 36 ks.

		předzásoba		výpočtová	D1	D2	D3	D4	D5	nezralost laku	sklad konec	limity I/II/III/IV/V
takt_lak [s]	61	BT	ks	NOK (%)	NOK (%)					5	1891	
prub_doba_lak [hod]	4,5	1	135	10	7	7	7	7	7	0	120	135
tg_doba [hod]	15	2	65	10	7	7	7	7	7	0	52	65
zacatek_lak [hod]	19,5	3	35	10	7	7	7	7	7	0	27	35
zacatek_mont [hod]	24	4	10	10	7	7	7	7	7	0	16	10
SEQ: F40+48 1276		5	30	10	7	7	7	7	7	0	34	30
		6	15	10	7	7	7	7	7	0	30	15
Řízení Odvolávky		7	55	10	7	7	7	7	7	0	49	55
		8	30	10	7	7	7	7	7	0	26	30
		9	25	10	7	7	7	7	7	0	25	25
takt montáže [s]	58	10	90	10	7	7	7	7	7	0	95	90
denní odběr [ks]	1276	11	15	10	7	7	7	7	7	0	17	15
rozsah odvolávek [ks]*	500	12	170	10	7	7	7	7	7	0	167	170
posuv odvolávek [s]*	58	13	80	10	7	7	7	7	7	0	74	80
		14	20	10	7	7	7	7	7	0	30	20
koef. předzásoby	1,4	15	85	10	7	7	7	7	7	0	80	85
		16	125	10	7	7	7	7	7	0	135	125
		17	20	10	7	7	7	7	7	0	24	20
		18	115	10	7	7	7	7	7	0	79	115
		19	95	10	7	7	7	7	7	0	65	95
		20	60	10	7	7	7	7	7	0	55	60
		21	20	10	7	7	7	7	7	0	45	20
		22	25	10	7	7	7	7	7	0	24	25
		23	25	10	7	7	7	7	7	0	48	25
		24	50	10	7	7	7	7	7	0	59	50
		25	105	10	7	7	7	7	7	1	100	105
		26	90	10	7	7	7	7	7	1	81	90
		27	65	10	7	7	7	7	7	3	68	65
		28	20	10	7	7	7	7	7	0	20	20
		29	20	10	7	7	7	7	7	0	12	20
		30	50	10	7	7	7	7	7	0	53	50
		31	25	10	7	7	7	7	7	0	34	25
		32	10	10	7	7	7	7	7	0	17	10
		33	25	10	7	7	7	7	7	0	35	25
		34	25	10	7	7	7	7	7	0	46	25
		35	25	10	7	7	7	7	7	0	49	25

1855

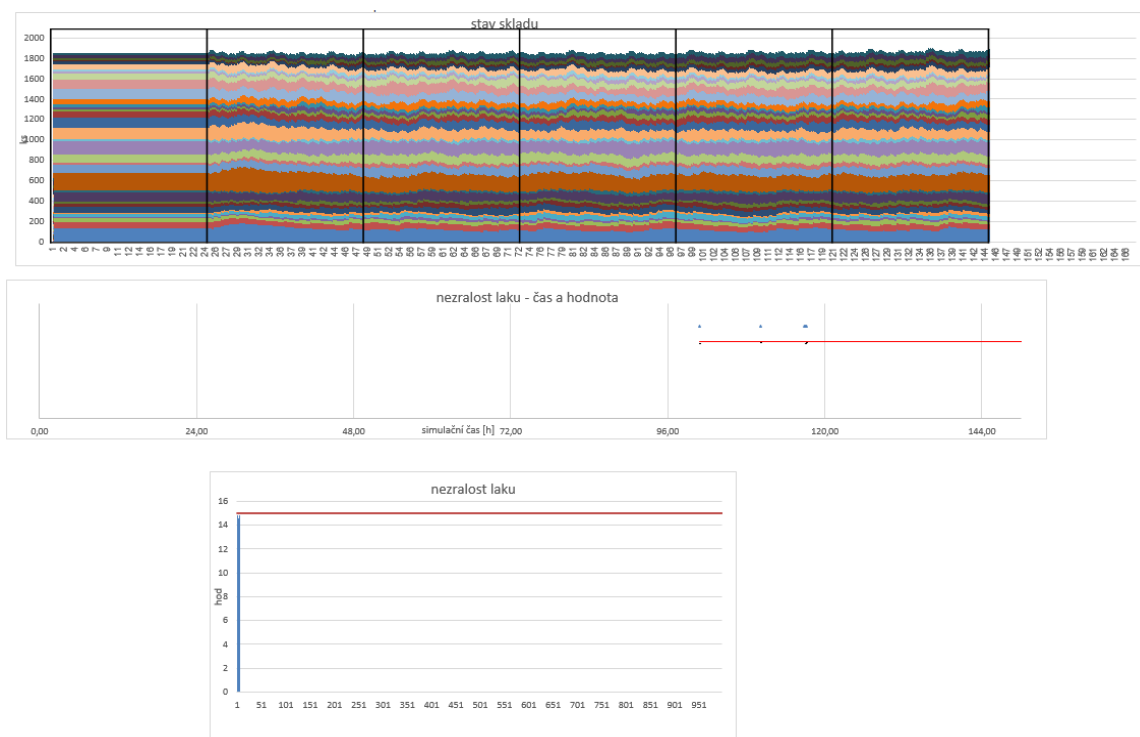
Obrázek 21: Vstupní tabulka 4. experimentu (odvolávky)

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

První graf obrázku č. 22 opět zaznamenává vývoj skladové zásoby. Jelikož je rozdíl mezi počátečním a konečným stavem minimální, lze říci, že sklad je téměř vyrovnaný a nedochází v průběhu procesu k výkyvům zásob.

Ohledně vývoje výrobků s nezralým lakem je tento výsledek velice uspokojivý a je zatím nejlepší ze všech provedených experimentů. Samotný počet výrobků s nezralým lakem je minimální. Vypovídají o tom i zbylé dva grafy obrázku č. 22. Rozložení nezralosti laku ve dnech je takové, že první čtyři dny nedošlo k žádné výrobě špatných výrobků, stejně jako

poslední, šestý den simulace. Pouze pátý den došlo k výrobě právě již zmíněných 5 kusů „zmetků“. Poslední graf znázorňuje, o kolik hodin byl porušen limit 15 hodin zrání. V tomto případě je i tento výsledek výborný. Výrobky v nejhorším případě opustily sklad o půl hodiny dříve, než byl stanovení limit, tedy po 14,5 hodinách, což je téměř zanedbatelný časový rozdíl.



Obrázek 22: Výsledné grafy 4. experimentu (odvolávky)
Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

10.1.5 Pátý experiment

Poslední experiment, který bude proveden opět pro obě metody řízení lakovny, bude simulován s koeficientem předzásoby 1,5. Jiné hodnoty nebudou měněny stejně jako v předchozích experimentech. Skladová předzásoba je tentokrát vyčíslena v hodnotě 2000 ks výrobků. Vstupní tabulka pro první část pátého experimentu, tedy pro princip řízení lakovny na základě limitů skladu je zobrazena na obrázku č. 23.

Výsledek této simulace je velice příznivý, stejně jako v předchozím experimentu u principu odvolávek. Simulace vyhodnotila tuto metodu s výsledkem pouhých 4 ks výrobků s nevyzrálým lakem, což je velice kladný výsledek. Tyto 4 ks výrobků se nachází

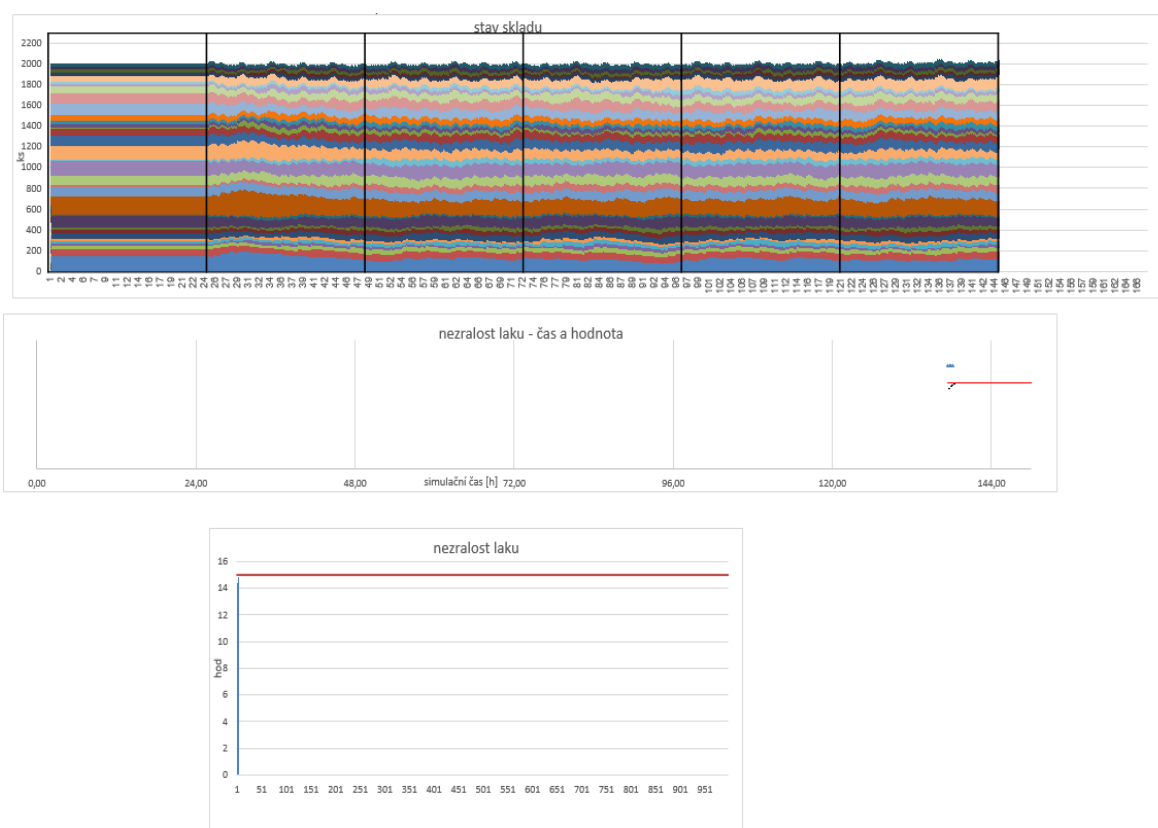
pouze u barvotypu 18. Konečný stav skladu na konci simulace po 6-ti dnech je v hodnotě 2036 ks výrobků. Pokud se tento stav porovná se stavem počátečním, opět vyjde rozdíl 36 ks, což značí vyrovnanost hladiny skladové zásoby v průběhu celé simulace. Nedochovalo tedy k žádným velkým výkyvům, což je pro podnik ideální. Průběh pohybů skladových zásob je znázorněn na prvním grafu obrázku č. 24.

	předzásoba		výpočtová	D1	D2	D3	D4	D5	nezralost laku	sklad konec	limity	MAX	
takt_lak [s]	61	BT	ks	NOK [%]	NOK [%]					4	2036		
prub_doba_lak [hod]	4,5	1	145	10	7	7	7	7	0	111	145		
tg_doba [hod]	15	2	70	10	7	7	7	7	0	79	70		
zacatek_lak [hod]	19,5	3	35	10	7	7	7	7	0	38	35		
zacatek_mont [hod]	24	4	15	10	7	7	7	7	0	31	15		
SEQ: F40+48 1276		5	30	10	7	7	7	7	0	32	30		
		6	15	10	7	7	7	7	0	21	15		
Řízení Limity		7	60	10	7	7	7	7	0	54	60		
		8	35	10	7	7	7	7	0	33	35		
		9	25	10	7	7	7	7	0	33	25		
takt montáže [s]	58	10	100	10	7	7	7	7	0	86	100		
denní odběr [ks]	1276	11	15	10	7	7	7	7	0	13	15		
rozsah odvolávek [ks]*	500	12	180	10	7	7	7	7	0	145	180		
posuv odvolávek [s]*	58	13	90	10	7	7	7	7	0	85	90		
		14	20	10	7	7	7	7	0	72	20		
koef. předzásoby	1,5	15	90	10	7	7	7	7	0	79	90		
		16	135	10	7	7	7	7	0	113	135		
		17	20	10	7	7	7	7	0	51	20		
		18	125	10	7	7	7	7	4	94	125		
		19	100	10	7	7	7	7	0	86	100		
		20	65	10	7	7	7	7	0	67	65		
		21	20	10	7	7	7	7	0	17	20		
		22	30	10	7	7	7	7	0	32	30		
		23	30	10	7	7	7	7	0	49	30		
		24	55	10	7	7	7	7	0	55	55		
		25	110	10	7	7	7	7	0	92	110		
		26	100	10	7	7	7	7	0	82	100		
		27	70	10	7	7	7	7	0	80	70		
		28	20	10	7	7	7	7	0	26	20		
		29	20	10	7	7	7	7	0	31	20		
		30	55	10	7	7	7	7	0	104	55		
		31	30	10	7	7	7	7	0	38	30		
		32	10	10	7	7	7	7	0	18	10		
		33	25	10	7	7	7	7	0	28	25		
		34	30	10	7	7	7	7	0	35	30		
		35	25	10	7	7	7	7	0	26	25		

2000

Obrázek 23: Vstupní tabulka 5. experimentu (limity)
Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Ze zbylých dvou grafů obrázku č. 24 ohledně nezralosti laku, je zřejmé, že výsledek je téměř optimální. Z grafu zobrazující výskyt výrobků s nezralým lakem ve dnech je patrné, že za pět dní nedošlo k žádné výrobě špatných výrobků, pouze až ke konci šestého dne došlo právě k již zmíněné výrobě 4 ks s nezralým lakem. Ve srovnání s ostatními experimenty z pohledu limitů skladu je toto nejlepší výsledek. Poslední graf obrázku č. 24 ukazuje, po jaké době výrobky opouštěly sklad. V tomto případě výrobky nejdříve opustily sklad po 14,5 hodinách, tzn. do stanoveného limitu 15 hodin zraje, chybí pouze půl hodiny. Z toho plyne, že tento výsledek je i ohledně doby zrání nejlepším výsledkem ze všech provedených experimentů pro princip řízení lakovny na základě limitů skladu.



Obrázek 24: Výsledné grafy 5. experimentu (limity)
Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Poslední částí tohoto experimentu, ale i celé práce je simulace principu na základě odvolávek, tentokrát s koeficientem předzásoby 1,5 jako v předchozím modelu. Opět s výchozí hodnotou skladu 2000 ks výrobků. Vstupní tabulka bude zobrazena obrázkem č. 25.

		předzásoba		výpočtová	D1	D2	D3	D4	D5	nezralost laku	sklad komec	limity MAX
takt_lak [s]	61	BT	ks	NOK (%)	NOK (%)					0	2036	
prub_doba_lak [hod]	4,5	1	145	10	7	7	7	7	7	0	129	145
tg_doba [hod]	15	2	70	10	7	7	7	7	7	0	65	70
zacatek_lak [hod]	19,5	3	35	10	7	7	7	7	7	0	30	35
zacatek_mont [hod]	24	4	15	10	7	7	7	7	7	0	18	15
SEQ: F40+48 1276		5	30	10	7	7	7	7	7	0	26	30
		6	15	10	7	7	7	7	7	0	30	15
Řízení Odvolávky		7	60	10	7	7	7	7	7	0	61	60
		8	35	10	7	7	7	7	7	0	27	35
		9	25	10	7	7	7	7	7	0	27	25
takt montáže [s]	58	10	100	10	7	7	7	7	7	0	100	100
denní odběr [ks]	1276	11	15	10	7	7	7	7	7	0	18	15
rozsah odvolávek [ks]*	500	12	180	10	7	7	7	7	7	0	165	180
posuv odvolávek [s]*	58	13	90	10	7	7	7	7	7	0	84	90
		14	20	10	7	7	7	7	7	0	29	20
koef. předzásoby	1,5	15	90	10	7	7	7	7	7	0	87	90
		16	135	10	7	7	7	7	7	0	137	135
		17	20	10	7	7	7	7	7	0	43	20
		18	125	10	7	7	7	7	7	0	106	125
		19	100	10	7	7	7	7	7	0	76	100
		20	65	10	7	7	7	7	7	0	64	65
		21	20	10	7	7	7	7	7	0	30	20
		22	30	10	7	7	7	7	7	0	29	30
		23	30	10	7	7	7	7	7	0	34	30
		24	55	10	7	7	7	7	7	0	66	55
		25	110	10	7	7	7	7	7	0	112	110
		26	100	10	7	7	7	7	7	0	67	100
		27	70	10	7	7	7	7	7	0	53	70
		28	20	10	7	7	7	7	7	0	41	20
		29	20	10	7	7	7	7	7	0	33	20
		30	55	10	7	7	7	7	7	0	67	55
		31	30	10	7	7	7	7	7	0	39	30
		32	10	10	7	7	7	7	7	0	17	10
		33	25	10	7	7	7	7	7	0	35	25
		34	30	10	7	7	7	7	7	0	52	30
		35	25	10	7	7	7	7	7	0	39	25

2000

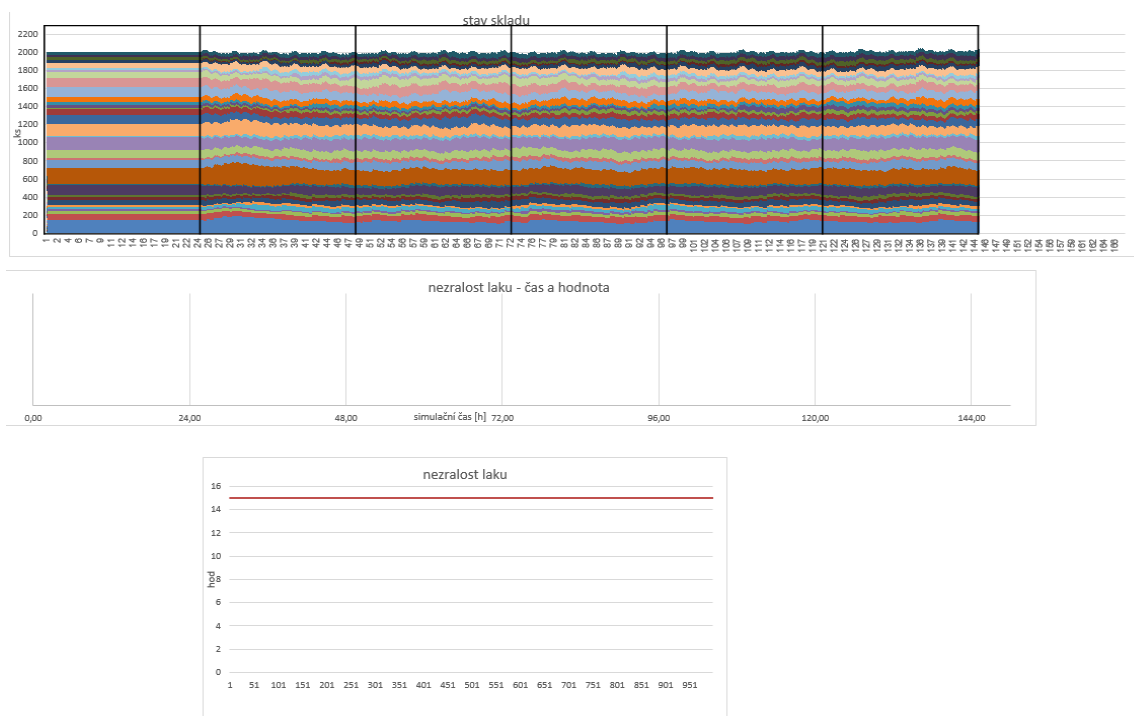
Obrázek 25: Vstupní tabulka 5. experimentu (odvolávky)

Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

Výsledek posledního experimentu je optimální. Simulace vyhodnotila metodu řízení lakovny na základě odvolávek s nulovými výrobky s nevyzrálým lakem. U žádného barvotypu nedošlo k výskytu vadných kusů. Pro podnik je to v tuto chvíli nejlepší možný výsledek z pohledu „zmetků“. Veškeré výrobky, které byly nalakovány, mohly přejít dál do montáže, kde byly dále zpracovávány. Končený stav skladu na konci simulace je opět jako v případě limitů 2036 ks výrobků. Stejně tedy jako v předchozím případě se jedná o vyrovnaný stav skladu s minimálními výkyvy a je zobrazen na prvním grafu na obrázku č. 26.

Zbylé dva grafy obrázku č. 26 znázorňují nevyzrálou laku. V tomto případě, jelikož neexistují výrobky s nevyzrálým lakem a každý den byly vyráběny výrobky, které byly

v pořádku, je druhý graf prázdný, bez různých symbolů. To samé platí i pro poslední graf obrázku č. 26. Jelikož nedošlo k výskytu výrobků s nevyzrálým lakem, všechny výrobky tedy opouštěly sklad po 15 hodinovém stanoveném limitu zrání. Z tohoto důvodu třetí graf zobrazuje právě jen červenou linii stanovující časovou hranici zrání. Jak již bylo řečeno, tento výsledek je pro podnik optimální. Veškeré stanovené postupy byly dodrženy a i proto, z pohledu počtu výrobků s nevyzrálým lakem, ze všech 10 provedených experimentů, které byly simulovány, je toto nejlepší výsledek. Nevznikaly by zde případné dodatečné náklady na znovu upravení povrchu výrobku ani žádné jiné úpravy či opravy, které by vyplývaly právě z nedodržení limitu zrání. Což je pro podnik z ekonomického pohledu ideální stav.



Obrázek 26: Výsledné grafy 5. experimentu (odvolávky)
Zdroj: vlastní zpracování dle simulačního programu Witness

11 POROVNÁNÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ, EKONOMICKÉ ZHODOCENÍ

Tato kapitola, představuje porovnání dosažených výsledků, které byly zjištěny v předcházející kapitole v rámci deseti experimentů. Experimenty byly prováděny pomocí počítačové simulace v programu Witness. Jak již bylo zmíněno, jednalo se o porovnání dvou principů řízení lakovny, zda bude pro podnik výhodnější použít metodu tlaku, tedy metodu založenou na zákaznických odvolávkách, které jsou dané na nějakou úroveň dopředu anebo metodu založenou na limitech skladové zásoby.

Bylo provedeno 10 experimentů, pro každou metodu 5. Tedy pět experimentů pro princip odvolávek a pět pro princip limitů. Na základě vstupních dat ve vstupní tabulce, simulace vyhodnotila daný experiment. Faktor, který byl měněn, byl koeficient předzásoby. Podstatným výstupem ze simulace, které byly pro diplomovou práci stěžejní, byla velikost zásob s nevyzrálým lakem, která byla hodnocena dvojím úhlem pohledu. A to počtem takových výrobků a jejich rozmístění v průběhu 6-ti denní simulace, a pak také o kolik dané výrobky nedosáhly stanovenou hodnotu zrání 15 hodin. To vše zobrazují grafy v předchozí kapitole.

Pro lepší zobrazení výsledků simulovaných experimentů je sestavena tabulka výsledků (tabulka č. 1), ze které bude vycházet i vyhodnocení principů.

Tabulka 1: Výsledky simulací

	limity			odvolávky		
	koeficient předzásoby	konečný stav skladu	nezralost laku (ks)	koeficient předzásoby	konečný stav skladu	nezralost laku (ks)
1.	1,1	1521	797	1,1	1521	470
2.	1,2	1656	428	1,2	1656	135
3.	1,3	1796	185	1,3	1796	44
4.	1,4	1891	59	1,4	1891	5
5.	1,5	2036	4	1,5	2036	0

Zdroj: vlastní zpracování

Z pohledu nezralosti laku výrobků, tedy u výrobků, u kterých nebylo dodrženo 15 hodin zrání ve skladu je zřejmé, že při zvyšujícím se koeficientu předzásoby a tedy samotné předzásoby skladu před zahájením výroby, klesá počet výrobků s nezralým lakem. To platí u obou sledovaných principů řízení lakovny, jak na základě limitů skladu nebo na základě zákaznických odvolávek. Důvodem klesání počtu zásob s nezralým lakem je právě zvyšující se předzásoba skladu před zahájením výroby. Čím vyšší je tato hodnota, tím spíše budou do montáže přesouvány výrobky se zralým lakem a nově nalakované výrobky budou mít dostatek času setrvat ve skladu požadovanou dobu, 15 hodin. Dalo by se říci, že předzásoba plní funkci pojistné zásoby.

Při porovnání obou principů, opět tedy při porovnání nezralostí, už v předchozí kapitole podle výsledných grafů bylo zřejmé, že princip řízení lakovny na základě odvolávek je pro podnik výhodnější. A to především z důvodu, že počty výrobků s nezralým lakem jsou při metodě řízení odvolávkami výrazně menší. V prvních dvou případech se dokonce liší až o 300 ks. Pro podnik je takový výsledek nepřijatelný. V případě metody limitů, při koeficientu 1,1, počet výrobků s nedozralým lakem byl ve velikosti 797 ks. Takovéto výrobky, jak již bylo řečeno, tedy nedosáhly hodnoty skladování 15 hodin a opustily sklad dříve. Při přesunu takových výrobků do montáže, kde je s nimi následně pracováno, může dojít k poškození laku. Veškerá manipulace s takovými výrobky je riziková. Může dojít buď k takovému poškození, že následné úpravy nebo opravy by nebyly možné a nevyplatily by se, anebo naopak může dojít jen k drobným oděrkám, které se dají následnou povrchovou úpravou opravit. Nicméně veškeré následné úpravy a opravy navíc stojí podnik nejen čas, ale zvyšují se mu také náklady, které by mohly být využity jinde. V průběhu dalšího zvyšování koeficientu předzásoby se hodnoty nevyzrálých kusů zmenšují, nicméně princip řízení na základě odvolávek má stále lepší výsledky. V případech, kdy je předzásoba vysoká což je v případě 1,5 koeficientu předzásoby, dosahuje počet výrobků principem řízení limitů své minimální hodnoty a to jsou 4 ks. V případě odvolávek je hodnota nulová.

Je nutné ještě podotknout, že vznik „zmetků“ nespočívá jen v nezralosti laku. Problém může nastat přímo v lakovacím stroji, kde může dojít k poruše stroje, k různým usazeninám, které brání správnému nalakování. Může také dojít k povrchovému poškození, například smítka prachu nebo jiných nečistot, kvůli kterým vznikají puchýřky v laku a jiné podobné nedokonalosti. V takových to případech je ještě možnost nápravy

různými povrchovými úpravami. Největším problémem, který může nastat, je nalakování dílu špatným odstínem. I přesto, že se může jednat o stejnou barvu, je nutné mít přesný odstín, který se bude vyskytovat na celém povrchu auta, a je tedy nutností, aby veškeré díly byly lakovány stejným odstínem, i přesto, že se všechny nevyrábí v jednom podniku. V případech, kdy je odstín nevyhovující, je díl vyřazen. Nicméně, v této práci jsou výsledkem simulace „zmetky“, které opouští sklad dříve, než mají, a mají tedy nevyzrálý lak. Veškeré povrchové úpravy, opravy atd. představují pro podnik zbytečné náklady, které musí vynakládat. Čím větší je tedy počet kusů takových výrobků, tím vyšší náklady to pro podnik představuje.

Toto kritérium je z ekonomického hlediska těžce vyčíslitelné. Simulace nedokáže vyhodnotit, zda se jedná o výrobek, který bude mít po opuštění skladu jen minimální oděrky nebo hlubší vrypy anebo naopak, že i přesto že opustil sklad dříve, bude bez závad. Proto se nedají náklady, které by s touto problematikou souvisely dobře plánovat a vyčíslovat.

Z tohoto důvodu budou principy mezi sebou porovnány na základě velikosti skladové zásoby, aby byla zajištěna minimální velikost skladu. V předchozí kapitole byly mezi sebou popsány závislosti jednotlivých výsledků. Bylo řečeno, že velikost skladu je funkcí předzásoby, stejně tak i nezralost laku výrobků je závislá na předzásobě. Proto, aby došlo ke správnému porovnání výhodnosti metod, se bude uvažovat o víceméně konstantní velikosti nezralých výrobků, aby se dobře dala vyhodnotit velikost skladu. Tím tedy, pokud se bude brát v úvahu konstantní počet výrobků u obou metod s nevyzrálým lakem, je tedy velikost skladu závislá právě na počtu těchto výrobků.

Na základě takto popsaných funkcí a závislostí je z tabulky č. 1 zřejmé, že je vhodné najít takovou velikost výrobků s nevyzrálým lakem, která bude odpovídat oběma metodám. Taková hodnota výrobků, která je stejná pro obě metody, je zvýrazněna u obou metod tučně. Jedná se o hodnotu 4 ks v případě principu řízení na základě limitů, což odpovídá koeficientu předzásoby 1,5, a o hodnotu 5 ks v případě řízení na základě zákaznických odvolávek, což odpovídá koeficientu 1,4. Pokud se porovná hodnota velikosti skladu při těchto výsledcích, je již na první pohled zřejmé, že princip řízení odvolávek představuje potřebu menšího skladu v průběhu výroby. Číselně je velikost skladu u koeficientu 1,5 a 4 ks výrobků s nezralým lakem 2036 ks v případě řízení limity a u řízení podle odvolávek při hodnotě koeficientu 1,4 a 5 ks hodnota velikosti skladu 1891 ks, což je o 145 ks méně. Dá

se tedy říci, že pokud vezmeme obě nezralosti laku, je úspora skladu v poměru jejich velikostí o 7 %.

Podle tohoto výsledku je zřejmé, že vhodnějším principem, kterým by měla být lakovna řízena, je princip na základě odvolávek zákazníků. Nejen tedy, že v průběhu celé simulace dosahovala tato metoda nižších počtů výrobků s nezralým lakem, ale také je potřeba menší velikosti skladu. Podle stanovených cílů, kdy je snaha, aby byl sklad a tedy i jeho skladová zásoba co nejmenší, je lepší využít metodu řízení pomocí odvolávek.

Z ekonomického hlediska, jak je již naznačeno v teoretické části práce v kapitole týkající se skladování, je cílem docílit co nejmenší velikosti skladu a minimalizovat tak zásoby. Nejen, že zásoby na sebe váží finanční prostředky, ale pokud bude mít podnik velkou skladovou zásobu například určitého typu výrobku a dojde ke změně ve výrobě, požadavcích zákazníků atd., může se stát, že výrobky nebudou mít svého odběratele a pro podnik to znamená ztracený zisk a zbytečně vynaložené náklady na výrobu, lakování a další operace. Dalším důvodem, proč dát přednost menšímu skladu, jsou v případě pronajímaných skladovacích prostor, nižší náklady. Čím větší bude plocha, tím více by podnik zaplatil za pronájem. Nicméně pokud má podnik vlastní prostory skladu, i ty mají své limity a tudíž je nutné se snažit, šetřit každý volný prostor. Proto by měla být výroba a následná montáž co nejefektivnější a nevyužívat sklady déle než je potřebná doba.

Z tohoto důvodu je tedy princip řízení lakovny na základě odvolávek pro podnik výhodnější.

12 FORMULACE ZÁVĚRŮ A DOPORUČENÍ VYBRANÉMU PODNIKU

Oba porovnávané principy, jakými by se dala řídit lakovna, mají své výhody a nevýhody a obě metodiky nejsou rovnocenné. Metoda řízení na základě limitů skladu je vhodná v okamžiku, kdy není nasmlouvána výroba nebo odběr na určitou dobu dopředu a není tedy přesně stanovený dlouhodobý plán výroby. Tedy například, když sami odběratelé přesně neznají poptávku na nějaký čas dopředu. V takovém případě je výhodnější metoda na základě limitů, kdy je do skladu doplněna vždy ta zásoba, která má minimální stav anebo v případě, kdy překročila maximální limit je vyrobena a doplněna ta, která má největší odběr. Nicméně ani tento přístup není rozhodujícím faktorem, podle kterého by se měl vybrat princip, na základě kterého se bude řídit lakovna. V průběhu pěti experimentů, které probíhaly a jsou popsány v kapitole výše, bylo dokázáno, že tento princip není v tomto případě vhodný a to nejen z pohledu nevyzrálости laku, ale také z pohledu stanoveného cíle, čímž byla minimalizace skladu. V případě nevyzrálости laku, tento princip generoval i při zvyšující se předzásobě velké množství výrobků s nevyzrálým lakem. Proto tedy bylo přistoupeno k hodnocení z pohledu minimalizace skladu, což byl i cíl podniku. I v tomto případě se tato metoda projevila jako méně vhodná. V okamžiku, kdy si metody byly počtem kusů výrobků s nevyzrálým lakem vyrovnané, na základě stanovených závislostí tato metoda vykazovala vyšší počet skladových zásob a tudíž i potřebu většího skladu.

I druhá metoda, tedy metoda řízení zákaznickými odvolávkami má své silné a slabé stránky. Nejdůležitějším kritériem, které je pro tuto metodu stěžejní, je znalost odvolávek na dostatečně dlouhou dobu dopředu. V tomto případě to bylo 500 odvolávek. Pokud by podnik neměl dostatečný počet odvolávek, nebylo by vhodné tuto metodu použít. Nicméně existuje řada podniků, v tomto konkrétním případě závody BMW, které mají vyvinutý vlastní plánovací program, který je stanovený na delší dobu, čímž dokáží vytvořit dostatečný počet odvolávek dopředu, právě podle vlastního plánovacího programu. Pro dodavatelský podnik je to velice výhodné, když jim zákazník předloží svůj dlouhodobý plán výroby. I pro něj to znamená, že má dlouhodobě nasmlouvané zakázky a přesně ví, co a kdy bude vyrábět. Z logistického hlediska to však není tak jednoduché, například pokud je zákazník vzdálen několik kilometrů. Je potřeba přesně dodržet stanovené termíny a přesně naplánovat přepravu výrobků tak, aby vše dorazilo k zákazníkovi v přesně stanovený čas, kdy

sám potřebuje zásoby do výroby. Pro podnik tato metoda výhodnější zejména z dlouhodobého hlediska. V průběhu pěti experimentů, které jsou popsány v kapitole 10, se tato metoda osvědčila lépe. Nejen, že v celém průběhu simulace byl výskyt výrobků s nevyzrálým lakem nižší oproti metodě na základě limitů, ale i v konečném porovnání velikostí skladu, jak je naznačeno v odstavci výše, dosáhla tato metoda menší velikosti, a to o 145 ks. Proto se tato metoda jeví jako lepší varianta pro řízení lakovny. Při rozhodování na základě těchto předpokladů a výsledků by se podnik měl spíše přiklonit k využití principu řízení lakovny na základě zákaznických odvolávek. Bylo celkem provedeno 10 experimentů, kde v každém kritériu se tato metoda jevila jako výhodnější a splnila tak podnikový cíl, kdy při řízení odvolávkami byla stanovena minimální velikost skladu oproti druhé metodě.

Největší výhodou, která pro podnik plyne, je využití počítačových simulací. Díky této technologii se v krátkém časovém intervalu dalo poukázat, který princip bude pro podnik výhodnější. Simulační softwary představují pro podnik velké prvotní náklady na nákup, nicméně návratnost je značná. Je to velká úspora času a také hlavně nákladů, při představě, že by podnik zkoušel jednotlivé procesy v reálném prostředí a pouhým sledování by získával výsledky. Simulace dokáže nejen sledovaný čas urychlit, ale dokáže také nasimulovat případné problémy, které by mohly v průběhu procesu nastat. Proto využití počítačových simulací je v takovýchto případech, a zároveň v podnicích s velkou výrobou, velkou výhodou a také prostředkem jak snížit náklady.

Se současnou průmyslovou revolucí označovanou jako Průmysl 4.0, přichází i další, nové technologie týkající počítačových simulací. Takovouto inovací jsou tzv. digitální dvojčata. Jedná se o repliky již existujících anebo teprve navržených věcí ve virtuálním světě. Dvojčata nejsou navržena jen na konkrétní produkty, ale na celé systémy a fungují jako fyzický ekvivalent. Díky nim lze navrhovat produkty a systémy a definovat tak nejlepší způsob, jak je řídit anebo vyrobit, což později může přinášet nejen větší bezpečnost práce, ale také velké finanční úspory.

Závěr

Cílem této práce je pomocí počítačové simulace vyhodnotit dva možné principy, kterými by se dala lakovna řídit, aby bylo dosaženo stanoveného podnikového cíle, a to minimalizace zásob současně s minimální velikostí skladu.

Na základě deseti provedených experimentů, bylo cílem vybrat optimální metodu, podle které se bude odvíjet celý výrobní proces. Důležitým úkolem bylo zachycení vstupních dat do simulace, aby bylo možné dosáhnout požadovaných výsledků. Byla zde řada faktorů, která byla pro průběh všech deseti experimentů neměnná. Nejdůležitějším faktorem byla hodnota zrání laku, která byla nastavena na 15 hodin. Je to čas, který by měly výrobky strávit ve skladu, aby byl lak zcela vyzrálý a nebyl náchylný k poškození. Pohyblivou hodnotou, která ve výsledku měnila průběh procesu, byl koeficient předzásoby, od kterého se odvíjela počáteční hodnota skladové zásoby před zahájením výroby.

V průběhu simulace, která probíhala šest dní, byla sledována dvě hlavní kritéria, která ovlivňovala výsledek. Jedním z nich byl právě počet výrobků, které měly nevyzrálý lak a byly tak považovány za „zmetky“ se související hodnotou o kolik hodin nebyl stanovený limit zrání dodržen. Druhým kritériem, které se stalo pro hodnocení obou principů stěžejní, byla velikost skladu. Proto na základě popsanych závislostí došlo k porovnání velikosti skladové zásoby v momentě, kdy byl počet výrobků s nevyzrálým lakem pro oba principy stejný. Toto druhé kritérium je stěžejní a více se na něj přihlíží zejména i z důvodu ekonomického hodnocení. Výrobky s nezralým lakem a jejich náklady na případné opravy jsou pro podnik těžce vyčíslitelné a špatně se plánují. Je to především z důvodu nepředvídatelnosti počtu takových výrobků, ale také jejich poškození. Z pohledu velikosti skladu je možné vyčíslit například náklady na skladování, případný zisk nebo ztrátu v podobě zásob, jelikož právě ty na sebe váží finanční prostředky atd.

Průběh a výsledky, které byly simulací vyhodnoceny, jsou zachycovány vždy v grafech, které napomáhají vyhodnocení daného experimentu.

Výsledkem práce bylo zjištění, že princip řízení lakovny na základě zákaznických odvolávek je pro podnik optimální. V průběhu celé simulace docházelo k výrazně nižším počtům výrobků s nevyzrálým lakem oproti principu řízení limity. Nicméně podstatným výsledkem, který byl rozhodující, bylo zjištění, že při vyrovnaném počtu takovýchto

výrobků je velikost skladu pomocí tohoto principu nižší. Na základě takovýchto výsledků byl tento princip i doporučen vybranému podniku.

V tomto případě bylo využití simulace velice přínosnou metodou vyhodnocování. Kdyby podnik této technologie nevyužil, jen stěží by došlo pouhým pozorováním reálného procesu k takovým výsledkům a rozhodně by to bylo nákladnější. V průběhu zpracování experimentů od vstupních dat až po výsledky bylo také zjištěno, že princip řízení tahu anebo tlaku není vždy rozdílný, ale má společné prvky, které z nich nedělají opačně fungující principy, na což je odkázáno i v teoretické části práce.

Seznam citací

- AL-AOMAR, Raid, et. al. 2015. Process simulation using WITNESS [online]. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Incorporated, [cit. 2019-08-29]. ISBN 978-0-470-37169-5. Dostupné z:
<https://search.proquest.com/legacydocview/EBC/1895257?accountid=17116>.
- BARTOŠEK, Vladimír, Josef ŠUNKA a Matuš VARJAN. 2014. Logistické řízení podniku v 21. století. Brno: CERM. ISBN 978-80-7204-824-3.
- DLOUHÝ, Martin, Jan FÁBRY, Martina KUNCOVÁ a Tomáš HLADÍK. 2007. Simulace podnikových procesů. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1649-4.
- GROS, Ivan. 2016. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-952-5.
- CHAD W. Autry, Thomas J. GOLDSBY, John E. BELL a Arthur V. HILL. 2013. Managing the Global Supply Chain. New Jersey: Pearson Education. ISBN 978-0-13-309134-2.
- JUROVÁ, Marie, et al. 2016. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5717-9.
- KEE-HUNG, Lai a Cheng T.C.E. 2009. Just-in-Time logistics. New York: Gower Publishing. ISBN 978-0-566-0890-8.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. 2012. Moderní přístupy k řízení výroby. 3. dopl. vyd. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.
- LAW, A. M. 2006. How to build valid and credible simulation models [online]. USA: IEEE, [cit. 2019-08-24]. DOI: 10.1109/WSC.2005.1574236. Dostupné z:
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1574236>
- MOŠNA, Jiří a Pavel PEŠEK. 2001. Systém hromadné obsluhy. Plzeň. Skripta. ZČU.
- MYERSON, Paul. 2012. Lean Supply Chain and Logistics Management. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-176626-5.

- RAWLES, Ian. 1998. The WITNESS® toolbox - a tutorial [online]. Washington DC, USA: IEEE. [cit. 2019-08-29]. DOI: 10.1109/WSC.1998.744930. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/744930>
- ROSER, Christoph a Pavel ONDRA. 2017. PUSH vs. PULL: Rozdíl mezi výrobními systémy PUSH a PULL. [Http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/push-vs-pull-rozdil-vyrobnimi-systemy-push-a-pull/](http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/push-vs-pull-rozdil-vyrobnimi-systemy-push-a-pull/) [online]. Olomouc, [cit. 2019-08-24]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/>
- ŘEPA, Václav. 2007. Podnikové procesy: Procesní řízení a modelování. 2. aktual. a rozšíř. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2252-8.
- SADOUN, Balquies. Applied system simulation: a review study. *Information Sciences*. 2000, (124), 173-192.
- SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. 2005. Logistika - teorie a praxe. Brno: CP Books. ISBN 80-251-0573-3.
- SVOZILOVÁ, Alena. 2011. Zlepšování podnikových procesů. Praha. GRADA Publishing. ISBN 978-80-247-3938-0.
- ŠTŮSEK, Jaromír. 2007. Řízení provozu v logistických řetězcích. Praha: C. H. Beck ISBN 978-80-7179-534-6.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. 2014. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: GRADA Publishing. ISBN 978-80-247-4486-5.
- VÁCHAL, Jan a Marek Vochozka a kol. 2013. Podnikové řízení. Praha: GRADA Publishing. ISBN 978-80-247-4642-5.