



Ekonomická
fakulta
Faculty
of Economics

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Ekonomická fakulta

Katedra účetnictví a financí

Diplomová práce

Možnosti zlepšení produktivity vybraných procesů podniku prostřednictvím zavedení metod štíhlé výroby

Vypracoval: Vojtěch Švejda Bc.

Vedoucí práce: Ing. Jaroslava Pražáková, Ph.D.

České Budějovice 2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vojtěch ŠVEJDA**
Osobní číslo: **E16647**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Řízení a ekonomika podniku**
Název tématu: **Možnosti zlepšení produktivity vybraných procesů podniku prostřednictvím zavedení metod štihlé výroby**
Zadávací katedra: **Katedra účetnictví a financí**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce:

Cílem práce je vyhodnotit využitelnost jednotlivých metod štihlé výroby při zlepšování produktivity vybraných podnikových procesů.

Metodický postup:

1. Sestavení literárního přehledu zaměřeného na problematiku štihlé výroby, procesního managementu, produktivity procesů.
2. Sestavení procesní mapy a definování jednotlivých podnikových procesů.
3. Zjištění současné produktivity posuzovaných procesů, používané metodiky pro hodnocení produktivity procesů a dosavadní využívání metod štihlé výroby ve vybraném podniku.
4. Analýza využitelnosti jednotlivých metod štihlé výroby v závislosti na výrobním zaměření zvoleného podniku a každého z posuzovaných procesů (VSM/VSD, kanban, nivelizace práce, 5S, Six Sigma atd.).
5. Stanovení doporučení vedoucích ke zlepšení současného stavu a nastavení parametrů pro další zlepšování.

Osnova:

1. Úvod; 2. Literární přehled; 3. Metodika a cíl práce; 4. Charakteristika podniku; 5. Zjištění současného stavu; 6. Vyhodnocení a stanovení doporučení výsledků a stanovení doporučení; 7. Závěr; 8. Seznam použité literatury; 9. Seznam tabulek, obrázků a zkratk; 10. Přílohy (v případě potřeby).

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **50-60**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- Imai, M. (2011).** *Kaizen: Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku.* Brno: Computer Press.
- King, P. L. (2009).** *Lean for the process industries: dealing with complexity.* New York: CRC Press.
- Košturiak, J., Frolík, Z. a kol. (2006).** *Štíhlý a inovativní podnik.* Praha: Alfa Publishing.
- Vaněček, D. a kol. (2013).** *Štíhlá výroba.* České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003).** *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation.* London: Simon & Schuster.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jaroslava Pražáková, Ph.D.**

Katedra účetnictví a financí

Datum zadání diplomové práce: **13. ledna 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2018**


doc. Ing. Ladislav Rolínek, Ph.D.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
EKONOMICKÁ FAKULTA
Studená 13 (20)
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Milan Jílek, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 13. ledna 2017

ABSTRAKT

Švejda, V., Možnosti zlepšení produktivity vybraných procesů podniku prostřednictvím zavedení metod štihlé výroby, České Budějovice 2019, Ekonomická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslava Pražáková, Ph.D.

Koncept štihlého podnikání a konkrétně štihlé výroby je stále se rozvíjející a efektivní metoda řízení interních zdrojů společnosti. Tento trend je dále akcelerován nástupem čtvrté průmyslové revoluce a znalostní společnosti. Koncept je rozvíjen řadu desetiletí a je celosvětově uznáván jako metoda efektivního řízení hodnotového roku, výroby i podpůrných procesů principem tahu. Hlavními cíly štihlé výroby je dosažení maximální kvality výrobků, flexibility dodávek k zákazníkovi a odstranění všech dluhů plýtvání podnikovými zdroji. Tato diplomová práce je zaměřena na zmapování všech metod štihlé výroby, které jsou v reálné společnosti využívány, následné posouzení jejich efektivity a navržení adekvátního návrhu pro dodatečné zvýšení efektivity interních procesů.

První, teoretická, část diplomové práce je zaměřena na podání komplexního přehledu o historii štihlé výroby, nástrojích, které ji tvoří, a metodách, které jsou různými autory využívány k jejímu hodnocení. Cílem následující vlastní práce je poté zmapovat štihlé metody, využívané v reálné společnosti a posoudit jejich přínos na základě srovnání reálného vývoje zásob se zkonstruovanými scénáři, které simulují vývoj v případě dokonale štihlého řízení zásob. Na základě zjištěných potenciálů poté stanovit doporučení ke zlepšení metod, které dále povede k zefektivnění interních procesů.

Diplomová práce navrhuje metodu hodnocení efektivnosti metod štihlé výroby na základě kombinace analýzy reálných dat oproti sestaveným scénářům, které simulují, jak by se data vyvíjela v případě splnění dokonale štihlého řízení zásob. V těchto scénářích je zohledněna i krátkodobá volatilita zákaznických objednávek, čímž se více blíží reálnému řízení zásob.

Přínos práce je primárně cílen na analyzovanou společnost, které budou výsledky analýzy poskytnuty za účelem seznámení se s vývojem reálných zásob v průběhu sledovaných let a možnému zavedení zlepšovacího návrhu, který je v práci prezentován. Čtenářům z řad odborné i laické veřejnosti má pak diplomová práce přinést komplexní podklad pro seznámení se zaměřením a principy štihlé výroby a dále má poskytnout návrh metody k hodnocení její efektivnosti, která může být následně zopakována u jiné společnosti.

Klíčová slova: štihlá výroba, řízení zásob, hodnocení efektivity, výrobní nivelizace, logistika

ABSTRACT

Švejda, V., The possibilities of improving the process productivity by implementing lean manufacturing methods, South Bohemia University in České Budějovice, diploma thesis supervisor: Ing. Jaroslava Pražáková, Ph.D.

The concept of lean entrepreneurship and directly lean manufacturing is still quickly evolving and effective method used for company resource management. This trend is furthermore accelerated by upcoming 4th industrial revolution and knowledge society. The lean concept is developed over many decades and it is acknowledged worldwide as efficient method for value stream coordination and internal resources management. The main goals of lean manufacturing are reaching the maximal products quality, flexible deliveries to customer and maximal minimization of waste in all processes. This diploma thesis is focused on mapping of all methods and assessment of their process efficiency inside real company using lean manufacturing. Based on analysis results provide valid improvement proposal to increase process efficiency even more.

The first part of thesis, theoretical summary, is focused on providing a complex overview of lean manufacturing history, instruments, which it consist of and methods, which are used by different authors in order to assess the lean production efficiency. The goal of following part of the thesis is to map lean methods, used by real manufacturing company and assess their efficiency by comparing real inventory data development with constructed scenarios, simulating the behaviour of pure lean inventory management. Based by found potentials propose improvement of used method in order to furthermore increase the efficiency of used tools.

Diploma thesis proposes the method for lean manufacturing methods efficiency assessment based on combination of real data analysis and constructed scenarios, which simulate how the data would develop in case of the lean manufacturing perfect fulfilment.

The benefit of the thesis is mainly focused on company, to which will be results of analysis provided in order to understand the development of real data over four analysed years and possible implementation of improvement proposal, which is presented within the thesis. To further expert and non-expert readers should the thesis provide complex source for lean manufacturing methods understanding and in addition the proposal of method for lean instruments efficiency assessment, which can be repeated at different company.

Key words: lean manufacturing, inventory management, efficiency assessment, manufacturing nivelisation, logistics

Prohlášení

Prohlašuji, že diplomová práce na téma „Možnosti zlepšení produktivity vybraných procesů podniku prostřednictvím zavedení metod štihlé výroby“ byla vypracována samostatně, na základě ekonomických a logistických dat analyzovaného podniku, vlastních zjištění a odborné literatury, která je uvedena v seznamu použitých zdrojů v diplomové práci.

Dále prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona číslo 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 30. srpna 2019

Vojtěch Švejda

Poděkování

Na této straně bych rád upřímně poděkoval všem, kteří mě při tvorbě diplomové práce odborně či jen morálně podpořili. Primárně pak čtyřem lidem. Vedoucí mé diplomové práce paní doktorce Pražákové za otevřenou zpětnou vazbu a dobré rady k volbě tématu, metodice i členění diplomové práce. Velký dík patří i paní docentce Klicnarové za podporu při provedení statistických testů. Dále pak velmi děkuji třem zaměstnancům analyzované společnosti. Jejich plná jména nemohu bohužel uvést, proto alespoň jmenuji křestními. Vedoucí logistiky Lence děkuji za poskytnutá data, dobrou náladu a za zpětnou vazbu k vyhodnocení ukazatelů. Vedoucímu lidských zdrojů Zdeňkovi děkuji za morální podporu a za dobré rady, jak učinit data zveřejnitelnými, aniž by mohlo dojít k ohrožení společnosti. Vedoucímu oddělení Leopoldovi děkuji za souhlas se zveřejněním projektových a kapacitních dat a za poskytnutí dostatečné kapacity k vytvoření práce. V neposlední řadě pak kolegovi Jakubovi za dobré rady při zpracování formální stránky práce.

OBSAH

1 ÚVOD.....	8
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
2.1 Vývoj štihlé výroby a myšlenkových směrů, které štihlou výrobu ovlivňovaly.....	12
2.2 Dílčí metody a nástroje štihlé výroby	18
2.2.1 Metody modelu štihlého podniku.....	18
2.2.2 Metody modelu štihlé výroby.....	20
2.2.3 Model štihlé logistiky	23
2.2.4 Čtrnáct nástrojů modelu štihlé výroby	25
2.3 Plýtvání v hodnotovém toku výroby a logistiky	31
2.3.1 Konkrétní zdroje plýtvání:nadprodukce a nadbytečné zásoby	33
2.4 Řízení zásob	34
2.4.1 Ukazatele spojené s řízením zásob	34
2.4.2 Druhy zásob dle jejich stupně rozpracovanosti	34
2.4.3 Druhy zásob materiálu dle jejich využití.....	35
2.5 Přístupy k hodnocení efektivity štihlé výroby a metody její analýzy	37
2.5.1 Obecné přístupy k hodnocení efektivity štihlé výroby.....	38
2.5.2 Konkrétní metodické postupy při analýze efektivity.....	40
3. METODIKA A CÍL PRÁCE.....	43
3.1 Hlavní cíl práce	43
3.1.1 Dílčí cíle práce a odůvodnění cílů	43
3.2 Metodický postup.....	45
3.3 Zdroje dat	47
3.4 Detailní postup práce.....	49
3.4.1 Analýza současného stavu na základě reálných dat	50
3.4.2 První scénář: Absolutně štihlá výroba bez pojistných zásob.....	53
3.4.3 Druhý scénář: Absolutně štihlá výroba s pojistnou zásobou pro krytí volatility zákaznických objednávek.....	55
3.4.4 Srovnání reálných dat s vytvořenými scénáři a závěr práce.....	59
4. CHARAKTERISTIKA PODNIKU	62

4.1 Organizační struktura společnosti	62
4.2 Výrobní projekty	64
4.3 Vstupní materiál	65
4.4 Logistické procesy	66
4.5 Výrobní procesy	67
4.6 Historie a motivace zavedení štihlé výroby	68
5. ZJIŠTĚNÍ SOUČASNÉHO STAVU A ÚPRAVA REÁLNÝCH DAT	70
5.1 Metody štihlé výroby, implementované ve společnosti	70
5.1.1 Přehled implementovaných metod štihlé výroby	70
5.1.2 Detailní popis jednotlivých metod	71
5.2 Dlouhodobý produkční plán a vývoj reálného objemu výroby	82
5.3 Vývoj reálných dat zásob a interního plánu na zásoby	83
6. VÝSLEDKY VLASTNÍ ANALÝZY A STANOVENÍ DOPORUČENÍ	88
6.1 Scénář 1: Zcela štihlá výroba bez pojistných zásob	88
6.2 Scénář 2: Štihlá výroba rozšířená o pojistnou zásobu pro pokrytí volatility zákaznických objednávek	90
6.3 Výsledky analýzy	95
6.4 Srovnání reálných dat s vytvořenými scénáři	97
6.4.1 Srovnání reálných dat s oběma scénáři využitím koeficientů	97
6.4.2 Srovnání reálných dat se scénářem 2 využitím statistických metod	100
6.5 Zhodnocení efektivnosti využitých nástrojů na základě výsledků analýzy	102
6.6 Návrh dodatečné štihlé metody pro zvýšení efektivity logistiky a výroby	103
6.6.1 Odůvodnění návrhu	104
6.6.2 Konkrétní návrh modelového denního nivelizovaného plánu	105
6.6.3 Následné vyhodnocení nivelizovaného plánu	107
6.6.4 Další obecná doporučení pro společnost	107
6.7 Vlastní komentář k výsledkům práce a podnikovým procesům	109
7 ZÁVĚR	114
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	117
SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	122
SEZNAM TABULEK	123

SEZNAM UŽITÝCH ZKRATEK.....	124
SEZNAM UŽITÝCH POJMŮ	125
PŘÍLOHY: PROCESNÍ MAPY	126

1 ÚVOD

Štíhlá výroba a širší model štíhlého podnikání je hojně využívaným konceptem řízení hodnotového toku, výrobních procesů i lidských zdrojů, který je zaměřen na efektivní využívání podnikových zdrojů. Koncept štíhlého podnikání je velmi efektivním díky optimalizaci nákladů, koordinaci interních i externích procesů a agilní reakci na zákaznické požadavky. Výsledkem správné implementace štíhlého podnikání je konkurenční výhoda, které je klíčová pro prosazení se na dnešním globálně orientovaném trhu. To je důvodem, proč je model štíhlého podnikání již dlouhá léta rozvíjen a proč byl implementován v mnoha výrobních společnostech po celém světě.

Hlavním cílem práce je vyhodnotit využitelnost a efektivitu metod štíhlé výroby při zlepšování produktivity vybraných podnikových procesů. Neboť je možné hodnotit společnost z několika odlišných perspektiv, byl cíl konkrétně zaměřen na zhodnocení reálné efektivity štíhlých nástrojů skrze efektivitu řízení zásob. Na základě zjištěných výsledků analýzy je doporučeno zlepšení výrobní nebo logistické metody štíhlé výroby, která by měla vést ke zvýšení efektivity štíhlých procesů ve společnosti.

Proto je provedena analýza vývoje reálných zásob, které jsou srovnávány s vytvořenými scénáři, simulujícími vývoj zásob v prostředí dokonale štíhlé výroby. První scénář simuluje řízení zásob v případě zcela štíhlé výroby. Druhý scénář tento scénář následně rozšiřuje o doporučenou pojistnou zásobu pro pokrytí neočekávané volatility zákaznických objednávek. Pro splnění hlavního cíle práce jsou stanoveny dílčí cíle, které jsou dále popsány v části, věnované metodice.

Prvním dílčím cílem je provedení analýzy vývoje reálných zásob a sestavení výše zmíněných scénářů, které jsou s reálným vývojem zásob následně srovnány. Srovnání je v diplomové práci provedeno dvěma způsoby. Prvním je vyhodnocení koeficientů, které odpovídají poměru reálné hodnoty zásob oproti vytvořeným scénářům. Následně je pro reálná data a scénář 2 proveden test normality hodnot pomocí Shapirova-Wilkova testu a analýza shodnosti rozptylů v programu Statistica. Výsledky obou postupů jsou základem pro zhodnocení štíhlosti výroby a efektivity využitých metod štíhlé výroby. Posledním cílem je stanovení vlastního doporučení pro další zvýšení efektivity využívaných procesů.

Struktura práce je dle zadání rozdělena do sedmi kapitol. Úvod seznamuje čtenáře s tematikou štíhlé výroby. Následný literární přehled představuje historii štíhlé výroby, využívané nástroje a srovnává metody, využití jinými autory. Třetí částí je metodika, která definuje hlavní cíl práce, a dílčí cíle, které byly stanoveny pro jeho splnění. Dále shrnuje zdroje dat a detailně popisuje celý postup vlastní práce. Následuje část obsahující popis analyzovaného podniku. Pátá kapitola je věnována současné situaci v podniku, a metodám štíhlé výroby, které jsou v současné době využívány. V šesté kapitole jsou prezentovány výsledky vlastní analýzy, na základě koeficientů a analýzy rozptylů jsou otestovány stanovené hypotézy o štíhlosti zásob a je také představen jeden zlepšovací návrh, který má vést k dalšímu zefektivnění štíhlých procesů ve společnosti. V závěru kapitoly je prezentován vlastní názor na procesy ve společnosti a na výsledky analýzy. Poslední kapitolou je závěr, která shrnuje výsledky práce. V přílohách práce se nalézají procesní mapy interního kanbanového okruhu a výroby řízené tahem, které mají pomoci pochopení některých štíhlých metod.

V diplomové práci je analyzována reálná společnost v České republice, která je členem rozsáhlé nadnárodní organizace. Společnost je dlouhodobě zaměřena na automobilový průmysl, pro který vyvíjí a sériově vyrábí řídicí systémy, ovládací a palivové systémy nebo moduly zaměřené na optimalizaci emisí v reálném provozu. Jednou z dlouhodobých priorit společnosti je právě maximální implementace principů štíhlé výroby, kterými společnost plánuje dosáhnout vysoké efektivity při výrobě variantních produktů a udržení ISO a VDA certifikací, jež jsou pro automobilový průmysl mezinárodně vyžadovány. Dalšími důvody pro přechod výroby na štíhlou výrobu jsou optimalizace nákladů a maximalizace kvality ve výrobních procesech. Podpůrné procesy společnosti, výrobní oddělení i celá organizační struktura jsou dále představeny v diplomové práci.

Téma štíhlé výroby jsem si pro diplomovou práci zvolil, protože ho považuji za velmi zajímavé a celý koncept štíhlého podniku obecně velmi důležitý pro úspěšné podnikání. Při současném rychlém rozvoji nových druhů podnikání a dnes již v praxi realizované čtvrté průmyslové revoluci je zásadní, aby byly procesy ve společnosti správně nastaveny a aby bylo efektivně hospodařeno s podnikovým kapitálem. Štíhlé metody v podnikání mají právě tento cíl. Věřím, že mi diplomová práce pomůže k hlubšímu pochopení celého fungování štíhlé výroby, a že výsledky vypracované analýzy pomohou zhodnotit, nakolik se efekti-

vita štíhlých metod v reálném světě blíží modelu dokonale štíhlé výroby. Diplomová práce také bude poskytnuta společnosti pro seznámení s výsledky analýzy a pro potenciální zavedení zlepšovacího návrhu, který je v práci navržen. Externím čtenářům má práce představit celou tematiku a poskytnout návrh metody k hodnocení efektivnosti využitých metod, která může být v budoucnu opakována při hodnocení jiné společnosti.

Jméno analyzované společnosti, jména projektů, výrobků, materiálů, zákazníků a další údaje, které by mohly vést k identifikaci podniku, musely být anonymizovány, aby bylo zabráněno zneužití třetí stranou. Jména byla v práci nahrazena referenčními názvy a data byla upravena koeficientem. K plnému zveřejnění těchto údajů a neupravených dat se nepodařilo od vrcholového vedení společnosti získat oficiální souhlas. Celý průběh práce, včetně dat a postupů, byl pravidelně konzultován s vedoucími oddělení logistiky, lidských zdrojů a projektů analyzované české společnosti. Tito 3 manažeři vykonávali nad prací mentoring. Pro udržení vypovídající schopnosti ukazatelů a trendů byla po domluvě s vedoucí práce a mentory veškerá reálná data upravena koeficientem. Všichni 3 manažeři dali formální souhlas s publikováním práce za podmínky, že budou publikována pouze již upravená data, aby bylo znemožněno identifikování společnosti nebo výrobních projektů a zneužití dat třetí stranou. Finální verze práce bude také těmto 3 osobám poskytnuta pro jejich informaci a potenciální využití při řízení oddělení.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

První část literárního přehledu je zaměřena na historický vývoj štihlé výroby od jejích počátků a na směry, které stanovily základ pro její rozvoj. Ve druhé části kapitoly jsou následně rozepsány jednotlivé principy a metody, které ji tvoří a zdroje plýtvání, které by její implementace měla v hodnotovém toku minimalizovat. Následně je krátce zmíněno řízení zásob, které je nutné pro pochopení ukazatelů, se kterými je pracováno v praktické části diplomové práce. Poslední část uvádí různé přístupy k hodnocení štihlé výroby, které byly využity autory studií v minulosti.

Pavnaskar, Gershenson a Jambekar (2003) uvádějí, že historie přístupů a konceptů, které provázely zavedení štihlé výroby do praxe, sahá do devatenáctého století. Zrod štihlé výroby jako oficiálního konceptu pak nalezneme v Japonsku po 2. světové válce, kdy si Japonské výrobní podniky uvědomily, že nemají zdroje, aby mohly vybudovat výrobní a infrastrukturu podobné Spojeným státům americkým a musely obstát v již globální konkurenci. V této době je rozvoj štihlé výroby silně spjat s automobilovým průmyslem a se společností Toyota. Využití jednotlivých metod se ukázalo jako velmi pokrokové. To je důvodem, proč štihlou výrobu využívá řada společností po celém světě (Pavnaskar, Gershenson a Jambekar, 2003).

Shah a Ward (2003) uvádějí, že zejména americké společnosti byly k zavedení štihlé výroby tlačeny konkurenčním tlakem ze strany globálního trhu. Koncept štihlé výroby představuje více oborový přístup zahrnující široké portfolio nástrojů a praktik. Mezi nimi najdeme manažerské praktiky, zásobování just-in-time, systémy řízení kvality, týmovou práci, buňkové uspořádání výroby nebo řízení dodavatelského řetězce. Klíčem k efektivnímu využívání štihlé výroby je spojení těchto komponentů do jedné synergicky fungující struktury, uspořádané do hodnotových toků. Jejím cílem je efektivní a flexibilní produkce dle zákaznických požadavků s minimálním množstvím plýtvání (Shah a Ward, 2003).

2.1 Vývoj štihlé výroby a myšlenkových směrů, které štihlou výrobu ovlivňovaly

Následující kapitola shrnuje postupný rozvoj štihlé výroby a směrů, které pro ni vytvářely základ. Historie je zmíněna od řemeslné výroby v 19. století do rozšířené koncepce štihlého podnikání na konci 20. století.

❖ Řemeslná výroba (19. století)

Pascal (2007, s. 7-9) detailně popisuje jednotlivé fáze rozvoje přístupů k řízení, které v budoucnosti vytvořily základ ke vzniku plné koncepce štihlé výroby. Řemeslná výroba vyžadovala kvalifikaci v celém výrobním procesu od počátku až po finální produkt. Řemeslníci pracovali nezávisle na celém výrobku. Výrobní proces byl silně decentralizovaný. Byly využívány multifunkční, nespécializované nástroje. Znakem řemeslné výroby, a také její nevýhodou oproti následné hromadné výrobě, byla pomalá produkce výrobků při vysokých cenách a náročné zaškolení pracovníků. Vývoj kvality byl nepředvídatelný kvůli velmi individuálním, nestandardizovaných výrobním procesům a výrobky za vysoké ceny si mohli dovolit jen movití zákazníci.

❖ Hromadné výroba a vědecký management (F. Taylor, 19.-20. st.)

Druhou fází řízení byl koncept hromadné výroby a vědeckého managementu, který vznikl ve společnosti Midvale Steel Works v USA. Přístup vědeckého managementu byl poprvé implementován F.W.Taylorém ve Filadelfii. Důležitost vědeckého managementu pro štihlou výrobu potvrzuje Kanigel (2005). Jednalo se o první systematický, měřený a standardizovaný výrobní proces. Výhodou hromadné výroby bylo rychlé zaučení pracovníků díky rozdělení na standardizované a stále se opakující činnosti. Standardizace procesů byla docílena zavedením časových a pohybových studií. Optimalizace výrobního procesu přinesla i snížení času cyklu a tím urychlení výroby.

Moen a Norman (2006) dále dodávají, že dalším procesem, který zaručoval vyšší efektivitu hromadné výroby, byl Demingův cyklus kontinuálního zlepšování. Jednotlivé fáze jsou: naplánuj – udělej – zkontroluj – jednej¹. Deming tuto myšlenku prezentoval

¹ Tento cyklus je označován jako PDCA z anglického originálu Plan-Do-Check-Act.

v roce 1950 v Japonsku. Demingův PDCA cyklus je také důležitou součástí japonské koncepce kvality a uspořádání podniku Total Quality Management. Deming při vytváření tohoto cyklu vychází z práce W. A. Shewharta, který koncept obdobného cyklu již uveřejnil (Moen a Norman, 2006). Nevýhodou hromadné výroby byla nudná, bezduchá, neměnná práce, která byla psychicky velmi náročná a demotivující. Jak uvádí Mika (2006), zásadní přínos Taylora pro budoucí rozvoj štihlé výroby uznávají i její průkopníci Taiichi Ohno a Shigeo Shingo. Taiichi Ohno Taylorovu práci později využil ve společnosti Toyota, kam nastoupil v roce 1932 a kde Demingův cyklus využíval k minimalizaci plýtvání.

❖ Linková výroba a procesní standardizace (H. Ford, 1. polovina. 20. století)

Jak uvádí Hu (2013), dalším klíčovým přístupem, který štíhlou výrobu ovlivňoval, byla výrobní standardizace a linková výroba zavedená H. Fordem počátkem 20. století ve Spojených státech amerických. Fordovým cílem byla produkce masově dostupných automobilů, které by bylo snadné vyrobit i opravovat. Výrazného pokroku při výrobě automobilů dosáhl v roce 1908. Výroba ve Fordově závodu se vyznačovala linkovým uspořádáním a standardizací komponentů i úkonů. Byl vytvořen systém lehce vyměnitelných a smontovatelných komponentů, které byly na jednotlivých stanovištích montovány standardními, jasně stanovenými a měřenými postupy. Právě tento synergický mechanismus, společně s novými nástroji, které umožňovaly montování předeřhřátých komponentů, umožnil rychlý a plynulý chod linkově uspořádané výroby (Tomic, Radonja a Bonato, 2019).

Jak dodává Hargadon (2003), hlavním přínosem Forda do výrobních procesů nejsou výrazné inovace a nové technologie, ale standardizace a zdokonalení procesů, které již byly známé v jiných odvětvích. Příkladem je pak standardizovaný design komponentů. Ty Ford využil z mnohem starší výroby zbrojí pro vojsko. Po využití již známých metod se Ford zaměřil na vývoj nového designu, který dále prohluboval jeho technologický náskok oproti konkurenci. Příkladem je odlívání kompletního bloku motoru v jednom kuse. Oproti tomu konkurence musela vyrábět každý válec zvlášť a pak k sobě jednotlivé válce upevňovat. Tyto inovace dále zvyšovaly produktivitu výroby a snižovaly náklady (Pascal, 2007).

Výše zmíněným autorům dává za pravdu i Wilson (2013) a dodává, že díky těmto inovacím zkrátil Ford významně čas cyklu jednotlivých procesů. Stejně montážní úkony, které byly v roce 1908 měřeny v jednotkách hodin, byly natolik urychleny, že v roce 1913

bylo trvání jen v desítkách minut. V roce 1920 dosáhl Ford produkce 2 mil. automobilů za rok. Tím byl světovým leaderem v produkci automobilů (Wilson, 2013).

Inovace zavedené ve Fordových závodech položily základy, na kterých byla později štihlá výroba rozvíjena. Patří mezi ně tyto zásadní inovace (Vaněček a kol., 2013):

- snadná montáž a vyměnitelnost komponentů,
- standardizované pohyby a procesy pro každého dělníka,
- pohyblivé montážní linky.

❖ 2.1.1. Administrativní a účetní systémy (A. Sloan, 1. polovina 20. století)

Další důležité reformy v podnikání zmiňuje Norton (1997). Jak uvádí, paralelně s Fordem pracoval na inovacích v oblasti systematizace řízení společnosti a marketingu také A. Sloan ve společnosti General Motors. Jeho inovace jsou zaměřeny na metody řízení celého podniku a vycházejí z myšlenky, že jednotlivé dílčí výroby vyžadují kvalifikované, úzce zaměřené vedení. Proto decentralizoval vedení General Motors² do jednotlivých samostatných divizí a sub-divizí, které úzce spolupracovaly, ale byly odděleny účetnictvím i organizační strukturou a vlastním lokálním sídlem. Pro podporu této koncepce byl vyvinut obecně přijímaný účetní standard GAAP³. Vytvořil také strmou organizační strukturu společnosti s mnoha patry managementu od vedoucích směn po divizionální prezidenty. Každá divize měla také 10denní produkční plány a dlouhodobé obchodní průzkumy. Decentralizací společnosti dosáhl Sloan vysoké efektivity a odbornosti vedení a zvýšil životaschopnost každé divize. Vyskytla se 2 zásadní slabá místa:

- Prohloubení mezery mezi vedením divize a mezi řadovými zaměstnanci.
- Přizpůsobování reálné produkce pozitivně působícímu účetnictví. Příkladem byla nadprodukce na sklad namísto produkce pouze do výše zákaznických objednávek.

Výsledná platforma pro budoucí rozvoj konceptu štihlé výroby po 2. světové válce ve společnosti Toyota je kombinací produkčního systému vytvořeného Taylorem, procesních inovací a standardizace implementované Fordem a administrativní a účetní struktury vytvořené Sloanem (Pascal, 2007, s. 5-7). Tato koncepce narážela na 2 zásadní problémy:

² General Motors je americkým producentem automobilů a průmyslových výrobků.

³ GAAP je v USA využívaný účetní systém.

- Negativní postoj dělníků kvůli tvrdým normám a nízké sounáležitosti zaměstnanců vůči společnosti kvalitativních norem.
- Drahé, rozměrné technické vybavení, které brzdilo flexibilitu společnosti pro zavádění následných inovací.

❖ 2.1.2 Počátek štihlé výroby ve společnosti Toyota (T. Ohno a S. Shingo, 2. polovina 20. století)

Jak uvádějí Burton a Boeder (2003), koncept, definice a metodologie štihlé výroby existuje v podnikatelském, výrobním a vědeckém sektoru celého světa po desetiletí. Pravděpodobně nejvýraznějším příkladem štihlé výroby je společnost Toyota⁴, která implementovala koncepci štihlé výroby pod názvem Toyota production system (TPS)⁵ po skončení 2. světové války. Koncept byl z velké části rozšířen do západního světa až v roce 1973 z důvodu vypuknutí ropné krize. V té době již Toyota více jak 20 využívala TPS k eliminaci interního plýtvání, zvýšení produktivity a snížení nákladů společnosti. Jednalo se o logické řešení, které bylo implementováno z důvodu omezeného přístupu k lidským zdrojům, nerostnému bohatství a kapitálovým zdrojům, které provázely těžkou situaci země po výsledku 2. světové války (Black, 2007). Ačkoli je případ Toyoty známý svým úspěchem a komplexností, objevují se základní nástroje a prvky štihlé výroby o již více než století dříve v přístupu F. Taylora v díle Přístupy vědeckého managementu, u A. Shewharta ve společnosti Western Electric a u H. Forda v jeho systému hromadné produkce. Košturiak a kol. (2010, s. 16), zaměřeni na systém Kaizen, popisují jednotlivé metody TPS a zdůrazňují důležitost přijímání nových změn ve společnosti. Souhrn těchto menších změn pomohl společnosti Toyota k velké konkurenční výhodě (Burton a Boeder, 2003).

Yang, C. C. a Yang, K. J. (2013) dodávají, že přínosem nově vzniklého TPS byla i výroba menších produkčních dávek, neboť si společnost nemohla dovolit vysoké zásoby a nový systém pro zastavení výroby ve chvíli, kdy byl na jakémkoli stanovišti nalezen kvalitativní problém. Tento proces je využíván do dneška pod názvem záchranná brzda. Autoři uvádějí, že tyto nové metody štihlé výroby není nutné limitovat na automobilový průmysl,

⁴ Nadnárodní producent osobních a užitkových automobilů s ústředím v Japonsku v prefektuře Aiči, založena v roce 1937.

⁵ Toyota production system = v překladu výrobní systém společnosti Toyota.

ale mohou být využity s jistými úpravami ve všech odvětvích, které se zabývají hromadnou výrobou.

Ačkoli se již v meziobdobí množství společností snažilo o implementaci některých komponentů štihlé výroby v přechodných či částečných procesech, koncept se zásadně prosadil ve světě v roce 1996 s vydáním knihy *Lean Thinking*⁶ od Womacka, Jonese a Roose (1996). Tato kniha aplikovala více standardizovaný a disciplinovaný přístup k aplikování a měření štihlé výroby, který je využíván dodnes. K tomu bylo deklarováno následujících 5 základních principů (Womack, Jones a Roos, 1996):

- specifická hodnota,
- vytvoření hodnotového toku,
- princip tahu,
- princip tlaku,
- zdokonalování⁷.

Od osmdesátých let až do dnešní doby byla majoritní část podniků ve světě zapojena do využívání zdokonalených nástrojů pro plánování a řízení, jakými jsou Material Resource Planning – Plánování materiálového toku (dále jako MRP), Just In Time – Dodání v pravou chvíli (dále jako JIT), čárové kódy, Total Quality Management (dále jako TQM), reengineering, Kaizen nebo štihlá výroba. V pozdější době byly zaváděny kvalitativní přístupy Six Sigma pro specifikování cílů na kvalitu produktu, metody řízení dodavatelského řetězce a digitalizace komunikace mezi jednotlivými články dodavatelského řetězce (Womack, Jones a Roos, 1991; Burton a Boeder, 2003).

❖ Rozšířená koncepce štihlého podnikání: Lean Extended Enterprise (20. století)

Ačkoli byla implementace těchto trendů převážně ekonomicky přínosná, chyběla komplexní, stmelující koncepce, která by tyto metody zkombinovala do jednotné platformy, a která by zahrnovala adekvátní metody a všechny články hodnotového toku. Mezi tyto články hodnotového toku počítáme (Kashani, Jeannet a Horovith, 2005, s. 14):

- dodavatele,
- subdodavatele,

⁶Lean Thinking – v překladu štihlé smýšlení.

⁷ V anglickém znění perfection.

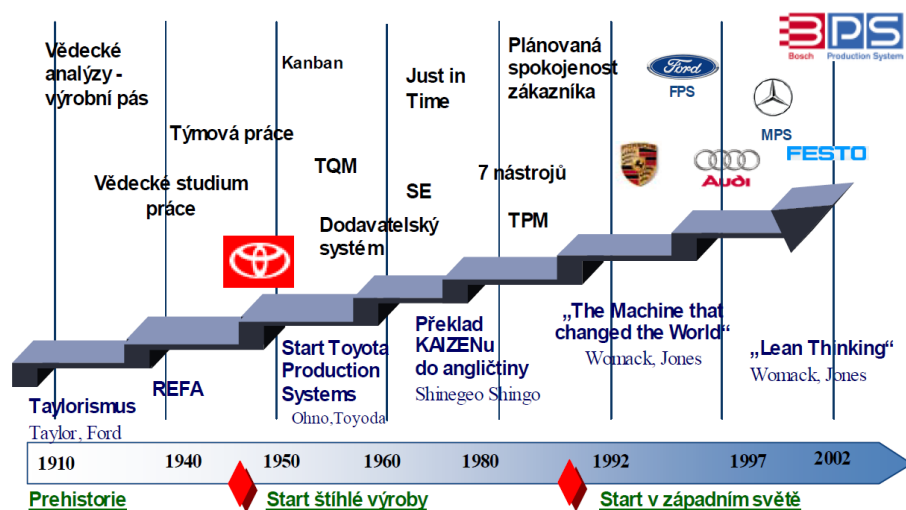
- naši firmu,
- zákazníky.

Nová koncepce, která se z jednotlivých komponent vyvinula, uvažuje o těchto dílčích člancích jako o jediném ekonomickém a podnikatelském subjektu a je nazývána Lean Extended Enterprise – v doslovném překladu Rozvinuté štíhlé podnikání a zahrnuje všechny komponenty, které jsou zmíněny na obrázku č. 1. Tato koncepce integruje poznatky o štíhlé výrobě a další komponenty do celého hodnotového toku, vytváří spolupracující prostředí mezi subjekty a vede ke zvyšování flexibility, konkurenceschopnosti, růstu společenské odpovědnosti a přidané hodnoty pro společnost a snižování nákladů (Burton a Boeder, 2003, s. 8).

Model štíhlé výroby má za sebou dlouhou historii a mnoho směrů, které ho pomáhaly utvářet a později rozvíjet. Podle mnoha světových vědců a manažerů se jedná o velmi efektivní platformu pro řízení společnosti, která podnikání směřuje k omezení plýtvání a přispívá ke všeobecné konkurenceschopnosti podnikání. Nové koncepce, jakou je Lean Extended Enterprise, pomáhají k rozšíření modelu a vedou ke koordinaci celého hodnotového toku mezi dodavateli a zákazníky a ke společenské odpovědnosti. Tento vývoj štíhlé výroby přispívá k jeho aktuálnosti a využitelnosti i na globálním, rychle se rozvíjejícím trhu 21. století (Niculescu a Todorut, 2011).

Jirásek (1998) obdobně popisuje vývoj směrů, které souvisejí se štíhlou výrobou a jmenuje i společnosti, které tyto při řízení procesů využívají. Schéma vycházející z jeho knihy můžeme vidět na obrázku 1.

Obrázek 1: Historický vývoj štíhlého podnikání



Zdroj: Jirásek (1998).

2.2 Dílčí metody a nástroje štíhlé výroby

V této kapitole jsou uvedeny dílčí metody a nástroje štíhlého podnikání, konkrétně pak metody modelu štíhlého podniku, metody modelu štíhlé výroby, čtrnáct nástrojů metody štíhlé výroby a model štíhlé logistiky.

2.2.1 Metody modelu štíhlého podniku

Košťuriak a Frolík (2006) definují model štíhlé výroby jako součást širší koncepce štíhlého podniku, do kterého zahrnují výrobu, logistiku, administrativu a vývoj. Hlavním cílem modelu štíhlého podniku je spokojenost zákazníka, která je úzce spjatá s procesy, které v podniku tvoří přidanou hodnotu. Spokojený zákazník je ochoten za náš produkt zaplatit smluvní cenu a obraz poté může generovat zisk pro vlastníky podniku. Hlavní silou, která v dlouhodobém horizontu představuje konkurenceschopnost a přežití podniku, je pak management znalostí. Mnoho firem se soustředí pouze na zavádění principů štíhlého podniku bez dostatečných znalostí, jak s procesy nakládat. Tím se zavedení štíhlé výroby nemusí vůbec podařit nebo i přes úspěšnou implementaci pozbývá účinnosti (Dombrowski, Krenkel a Richter, 2017). Pilíře konceptu štíhlého podnikání jsou zobrazeny na obrázku č. 2.

Obrázek 2: Pilíře konceptu štíhlého podnikání



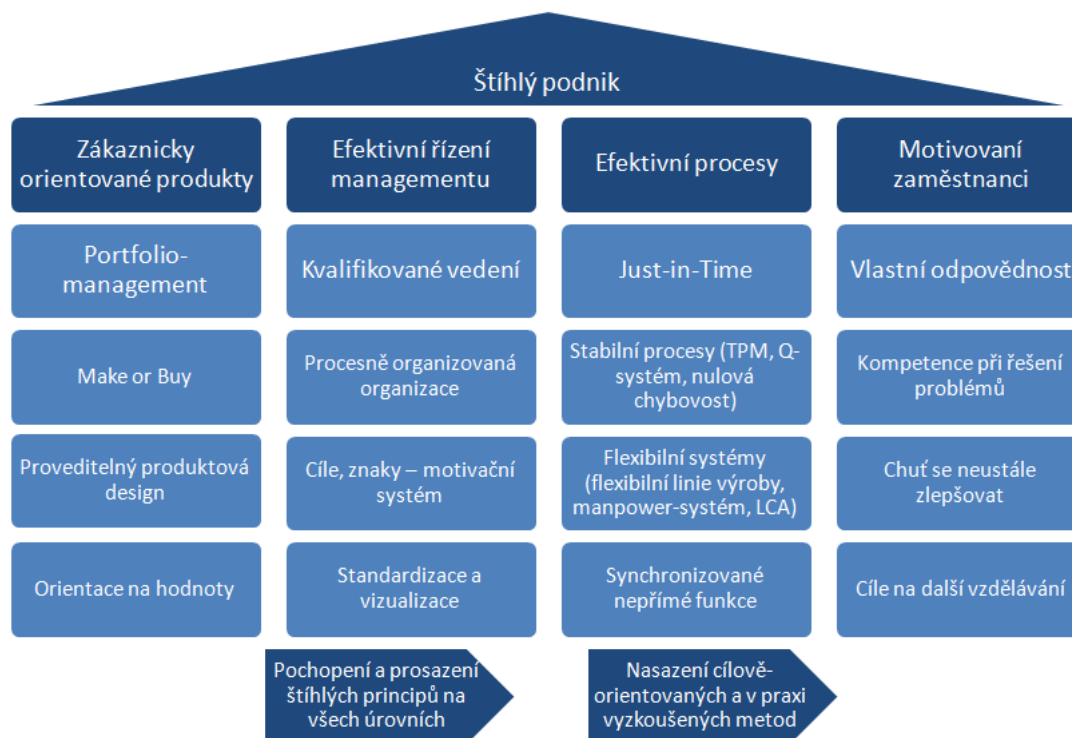
Zdroj: Košturiak a Frolík (2006).

Pro dosažení maximální efektivity štíhlého podniku musí být jednotlivé principy implementovány ve všech oblastech činnosti, která se podniku týká. Toto schéma předpokládá výrobní podnik s fyzickým produktem, protože je zmíněna výroba, logistika i vývoj. Pokud bychom vzali v úvahu například společnost, která se zabývá vývojem software, bude vysoká důležitost štíhlých procesů ve vývoji i v administrativě. Oproti tomu výroba je v rámci programování již zahrnuta v administrativě a logistika software je v 21. století online. Proto by skladování ani fyzická logistika nebyla relevantní. Obdobný případ bychom našli u většiny společností, které se zabývají službami, jako jsou pojišťovny, banky, poradenské nebo právní společnosti (Seppala a Klemola, 2004). Model je vždy nutné upravit konkrétnímu podniku, pro který má být implementován. Důležitost managementu znalostí však platí pro všechny typy společností a roste s komplexností produktu a nutným know-how (Song a Li, 2011).

Model štíhlého podnikání je také popisován na základě základních přístupů, na kterých je postaven. Tím je zaměření na 4 pilíře úspěchu přechodu na štíhlý podnik. Je jím orientace na zákazníka, manažerské řízení, efektivní interní procesy a motivace zaměstnanců. Podobně štíhlý podnik představuje Pascal (2007), a také na svých stránkách nadnárodní konzultantská společnost v oblasti managementu ROI (ROI Poradenství, 2012). Z jejich

stránek je převzat obrázek č. 3. Toto znázornění modelu obsahuje všechny prvky, které uvádí Košturiak a Frolík (2006). Tedy z oblasti výroby, logistiky, administrativy i vývoje. Pouze jednotlivé prvky neřadí podle oblasti, kde jsou úkony prováděny, ale podle zaměření jednotlivých prvků. I když se všechny tyto prvky řadí do rozšířeného modelu štíhlého podnikání, jsou plně platné i pro výrobní a logistické procesy (Pascal, 2007, s. 20).

Obrázek 3: Schéma procesů štíhlého podniku



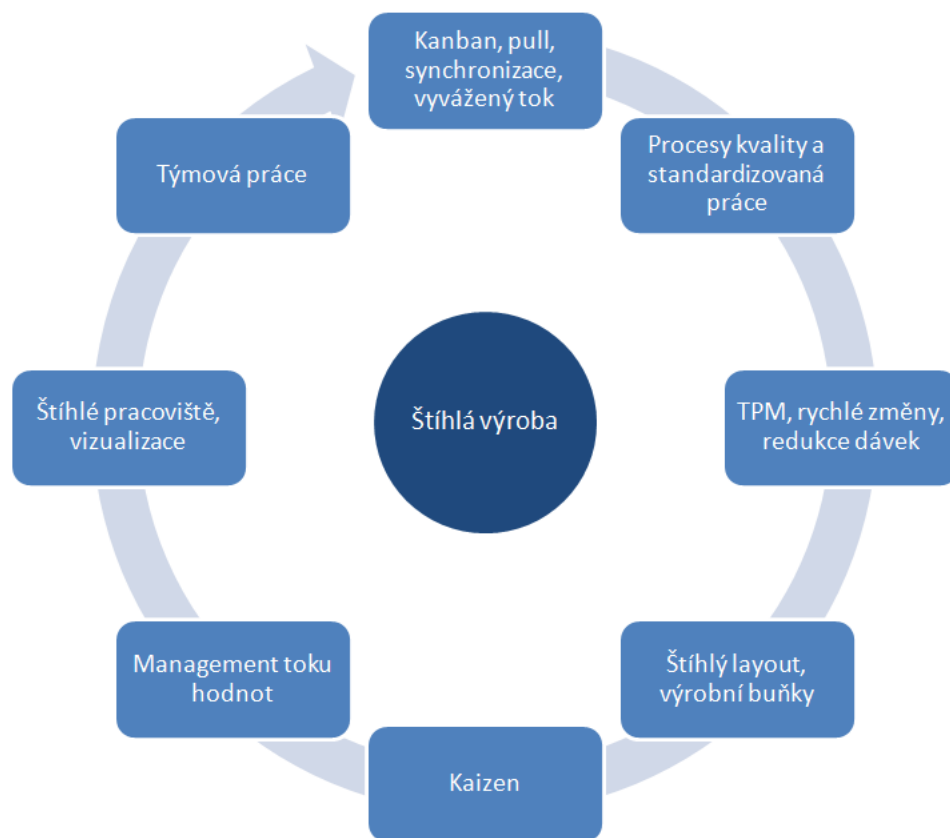
Zdroj: ROI Poradenství (2012).

2.2.2 Metody modelu štíhlé výroby

Košturiak a Frolík (2006) dále jmenují metody štíhlé výroby a logistiky, popisují jejich důležitost pro interní procesy ve společnosti a jejich vzájemnou návaznost. Stejně tak rozebírají i detailní modely pro vývoj a administrativu. Ty ale nejsou relevantní pro tuto práci.

Model štíhlé výroby je jedním z nejvýznamnějších u výrobních společností s fyzickým produktem. Jak uvádí Košturiak a Frolík (2006), efektivita využití technického vybavení je dle analýzy jen 30-50 %, a v případě lidských zdrojů ve výrobě jen 30-40 %. Z toho důvodu je plýtvání na vysoké úrovni a zavedení standardů štíhlé výroby by mělo pro výrobní podniky být jednou z priorit. Obrázek č. 4 prezentuje procesy štíhlé výroby.

Obrázek 4: Schéma procesů štíhlé výroby



Zdroj: Košturiak a Frolík (2006).

Deshmukh, Patil a Deshmukh, 2017) uvádí, že štíhlá výroba je postavena právě na zmíněných principech, které můžeme vidět na obrázku č. 4. Všechny tyto principy jsou implementovány i ve společnosti, která je analyzována v praktické části této diplomové práce. Obrázek č. 5 byl převzat od Pascala (2007) a zabývá se stejnými komponenty štíhlé výroby.

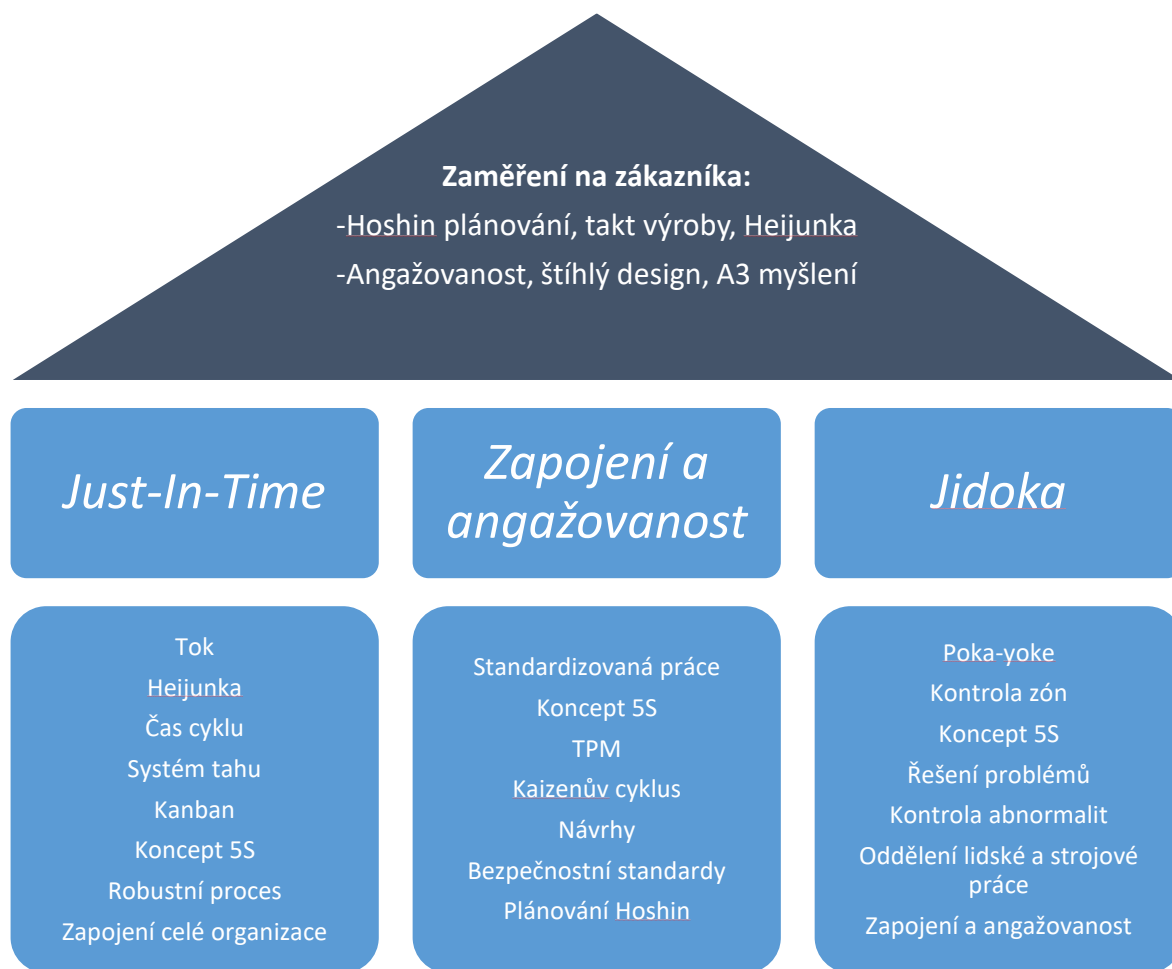
Oba obrázky štíhlé výroby mají velmi podobné komponenty. Oba zmiňují komponenty používané přímo na pracovišti, jakými jsou vizualizace výrobního plánu – Heijunka, metodu úplné údržby výrobní linky a nástrojů⁸, týmovou spolupráci, procesy pro údržbu kvality a bezpečnosti nebo princip tahu a Kanban (Song a Li, 2011).

Schéma, které uvádí Pascal(2007) je více komplexní a jmenuje konkrétnější nástroje, jakými je koncept standardizace pořádku na pracovišti 5S, japonskou metodu pro zvýšení

⁸ TPM – z anglického překladu Total Production Maintenance.

autonomnosti pracoviště Jidoka nebo Kaizen⁹ cyklus pro neustálé zlepšování. Obsahuje i metody pro dlouhodobé strategické Hoshin Kanri a zmiňuje důležitost zapojení celé struktury podniku. Z logistických metod zmiňuje princip tahu, kterým jsou předávány informace o výrobním plánu mezi logistikou a výrobou. Dále pak metodu výroby a dodávky JIT, tedy výrobu přesného množství v pravý čas (Košturiak a kol., 2010). Největší důležitost je kladena na zákazníka, ať už vnitropodnikového nebo externího, jehož spokojenost je hlavním kritériem.

Obrázek 5: Základní systémové nástroje štíhlé výroby



Zdroj: Pascal (2007).

⁹Kaizen – cyklus neustálého zlepšování, který pochází ze dvou japonských slov: Kai – změna a Zen – tedy lepší (Jirásek, 1998).

2.2.3 Model štíhlé logistiky

Model štíhlé výroby je v širší koncepci štíhlého podnikání velmi pevně propojen s principy štíhlé logistiky. Logistika je v dnešní dynamické době, zvláště v automobilovém sektoru, velmi důležitá pro plynulý chod výroby všech článků v hodnotovém řetězci. Kvalita a efektivita logistických procesů ovlivňuje výši zásob, finanční výsledky společnosti i stabilitu výroby u dodavatelů i zákazníků. Nároky na štíhlou logistiku jsou přímo závislé na hodnotě vstupních komponentů a finálních výrobků, na množství variant vstupních komponentů, na variantnosti výroby a množství zákazníků i jejich vzdálenosti od výrobního závodu (Dolák, 2016).

Jak zmiňují Košturiak a Frolík (2006), přeprava, skladování a manipulace s materiálem zaměstnává až 25 % zaměstnanců, zabírá až 55 % dostupného prostoru a spotřebovává až 87 % času, který materiál v podniku tráví. Tyto procesy představují 15-70 % nákladů na výrobek a zásadně ovlivňují i kvalitu výrobků. Přístupy k řízení logistiky se také liší v závislosti na hromadné výrobě nebo zakázkové výrobě. V obou případech ale znamenají procesy, které netvoří přidanou hodnotu pro zákazníka. V případě, že jsou logistické procesy ve společnosti na vysoké úrovni, představují zásadní konkurenční výhodu oproti konkurenci. Komponenty štíhlé logistiky, jak je zmiňuje Košturiak a Frolík (2006, s. 29), jsou zobrazeny na obrázku č. 6.

Obrázek 6: Schéma procesů štíhlé logistiky



Zdroj: Košturiak a Frolík (2006, s. 29).

Některé komponenty, jako metoda TPM, využití Kaizen a Kanban, analýza hodnotového toku a standardizace procesů jsou již zmiňovány v popisu modelu štíhlé výroby. Další klíčové metody, na kterých je štíhlá logistika postavena jmenuje Baudin (2005), který se zaměřuje na velmi komplexní analýzu všech užívaných metod a zabývá se i budoucností logistiky.

❖ Optimalizace logistické sítě

Spočívá v analýze a výběru dodavatelů a zákazníků. Vytváření standardizovaných přepravních, stále se opakujících, cest, které obsluhují větší množství dodavatelů a zákazníků (Milkrun). Dalším nástrojem je úprava balicího a objednacího množství pro úsporu místa při přepravě a snížení objemu balících materiálů (Baudin, 2005).

❖ Spolupráce s dodavateli a zákazníky

Spolupráce s dodavateli i zákazníky také pomáhá optimalizovat logistické toky. Často jsou k tomu využívány společné logistické projekty a smlouvy s nadnárodními logistickými společnostmi jako DHL, UPS nebo InTime. Pro hodnocení zákaznicko-dodavatelské spolupráce je využíváno pravidelných půlročních nebo ročních hodnotících dotazníků. Výsledky z nich mají sloužit mimo jiné jako doporučení pro vedení společnosti, zda s obchodními partnery spolupracovat nadále (Brito, L. A. L., Brito, E. P. Z. a Hashiba, 2014).

❖ Další nové principy k optimalizaci logistického toku

Novými přístupy, které zásadně ovlivňují efektivitu logistiky, jsou například elektronický přenos informací o objednávkách v dodavatelském řetězci EDI, dodávky JIT nebo Just-In-Sequence, a s tím související dodávky přímo k lince bez meziskladu. Dále také vytváření nadnárodních logistických center, které tvoří mezisklady a zajišťují plné využití nákladních automobilů a zajišťují prioritizaci dodávek do různých částí světa. Baudin (2005) také zmiňuje nutnost moderního sledování zboží během přepravy.

2.2.4 Čtrnáct nástrojů modelu štíhlé výroby

Kompletní seznam 14 nástrojů štíhlé výroby uvádí King (2009) a Jirásek (1998). Těmito čtrnácti nástroji jsou:

❖ 1. Mapování hodnotového toku (VSM)¹⁰

VSM je metoda k analyzování a grafickému znázornění komplexních procesů. Zjednodušuje jejich pochopení, zaškolování a umožňuje nalezení slabého místa procesu. VSM obsahuje sadu jasně definovaných značek, které představují dodavatele, sub-dodavatele, interní procesy, sklady, kontrolní mechanismy, zákazníky a další subjekty, které hodnotový tok tvoří. Tato metoda je často využívána při procesním řízení k nalezení slabého místa procesu a k jeho eliminaci. Koncepce byla převzata z produkčního systému společnosti Toyota, kde se využívala ve formě diagramů ke znázornění toku materiálu a informací. Metoda byla prezentována a rozšířena ekonomy Rotherem a Shookem (1999).

¹⁰ VSM – zkratka pro mapování toku hodnot pochází z anglického ValueStreamMapping.

❖ 2. Čas cyklu (takt procesu)

Odpovídá celkovému času, který trvá výroba nebo příprava výrobku do finálního stavu, ve kterém může být přijata zákazníkem. Zákazníkem může být další interní proces, externí zákazník nebo již finální spotřebitel. Takt procesu je důležitou metrikou efektivity výrobního procesu. Při linkovém uspořádání výroby je celkový čas nejvíce ovlivněn časem cyklu nejpomalejšího procesu. Toho si byli vědomi předchůdci moderní štíhlé výroby Taylor a Ford i společnost Toyota. Proto optimalizovali procesy časovými a pohybovými studiemi a tvořili diagramy hodnotových toků. Na jejich základě se snažili čas cyklu minimalizovat. Čas cyklu je vyjádřen v času potřebném k výrobě jednoho výrobku. Takt procesu v počtu finálních výrobků za jednotku času (Košturiak a Frolík, 2006; King, 2009).

❖ 3. Kaizen

Kaizen je japonský název pro kontinuální, nekončící rozvoj procesů. Jedním z jeho prvků je zapojení všech pater organizace do procesu zlepšování. Zatímco vrcholný management změny obvykle přináší, střední vrstva managementu je aplikuje do praxe a liniová struktura pracovníků tyto zlepšení vykonává. Podměty na zlepšení ale mohou poházet z jakékoli vrstvy zaměstnanců. Cílem Kaizenu je zamezení plýtvání a zvýšení efektivity. Změny jsou orientovány na velmi krátké období a za jejich implementaci odpovídá tým pracovníků (Imai, 2011). Kaizenu se věnuje ve svých publikacích většina autorů, pojednávající o štíhlém podnikání. Womack, Jones a Roos (1991) i Jirásek (1998) zastávají názor, že promyšlené, kontinuální změny ve struktuře společnosti, která je těmto změnám otevřena, jsou velkou konkurenční výhodou zejména díky rychlým změnám, kterými moderní trhy procházejí.

❖ 4. Metoda 5S

Metoda 5S je propracovaná pěti kroková koncepce pro organizaci pracovního prostředí, hospodaření společnosti, čistotu a standardizaci práce. 5S pochází z pěti japonských slov pro třídění, nastavování, standardizaci, udržitelnost a zářivé prostředí. Cílem je standardizované prostředí, které je přehledné, efektivní ale motivující pro zaměstnance. A předchází potenciálním chybám (King, 2009).

❖ 5. Metoda Jidoka

Jedná se o systém automatizace výroby, jeden z pilířů výroby ve společnosti Toyota. Cílem je automatizovaný, autonomní proces schopný rychlého zastavení výroby v případě identifikování materiálu či finálního výrobku mimo specifikaci. Více než o konkrétní proces se jedná o filozofii, která má okamžitě zabránit produkci nekvalitního výrobku. Jak uvádí Ohno (1988), jeden ze zakladatelů štíhlé výroby, samotná tato filozofie, po čase vede k menší potřebě linku zastavovat. Jidoka je podporována světelnými signály, které signalizují současný stav produkce. Standardně zelená představuje bezproblémový chod a červená zastavení linky z důvodu podezření na defektní proces nebo komponent (King, 2009, s. 13).

❖ 6. Metoda zkracování časů přetypování výrobních zařízení (SMED)¹¹

SMED je proces opakované analýzy změny na jinou verzi produktu, tak aby byl proces změny automatizovaný a co nejméně náročný na čas. Metodika tohoto procesu byla vytvořena japonským konstruktérem pracujícím jako konzultant pro společnost Toyota – Shigeo Shingo. Jak Shingo (1988) uvádí, není tento princip analýzy a optimalizace změn mezi jednotlivými výrobky aplikovatelný jen na samotný proces změny, ale je snadno využitelný při řízení pravidelných zastavení linek a procesních změnách ve výrobě.

❖ 7. Poka-Yoke¹²

Poka-Yoke je dalším konceptem, který je spojen s prací Shinga (1988). Jedná se o soubor opatření, která pomáhají předcházet chybám, které vedou k výrobě vadného produktu nebo špatnému použití pracovních nástrojů. Poka-Yoke zahrnuje navržení takového designu nástrojů, které umožňují jen jedno správné uložení a použití, upozornění na nesprávné uložení světelnými signály a barevné označení správného použití nebo zapojení. Původně byla tato metoda pojmenována baka-yoke, nicméně od tohoto pojmenování se ustoupilo z důvodu naznačování, že operátoři ve výrobě mají sklon k hlouposti (King, 2009).

¹¹ Metoda SMED z anglického originálu Single Minute Exchange of Dies.

¹² Poka-Yoke vychází z japonského výrazu pro odolný proti chybám. V češtině se mu nejvíce blíží výraz „blbuvzdorný“.

❖ 8. Metoda Pětkrát proč

Metoda pětkrát proč je primárně využívána k analyzování primární příčiny problému či selhání. Důležitá pro tuto metodu je otázka proč. Nicméně není specifikované, že se musíme ptát pětkrát, a tím vytvářet strukturu pěti důvodů selhání. Počet pater této analýzy závisí na komplexnosti daného problému (King, 2009). Ohno (1988) vysvětluje tuto metodu jako primární vědecký přístup k identifikaci problémů ve společnosti Toyota. Tato metoda je také kombinována s vytvářením procesních map při analýze hodnotového toku.

❖ 9. Standardizovaná práce

Za standardizovanou práci je označován úkon provedení výrobním operátorem specifikovaným způsobem ve specifikovaném pořadí a ve specifikovaný čas. Proces standardizované práce bývá často označován jako SOP¹³. Klíčovým cílem je nalezení optimální cesty k vykonávání práce, která je nejefektivnějším řešením. Tato optimálnost výkonu práce může být měřena rychlostí taktu procesu, materiálovou ekonomičností nebo výší soustředění, které od operátora vyžaduje (King, 2009).

❖ 10. Kompletní produkční údržba (TPM)¹⁴

TPM odkazuje na soubor praktik, které vedou k zlepšení celkové funkčnosti linky nebo celé výroby. TPM většinou vyžaduje zastavení výroby a údržbu jednotlivých zařízení a briefing operátorům. Využívá týmové spolupráce a zapojení více oddělení. Cílem je, aby většina seřízení a údržby montážní linky byla provedena přímo operátory, protože ti k výrobnímu procesu mají nejbližší a jsou s ním po celou směnu v těsném kontaktu (Prashanth Pai a kol., 2018).

❖ 11. Buňkové uspořádání výroby

Buňkové uspořádání výroby zahrnuje rozdělení kompletní výroby do jednotlivých částí, které využívají podobné komponenty, mají podobné procesní kroky nebo tvoří srovnatelný produkt. Toto uspořádání vede ke kratšímu neseřizování, zvýšení kvality nebo výkonu (King, 2009, s. 11; Jirásek, 1998).

¹³ SOP z anglického překladu Standard Operating Procedure.

¹⁴ Proces TPM z anglického originálu Total Process Maintenance.

❖ 12. Heijunka

Heijunka je metoda štíhlé výroby, která je zaměřena na rozdělení celkového objemu produkce do produkčně využitelného času. To umožňuje stabilní výrobní plán a vyrovnaný výrobní takt. Využití Heijunky vede k vyšší stabilitě výroby a zlepšuje plánování vstupního materiálu i finální produkce. Pomáhá také jasně udávat požadavky na výkon operátorů. Při její implementaci jsou využívány tabule znázorňující výrobní plán a boxy na kanbanové karty. Jak uvádí Furmans (2005), využívání Heijunky při výrobě poskytlo Toyotě efektivní metodu k řízení výroby kanbanovými kartami a zvýšilo efektivitu produkce mnoha typů výrobků v krátkém čase. Tato metoda snižuje takzvaný Bull-whip¹⁵ efekt. Tento efekt je popisován jako postupné zvětšování odchylek výroby od plánu v čase. Bull-whip je způsoben akumulací odchylek z důvodu technických či logistických poruch. Tento efekt se dále znásobuje v hodnotovém toku od zákazníka k dodavateli a subdodavateli z důvodu stanovených minimálních sjednávacích množství a také bezpečnostních pojistných zásob výrobků (Matzka, Mascolo a Furmans, 2012).

❖ 13. Just-In-Time JIT¹⁶ (proces tahu)

JIT, tedy dodávky a výroba „právě včas“ je moderní a přesnou metodou řízení výroby a logistiky. Jak uvádí Ohno (1988), jedná se o jeden z 2 pilířů, na kterých byly postaveny v TPS štíhlé procesy. Ohno (1988) definuje JIT jako soubor metod, které dovolují společnosti vykonávat nebo produkovat jen požadované varianty v požadovaném objemu v požadovaném čase. Tento princip má být aplikován na dodávky od dodavatele, interní procesy i dodávky vůči zákazníkovi. Řízení JIT dovoluje společnosti eliminovat nebo významně snížit nadvýrobu a neadekvátně vysoké zásoby vstupního materiálu i finálních výrobků. Díky přesnému plánování jsou omezeny i logistické prodlevy způsobené chybějícími komponenty. JIT je také spojen s principem tahu. Princip tahu charakterizuje proces řízený na základě odběru následujícího interního nebo externího zákazníka. V realitě jsou pak produkovány jen polotovary nebo finální výrobky, které jsou objednávány následujícím zákazníkem. Toto objednávání se často přenáší skrze hodnotový tok systémem Kanban (Womack, Jones a Roos, 1991). Jak uvádí Humphreys (1970, s. 57-58), systém JIT je zá-

¹⁵ Metoda je nazvána Bull-whip díky podobnosti s chováním konce biče po jeho prásknutí.

¹⁶ Anglický výraz Just In Time odpovídá v českém překladu právě včas. Termín se ale nepřekládá.

sadní pro podnikání v oblastech automobilového průmyslu díky tlaku na kvalitu, užívání nových technologií, nutné flexibilitě výroby jednotlivých variant výrobků a vysokým cenám vstupních komponentů i finálních výrobků. Tento trend je srovnatelný například v letectví, chemickém nebo zbrojním průmyslu.

❖ 14. Kanban

Posledním mechanismem štihlé výroby, který zmiňuje King (2009), je systém řízení výroby a objednávání materiálu Kanban¹⁷. Jedná se o vizuální předání informace o tom, jaký materiál je ve výrobě třeba, nebo jaký finální výrobek zákazník vyzvedl ze skladu. To odpovídá principu tahu ze strany zákazníka. Od počátku Kanbanu je ke znárodnění spotřeby využívána karta nebo žeton, který obsahuje informace s číslem nebo názvem materiálu a požadovaným sjednaným množstvím. Tato dávka je specifikována individuálně pro jednotlivé materiály. Jak uvádí Košturiak a Frolík (2006), existují otevřené či uzavřené kanbanové systémy. Zatímco v otevřeném systému se musejí karty pravidelně doplňovat, v uzavřeném systému je nutné kanbanové karty aktualizovat jen při změně ve struktuře výroby nebo v případě ztráty.

❖ Řazení nástrojů do skupin dle společných cílů

Velmi komplexně popisuje jednotlivé principy a komponenty štihlé výroby i Pascal (2007). 14 základních pilířů štihlé výroby rozděluje do 6 kapitol, podle toho, na co jsou jednotlivé nástroje zaměřeny – viz tabulka č. 1.

Tabulka 1: Skupiny nástrojů štihlé výroby

Cíl skupiny nástrojů	Využívané nástroje
Stabilita	Standardy štihlé výroby, 5S koncept, TPS a její metody
Standardizace práce	Kaizen, výrobní layout ¹⁸ , optimalizace lidské práce
Just-In-Time	Kanban, JIT, tři druhy metody tahu, VSM ¹⁹ , výrobní stabilita
Jidoka	Poka-Yoke, principy Jidoka, systémy prevence kvality a inspekce
Zapojení podniku	Kaizenův cyklus, neefektivita práce, KPI štihlé výroby ²⁰
Plánování Hoshin	Druhy, problémy a cíle plánování, fáze Hoshin plánování

Zdroj: Pascal (2007).

¹⁷Kanban pochází z japonštiny, kde odpovídá překladu cedule.

¹⁸ Layout je anglický výraz využívaný pro uspořádání výroby.

¹⁹ Již dříve zmíněný VSM – z anglického Value Stream Mapping odpovídá mapování hodnotového toku.

²⁰ KPI – z anglického Key Performance Indicator. Může být přeloženo jako klíčová metrika výkonnosti.

2.3 Plýtvání v hodnotovém toku výroby a logistiky

Jedním z primárních cílů štíhlé výroby je odstranění plýtvání interními zdroji společnosti v rámci celého hodnotového toku. Plýtvání je spojeno s nadbytečnými či špatně optimalizovanými procesy, které nepřinášejí společnosti žádnou přidanou hodnotu.

Jak uvádí Košturiak a Frolík (2006, s. 24), každý výrobní systém obsahuje některé z uvedených prvků plýtvání – viz tabulka č. 2.

Tabulka 2: Druhy plýtvání v organizaci

Druh plýtvání	Popis
Nadvýroba	souvisí s příliš vysokou či předčasnou výrobou
Nadbytečná práce	práce nad definovaný rámec
Zbytečný pohyb	pohyb, který nepřinášejí přidanou hodnotu
Zásoby	zásoby, které přesahují minimum, nutné ke splnění pracovních úkolů
Čekání	prostoje, způsobené čekáním na materiál, informace nebo skončení/započetí strojového cyklu
Opravování	nutné pro odstranění nekvality
Doprava	souvisí s jakoukoli nadbytečnou manipulací či přepravou materiálu nebo finálních výrobků
Nevyužití schopnosti pracovníků	největší plýtvání ve firmě, dáno nedostatečným rozvojem lidského kapitálu nebo jeho neefektivním využíváním

Zdroj: Košturiak a kol. (2010, s. 12).

Pro štíhlou výrobu je charakteristický velký tlak na odstranění těchto plýtvání. Diplomová práce je zaměřena na analýzu vývoje zásob jakožto jednoho z potenciálních zdrojů plýtvání.

Delias (2017) dále uvádí, že pro odstranění plýtvání z pracoviště je tyto zdroje plýtvání nejprve nutno identifikovat a změřit. Proto stanovuje cíle pro jednotlivé oblasti plýtvání, kterých by pracoviště mělo dosáhnout pro zvýšení efektivity. Pro měření jednotlivých zdrojů plýtvání využívá metodu zvanou management toku hodnot, jejímž autorem je Rother a Shook (1999). Metoda managementu toku hodnot je využívána kvůli své jednoduchosti, komplexní analýze a jasné vizualizaci. Metoda může být využita pro celý hodnotový tok a pro různá oddělení v celém podniku, ve výrobě, vývoji nebo administrativě.

Využitím této analytické metody provedl Košturiak a Frolík (2006) měření v českých a slovenských podnicích. Výsledky analýzy můžeme vidět v tabulce č. 3.

Tabulka 3: Příčiny plýtvání a jejich reálné hodnoty

Oblast plýtvání	Ukazatel	Hodnota	Příčina plýtvání
Produktivní využití zařízení	OEE/CEZ	Realita: 30-50 % Cíl: 85 %	Poruchy, čekání na materiál, nižší takt zařízení, nastavování zařízení, nekvalita
Produktivní využití pracovníka	% činností, které přinášejí přidanou hodnotu	Realita: 30-40 % Cíl: 70 %	Zbytečné pohyby, hledání nástrojů, materiálu a informací, čekání, nedodržování pracovní doby
Podíl plýtvání na průběžné době výroby	VA index	Realita: 80-99 % Cíl: 70 %	Zásoby, čekání ve skladech, velké dávky poruchy, chybějící komponenty, nefungující zásobování

Zdroj: Košturiak a Frolík (2006).

Jak je z tabulky patrné, nejvyšší cíl na efektivní využití podnikových zdrojů je kladen na výrobní zařízení. O 10 % nižší procentuální cíl je stanoven pro efektivnost času výrobního procesu a lidských zdrojů. Nejmenší efektivita byla v průměru naměřena u lidských zdrojů. Oproti cíli na 70 % je realita pouhých 30-40 % (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24).

Velmi podobně plýtvání v procesech společnosti popisuje Jurová a kol. (2016). Ti navíc mezi zásadní faktory plýtvání uvádí i defekty. Výrobky s defektem jsou považovány za plýtvání všemi vstupními zdroji, které byly investovány do produkce nekvalitního výrobku. Takový produkt nemůže být prodán zákazníkovi a nepřináší žádnou přidanou hodnotu. Druhým významným rozdílem je, že mezi plýtvání není zařazeno neefektivní využívání lidských zdrojů, které Delias (2017) pojmenovává jako nevyužití schopnosti pracovníků a hovoří o něm jako o nejvýznamnějším plýtvání. Na všechny druhy plýtvání v procesech společnosti upozorňuje i Pascal (2007, s. 22), který dodává, že pouze 5 % z celkového času a využitých zdrojů v procesech představuje přidanou hodnotu pro zákazníka.

Stejně typy plýtvání ve společnosti uvádějí také Košturiak a kol. (2010, s. 12), kteří dále přidávají i zbytečné vytváření dokumentace, která snižuje efektivitu při vytváření i při následném užívání, dále zbytečné pochůzky po oddělení při předávání informací a nutné administrativní změny při nedostatečné či závadné dokumentaci.

Nadbytečná i nedostatečná výše zásob, kterými se tato diplomová práce blíže zabývá, se silně projevuje ve všech 3 oblastech plýtvání. Zatímco příliš vysoké zásoby působí negativně na podnikový kapitál a zvyšují náklady, zásoby pod jejich minimální výší vedou k plýtvání způsobenému čekáním lidí i zařízení při logistických prostojích. Praktická část

diplomové práce je výrazně zaměřena na plýtvání způsobené nadbytečnými zásobami, a s tím související nadprodukcí.

2.3.1 Konkrétní zdroje plýtvání: nadprodukce a nadbytečné zásoby

Košťuriak a Frolík (2006) je zaměřen primárně na výrobní procesy. S tím souvisí jeho definice nadbytečných zásob jako vstupního materiálu, který je dodáván příliš brzo nebo je ho dodáváno příliš mnoho. Příčinu neadekvátně vysoké zásoby udává v chybě plánování dodavatele, zákazníka nebo v chybě dokumentace. Stejným způsobem definují plýtvání nadbytečnými zásobami vstupního materiálu ve výrobních a logistických procesech Jurová a kol. (2016, s. 88). Mezi nadbytečné zásoby řadí dále i skladování nevyužívaných náhradních dílů, nedokončené výroby a polotovary.

Agarwal a Vijayalakshmi (2019) dále definují i nadbytečné zásoby finálních výrobků, které již prošly výrobním procesem. Toto plýtvání podle autorů souvisí s produkcí vyšší, než je vyžadováno zákazníkem. Hlavní důvody pro nadbytečnou produkci nehledají jen v chybě systému či pracovníka, ale uvádí i záměrnou nadprodukcí při sledování jiných cílů, než jen minimálních zásob finálních výrobků. Jako hlavní uvádí tyto 2 důvody.

- vyšší využití výrobních kapacit dělnické práce pro zvýšení produktivity,
- výroby dodatečné pojistné zásoby finálních výrobků pro bezpečnostní účely.

Pojistná zásoba může být tvořena pro případ neočekávaného technického prostoje, zvýšení zmetkovosti nebo pro vykrytí nestabilních zákaznických objednávek. Při tvorbě pojistné skladové zásoby rostou náklady společnosti na skladování kvůli využívání dodatečných skladových prostor a dopravní i administrativní náklady. Z tohoto důvodu musí společnost vždy volit mezi produktivitou výroby a celopodnikovou produktivitou. Pro snížení rizika potenciálních technických prostojů z důvodu kvalitativních a technických problémů Jurová a kol. (2016) navrhuje následující možná opatření.

- vytvoření pojistné zásoby finálních výrobků,
- opatření na prevenci a minimalizaci zmetků a poruch před jejich vznikem.

Všechny výše uvedené skupiny dodatečných zásob vytvářejí náklady společnosti, vyžadují nadměrně vysokou zásobu pracovního kapitálu a zbytečně v sobě váží finanční

prostředky, které mohou být účelněji využity v jiných oblastech podnikání (Jurová a kol., 2016, s. 88).

King (2009, s. 102) se zaměřuje na zmapování všech potenciálních zdrojů plýtvání, na jejich analýzu a cesty k jejich nápravě. Zdůrazňuje nutnost rozkreslení komplexních procesních stromů do jednotlivých procesních map a následujícího nalezení primární příčiny problému pomocí metody Pětkrát Proč²¹.

V praktické části diplomové práce jsou tyto finanční prostředky, vázané v držbě zásob, nazývány jako vázaný kapitál. Tím je myšlena výše pasiv společnosti, která slouží k pokrytí hodnoty těchto zásob v aktivech společnosti. Toto plýtvání se v modelu štíhlého podniku týká štíhlé logistiky a štíhlé výroby.

2.4 Řízení zásob

Kapitola obsahuje obecné informace o ukazatelích spojených s řízením zásob a dále pak prezentuje a charakterizuje různé druhy zásob.

2.4.1 Ukazatele spojené s řízením zásob

Řízení zásob je pro společnost důležité kvůli dopadu na finanční hospodaření společnosti a na flexibilitu výroby jednotlivých variant výrobků, jak je zmíněno v kapitole zabývající se štíhlou výrobou. Zásoby jsou jedním z primárních plýtvání v hodnotovém toku, na jejichž eliminaci je zaměřen koncept štíhlého podnikání. Pro analýzu vývoje zásob a je nutné mít definovanou základní terminologii, ukazatele a výpočty, které se této části diplomové práce týkají. Na ty je zaměřena poslední kapitola teoretické části.

2.4.2 Druhy zásob dle jejich stupně rozpracovanosti

Tomek a Vávrová (2000) zásoby rozdělují do 3 základních skupin podle využití v podnikání.

²¹ Metoda Pětkrát Proč cílí na nalezení základního kořenu problému a na odstranění původní příčiny namísto pouhého zmírnění následků. V rámci této metody se má osoba po sobě jdoucími otázkami proč dostat k této původní příčině (King, 2009).

❖ Výrobní zásoby (zásoba vstupního materiálu a komponentů)

Jedná se o všechny zásoby nakoupené od dodavatelů, a to včetně polotovarů. Do této kategorie tedy náleží veškerý vstupní materiál od jeho pořízení (dle přepravní smlouvy INCOTERMS²²), až po jeho předání do výrobního procesu (Váchal a kol., 2013).

❖ Zásoby nedokončené výroby (polotovary, rozpracované výrobky v procesu)

Do této skupiny patří veškeré zásoby materiálu, které byly již přijaty do výrobního procesu, ale nebyly ještě odvedeny do skladu finálních výrobků. Jedná se o polotovary vyrobené v předcházejících fázích výrobního procesu v jedné firmě při přerušení výroby nebo čekajících na meziskladech nebo příručních skladech výrobních středisek (Liberopoulos a Dalley, 2002).

❖ Zásoby hotových výrobků (připravených nebo v přípravě pro expedici zákazníkovi)

Do těchto zásob patří veškeré výrobky, které již prošly kompletním výrobním procesem a výstupní kontrolou jako určené k dodávkám zákazníkům (Tomek a Vávrová, 2000, s. 132).

2.4.3 Druhy zásob materiálu dle jejich využití

❖ Běžná (obratová) zásoba

Jedná se o část zásob, která je v podniku držena pro standardní požadavky výrobního procesu v období mezi dvěma dodávkami. Toto období závisí na dodacím cyklu, tedy na vzdálenosti mezi dvěma standardními dodávkami od dodavatele nebo ze skladu vstupního materiálu. Její výše kolísá mezi nejnižším stavem (pojistnou zásobou) a maximální zásobou (stavem bezprostředně po dodávce). Průměrná obratová zásoba je pak v polovině této doby (Váchal a kol., 2013).

❖ Pojistná zásoba

Jedná se o zásobu, která kryje neplánované výkyvy od plánované spotřeby, od plánované (průměrné) délky cyklu nebo dodaného množství. Pojistná zásoba závisí i na stabilitě zákaznických objednávek a na druhé straně dodávek od dodavatele. Její výše bývá velmi čas-

²² INCOTERMS jsou mezinárodní přepravní podmínky.

to vyrovnaná a v některých procesech může nabývat výše minimální obratové zásoby (Zhou a kol., 2012).

❖ Technická zásoba

Technická zásoba je využívána ke krytí nezbytných technologických požadavků na výrobu materiálu před jeho použitím ve výrobním procesu. Technologická zásoba nemusí být využívána ve všech výrobních procesech a je ovlivněna parametry procesu (Tomek a Vávrová, 2000, s. 134).

❖ Sezonní zásoba

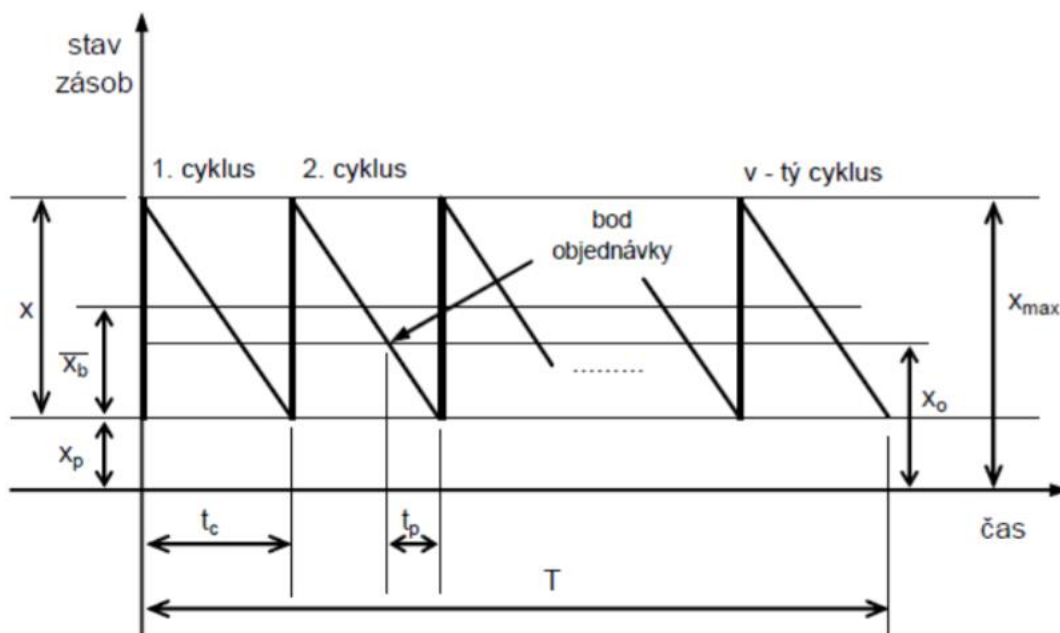
Je v podniku tvořena v případě, že spotřeba materiálu ve výrobě probíhá rovnoměrně v průběhu celého roku, ale doplňování zásoby vstupního materiálu je možné jen v omezeném časovém úseku (Váchal a kol., 2013).

❖ Havarijní zásoba

Je držena za účelem zabezpečení proti závažným technickým a ekonomickým dopadům v případě chybějícího komponentu či polotovaru (Tomek a Vávrová, 2000, s. 135).

Zjednodušený průběh zásob vyobrazuje Ressel (2014, s. 18) na obrázku č. 7. Kompletní schéma je čerpáno od Plevného a Žižky (2010), kteří detailně popisují model chování hodnoty vstupního materiálu a polotovarů, které průběžně kolísají kolem průměrné zásoby. Ve středu mezi maximální a minimální (pojistnou) zásobou je bod objednání, ve kterém by měla dorazit další dodávka materiálu od dodavatele. Velmi podobně se pak chová sklad finálních výrobků, které jsou průběžně zásobovány produkcí z výroby a jednou za čas vyprázdněny zákaznickou objednávkou.

Obrázek 7: Schéma optimálního řízení zásob



Zdroj: Plevný a Žižka (2010).

Vysvětlivky k ukazatelům:

- X velikost dodávky,
- T délka skladovacího období
- X_b průměrná obratová zásoba,
- X_{max} maximální stav zásoby,
- X_o objednací zásoba,
- X_p pojistná zásoba,
- t_c délka objednávkového cyklu,
- t_p délka pořizovací lhůty.

2.5 Přístupy k hodnocení efektivity štíhlé výroby a metody její analýzy

Poslední část literárního přehledu má popsat obecné přístupy k hodnocení efektivity štíhlé výroby a popsat ukazatele, na základě kterých je různými autory hodnocena. Následně pak zmínit dva různé přístupy ke konkrétní analýze.

2.5.1 Obecné přístupy k hodnocení efektivity štihlé výroby

Jak uvádí Wan (2006), koncept štihlé výroby vykazuje silný dopad na řadu různých odvětví. Z toho důvodu podnikatelé i vědecká veřejnost navrhla mnoho nástrojů a metod, které jsou zaměřeny na minimalizaci plýtvání a prohloubení konceptu štihlé výroby. Zatímco je pozornost primárně upřena na metody, jak štihlý systém vybudovat, mnohem méně pozornosti je věnováno stanovení kritérií chování takového systému a na vyhodnocení, nakolik štihlý systém po implementaci daných metod opravdu je. Dostupné hodnotící metody štihlé výroby kvantifikují stanovené metriky v podniku a porovnávají je s předem definovanými štihlými indikátory. Nicméně tyto metriky se pevně pojí pouze s dílčími oblastmi podnikání. Příkladem je, že VSM graficky vyhodnocují pouze současný a budoucí stav a hodnotí pouze časově orientovanou výkonnost podniku. Komplexní hodnotící metriky pro celkovou štihlou výrobu nejsou jasně stanoveny. Často není dokonale štihlá výroba také jediným cílem podniků. Jedním z cílů může být také rychlá reakce na nepředvídatelnou poptávku na trhu, kterou dokonale štihlá výroba snižuje. Proto není klíčovou otázkou jen, jak štihlou výrobu vybudovat a nakolik štihlá výroba je, ale také nakolik štihlá by výroba měla být.

Sim a Rogers (2008) nebo Anchanga a kol. (2006) se shodují, že základními oblastmi pro hodnocení úspěšnosti implementace štihlé výroby jsou metriky z následujících oblastí řízení podniku:

- odstranění plýtvání,
- kontinuální zlepšování,
- plynulý tok zásob a tahem řízené výrobní systémy,
- mezioborové pracovní týmy,
- podnikové informační systémy.

Pro všechny tyto oblasti dále stanovují dílčí ukazatele výkonnosti se stanovenými cíli, po jejichž splnění lze zavedené metody považovat za efektivní. Mezi klíčovými ukazateli spojenými s odstraněním plýtvání se nacházejí i cíle na zásoby materiálu na skladě. Podle obou autorů hraje způsob řízení zásob ve společnosti důležitou roli při hodnocení efektivity nástrojů, které jsou využívány a pro jejich celkový přínos pro společnost. Oproti tomu mnohem menší důraz na hodnotu zásob při analýze štihlé výroby klade Thanki a Thakkar.

Ti vidí přínos využití štihlé výroby na jiné oblasti podnikání a výši zásob vidí jen jako průměrné kritérium. (Sim a Rogers, 2008; Anchanga a kol., 2006; Thanki a Thakkar, 2014).

Thanki a Thakkar (2014) seznam těchto kritérií rozšiřují o následující ukazatele:

- podniková kultura,
- využívané technologie a procesy,
- údržba a čas změny mezi produkovanými výrobky,
- kvalita,
- dodavatelé a manipulace s materiálem.

Při analýze štihlé výroby poté navrhují měřit tyto ukazatele před zavedením štihlé výroby a po zavedení. Data následně doporučují vyhodnotit pomocí statistické metody ANOVA²³ a zaznamenat do paprskového grafu. Tuto analýzu provedli na 32 společnostech v rámci několika výrobních odvětví. Při hodnocení společností, které mají štihlou výrobu již implementovanou, doporučují využít výsledky srovnatelné společnosti, která byla analyzována i před jejím zavedením (Thanki a Thakkar, 2014).

Vienadžindiené a Čiarniené (2013) se zabývají přímým dopadem implementovaných nástrojů štihlé výroby na ekonomickou výkonnost podniku a na interní procesy. V rámci kritérií, na základě kterých je přínos využitých metod hodnocen, souhlasí s předchozími autory. Na základě výsledků analýzy, která srovnává ekonomickou výkonnost a efektivnost procesů podniků před zavedením štihlé výroby a po zavedení, bylo nejvýraznější zlepšení zjištěno u následujících vnitropodnikových ukazatelů:

- výnosnost vlastních aktiv,
- technická vytiženost výrobního vybavení,
- plnění JIT dodávek k zákazníkovi.

Oproti tomu zavedení nástrojů štihlé výroby mělo nejnižší přínos v následujících parametrech:

- efektivita využívání lidských zdrojů,
- objem prodejů,
- procentuální zmetkovost.

²³ ANOVA je statistická metoda pro analýzu rozptylu hodnot v jednom nebo více souborech dat.

Vienožindienė a Čiarnienė (2013) dále zmiňují i potenciální přínosy a rizika zavedení štíhlé výroby. Příkladem může být, že nízké zásoby řízené tahem v hodnotovém toku snižují nákladovost a zvyšují přidanou hodnotu pro zákazníka díky vyšší flexibilitě a agilnějšímu objednání. Rizikem ovšem je závislost na bezproblémových dodávkách od sub-dodavatelů. V případě i krátkodobých výpadků dodávek hrozí zastavení produkce a negativního dopadu na zákazníka. Stejně tak srovnává přínos efektivnější štíhlé výroby proti často vysokým investicím, které změna výrobního schématu na štíhlý proces provázejí. Proto navrhují při stanovování kritérií štíhlé výroby stanovit individuální cíle těchto ukazatelů. Splnění těchto cílů by bylo považováno za pozitivní ukazatel. Nedosažení cílů by bylo negativní z důvodu nevyužitého potenciálu štíhlé výroby. Naopak silné přesažení by bylo vnímáno negativně z důvodu neúměrného růstu rizika.

Všichni zmiňovaní autoři se shodují, že pro komplexní zhodnocení efektivity štíhlé výroby je nutné zahrnout více perspektiv výkonnosti podniku. Zatímco však podle Sima a Rogerse (2008) nebo Anchangy a kol. (2006) jsou štíhlé zásoby významným ukazatelem, Vienožindienė a Čiarnienė (2013) uvádí, že dopad zavedení štíhlých nástrojů na zásoby není výrazný. Sim a Rogers (2008) či Anchanga a kol. (2006) také hodnotí maximální možné splnění těchto ukazatelů za kladné. Oproti tomu Vienožindienė a Čiarnienė (2013) a Wan (2006) navrhují stanovit individuální cíle, které by neměly být přesaženy z důvodu rizika.

2.5.2 Konkrétní metodické postupy při analýze efektivity

❖ Dotazníkové řízení s následným statistickým vyhodnocením (ANOVA)

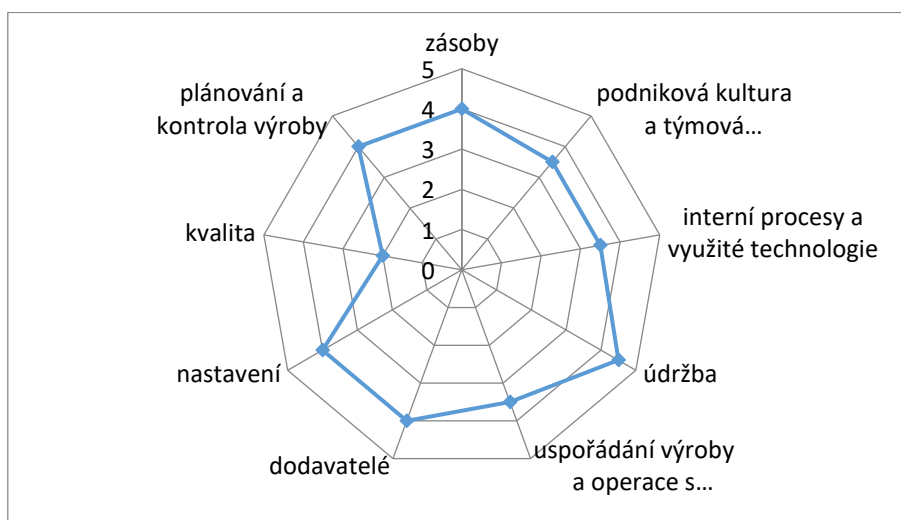
Thanki a Thakkar (2014) navrhují následující metodiku k hodnocení přínosu štíhlé výroby. Pro následující kritéria má být zvolen konkrétní cíl:

- zásoby,
- podniková kultura a týmová spolupráce,
- interní procesy a využití technologie,
- údržba,
- uspořádání výroby a operace s materiálem,
- dodavatelé,

- nastavení,
- kvalita,
- plánování a kontrola výroby.

V analyzovaném podniku má být plnění těchto cílů vyhodnoceno před a po implementaci štíhlé výroby dotazníkovou metodou. Jako respondenti mají být vybráni řadoví zaměstnanci a vedení oddělení napříč celou strukturou podniku, která s nástroji štíhlé výroby pracuje. Hodnocení plnění cílů má být od 1 do 5, přičemž 5 znamená nejvyšší možné plnění. Data mají být následně testována pomocí statistických metod jako je ANOVA na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Na základě statistického vyhodnocení má být následně zhodnocen výsledek analýzy a souhrn dotazníků má být znázorněn na paprskovém grafu. Příklad paprskového grafu je na obrázku č. 8 (Thanki a Trakkar, 2014).

Obrázek 8: Vyhodnocení plnění cílů po zavedení štíhlé výroby



Zdroj: Thanki a Trakkar (2014).

Srovnatelnou metodu s dotazníkovým šetřením splnění cílů na škále od 1 do 5 a následným vyhodnocením statistickou metodou ANOVA provádí i Sarhan a Fox (2013). Rozdílem je, že analýzu zaměřuje více na reálné bariéry, které mohou bránit efektivnímu využívání nástrojů štíhlé výroby. Výsledkem analýzy jsou individuální faktory, které mohou představovat rizika při implementaci štíhlé výroby nebo po jejím zavedení s váhami těchto faktorů podle závažnosti jejich dopadu na společnost a pravděpodobnostmi, že nastanou.

❖ Analýza pomocí lineárního programování metodou DEA

Anvari a kol. (2011) navrhuje využít jinou metodu k vyhodnocování efektivnosti, založenou na metodice DEA²⁴. Jedná se o propracovaný model vyhodnocování dat založený na matematickém lineárním programování. Výhodou této metody je zahrnutí všech důležitých kritérií. Tato metoda je zaměřena přímo na všechny nástroje, které koncept štihlé výroby využívá. Tyto nástroje jsou vyjmenovány v literárním přehledu diplomové práce. Potenciální nevýhodou je pak její náročnost na provedení. Všechny nástroje a jejich faktory, které jsou v analýze využity, jsou rozděleny na vstupy do DEA analýzy a na její výstupy. Tyto proměnné jsou poté uspořádány do matice. Po zadání všech proměnných, jejich vah a pravděpodobností jsou následně algoritmem lineárního programování vypočteny výstupní hodnoty odpovídající modelované efektivnosti. Hlavními jednotkami, se kterými algoritmus lineárního programování počítá, jsou náklady, čas, kvalita a hodnota. Tyto veličiny jsou také hlavními jednotkami výkonu a efektivity nástrojů štihlé výroby, se kterými analýza pracuje.

Každý nástroj štihlé výroby je tak zařazen do vstupů nebo výstupů. Následně je mu přidělena váha podle jeho dopadu na efektivitu celku. Tyto váhy jsou vypočteny postupným párovým srovnáním všech nástrojů. Poté je každý nástroj vyjádřen ve čtyřech hlavních jednotkách, které jsou zmíněné výše. Takto připravená data jsou vyhodnocena algoritmem lineárního programování. Výsledkem je srovnání všech nástrojů štihlé výroby a jejich kalkulovaná efektivita. Tato metoda vyžaduje dlouhodobá data s vysokou hustotou a vhodně zvolený algoritmus (Anvari a kol., 2011).

²⁴ DEA je model pro vyhodnocování dat. Zkratka pochází z anglického originálu Data Envelopment Analysis.

3. METODIKA A CÍL PRÁCE

Následující kapitola je věnována metodické části diplomové práce. V první řadě hlavnímu cíli a dílčím cílům, které byly k jeho splnění definovány. V následující části jsou zmíněny zdroje dat, které byly v práci využity a detailní postup tvorby aplikační části diplomové práce.

3.1 Hlavní cíl práce

Cílem práce je vyhodnotit využitelnost jednotlivých metod štihlé výroby při zlepšování produktivity vybraných podnikových procesů.

3.1.1 Dílčí cíle práce a odůvodnění cílů

Posouzení využitelnosti metod štihlé výroby může být zaměřeno na řadu interních procesů, ve kterých jsou tyto metody uplatňovány. Diplomová práce je zaměřena na proces štihlého řízení zásob s minimem plýtvání, ke kterému by metody štihlé výroby měly vést. Posouzení je provedeno na základě analýzy vývoje zásob v reálné společnosti, která má metody štihlé výroby implementovány. Reálná data jsou následně srovnána s vytvořenými scénáři, které simulují dokonale štihlou výrobu. Výstupem je zhodnocení, nakolik využívané štihlé metody v praxi vedou ke štihlému a efektivnímu procesu řízení zásob. Pro splnění hlavního cíle jsou zvoleny následující dílčí cíle.

❖ Dílčí cíl 1: Zmapování úrovně zavedení štihlé výroby ve společnosti

Prvním dílčím cílem je komplexní popsání, jaké metody štihlé výroby jsou v podniku využívány. Tento cíl je stanoven pro pochopení struktury a uspořádání procesů v podniku a pro stanovení metod štihlé výroby, na které se vlastní práce bude zaměřovat.

Výstup:

- zpracovaná charakteristika společnosti,
- popis jednotlivých štihlých metod a nástrojů, které jsou využívány,
- analýza současného stavu výroby a vývoje objemu zásob
- zpracování procesních map části logistických a výrobních procesů

❖ Dílčí cíl 2: Srovnání reálného vývoje zásob se scénářem dokonale štíhlé výroby

Pro zhodnocení efektivity současně využívaných metod v řízení zásob je nutné vytvořit scénáře, které se budou blížit dokonale štíhlému řízení zásob s minimálním plýtváním. Ty následně srovnat s vývojem reálných zásob a tím ověřit, nakolik se reálná data tomuto scénáři blíží. Na základě tohoto srovnání poté zhodnotit efektivitu využívaných metod.

Výstup:

- vytvoření scénáře 1: dokonale štíhlé výroby
- vytvoření scénáře 2: štíhlé výroby s pojistnou zásobou pro pokrytí volatility objednávek zákazníků
- vyhodnocení shodnosti těchto souborů dat využitím koeficientů a statistických testů

Rozhodovací kritérium:

- koeficienty, vyjadřující výši reálných zásob proti vytvořeným scénářům
 - ⇒ nižší koeficienty znamenají nižší odchylku a štíhlejší zásoby.
 - ⇒ tím i vyšší efektivitu využitých metod štíhlé výroby,
- testování rozptylů pro reálný průběh zásob a scénář 2
 - ⇒ testování normality dat pomocí Shapirova-Wilkova testu
 - ⇒ testování shodnosti rozptylů v programu Statistica

Stanovená hypotéza pro testování v rozptylu v programu Statistica:

- hypotézou H_0 je, že rozptyly reálných hodnot zásob a scénáře 2 jsou shodné
- alternativní hypotézou H_1 je, že rozptyly jsou odlišné
- toto bude ověřeno testováním rozptylů obou souborů dat relevantním statistickým testem na hladině významnosti 0,01 (99% spolehlivost) dle p-hodnoty
- V případě, že výsledkem bude $p < 0,01$, zamítáme H_0 na úkor H_1
- V případě zamítnutí hypotézy nelze zásoby kvůli jejich odchylce od scénáře 2 považovat za štíhlé a využití metody za efektivní

❖ Dílčí cíl 3: Stanovení návrhu ke zvýšení efektivity štíhlých metod

Posledním dílčím cílem je na základě zjištěných nedostatků v řízení zásob vytvořit zlepšovací návrh, který povede k dodatečnému zlepšení využívaných metod štihlé výroby v oblasti řízení zásob.

Výstup:

- nalezení potenciálu ke zlepšení,
- prezentování návrhu zlepšení a jeho vyhodnocení.

3.2 Metodický postup

Práce bude v obecné rovině, na základě zásad pro vypracování v zadání diplomové práce, členěna do následujících částí. V první fázi bude zpracován literární přehled pro orientaci v tématu štihlé výroby a pro ujasnění metod, které budou následně využity v aplikační části diplomové práce. Po zpracování teoretické části bude opakovaně navštěvována společnost za účelem získání logistických a výrobních dat pro analýzu vývoje objemu výroby a reálných zásob. Na základě strukturovaných rozhovorů se zaměstnanci a s vedením oddělení logistiky a výroby budou zmapovány využívané metody štihlé výroby. Získané informace budou následně v realitě ověřovány přímo na pracovištích. Ze získaných dat bude zpracována část diplomové práce, věnovaná reálnému stavu společnosti a budou využity k vypracování analýzy reálného vývoje výroby a zásob. V této fázi také budou sestaveny procesní mapy vybraných procesů logistiky a výroby, které budou přidány do příloh diplomové práce. Ty mají přiblížit fungování metod štihlé výroby jako je princip tahu ve výrobě nebo kanbanový okruh.

Poté bude na základě zjištěných vstupních cen materiálů a denního objemu výroby zkonstruován scénář 1, který má simulovat vývoj objemu zásob v případě, že by společnost dodržovala procesy absolutně štihlé výroby. Tento scénář bude představovat minimální možný objem zásob, kterými by společnost musela disponovat pro pokrytí denní produkce. Na základě denních hodnot scénáře 1 bude následně vytvořen scénář 2, který tento minimální objem denních zásob rozšíří o pojistnou zásobu materiálu pro pokrytí volatility krátkodobých zákaznických objednávek. Tím se robustnější scénář 2 více přiblíží realitě.

Tyto scénáře budou následně srovnány s reálným vývojem zásob využitím poměrových ukazatelů, které budou vyjadřovat, kolikrát byl reálný stav zásob vyšší, než absolutně štíhlá výroba. Čím vyšší bude hodnota koeficientu, tím vyšší byla hodnota zásob oproti absolutně štíhlé výrobě a využití metody méně efektivní. Druhým vyhodnocením bude ověření hypotéz statistickými metodami. Nejprve test normality dat pomocí Shapiro-Wilkova testu a následně analýza shodnosti rozptylů v programu Statistica. Na základě těchto testů bude zhodnoceno, zda je možné řízení zásob ve společnosti, docílené využitím metod štíhlé výroby, možné považovat za štíhlý a efektivní proces. Na základě výsledků analýzy bude poté navržen zmíněný zlepšovací návrh pro zlepšení fungování využitých metod a zvýšení efektivity řízení zásob.

Tabulka č. 4 srovnává všechny čtyři soubory dat, se kterými je v diplomové práci pracováno. Jak je již zmíněno, jsou mezi nimi dva soubory dat, které pocházejí přímo od analyzované společnosti. Tedy reálné denní hodnoty zásob a interní cíl na zásoby. Následně pak dva vytvořené soubory dat v rámci scénáře štíhlé výroby 1 a 2. Analýza pro všechny 4 soubory dat obsahuje kompletních 1303 denních hodnot, které kvůli svému rozsahu nemohly být prezentovány v diplomové práci. V tabulce č. 4 je možné najít srovnání základních charakteristik těchto datových souborů.

Charakteristiku analyzovaného podniku nalezneme v kapitole 4. Současně využívané metody štíhlé výroby, vývoj objemu produkce a vývoj reálné hodnoty zásob poté v kapitole 5. Výsledky obou scénářů a jejich srovnání s reálnými daty jsou společně s doporučením v kapitole 6. Obě zpracované procesní mapy jsou přiloženy v přílohách diplomové práce.

Tabulka 4: Srovnání charakteristik jednotlivých datových souborů

Srovnání souborů dat					
	Četnost dat	Zdroj hodnot	Výpočet denních hodnot	Využitá data	Význam dat
Reálná data zásob	Denní	Dle systému SAP	Měřeno denně dle SAP ke 24:00	Denní výkazy SAP	Reálná historická hodnota zásob

Interní plán na zásoby	Měsíční	Stanovené vedením společnosti	Denní hodnota stanovena 1x měsíčně	Měsíční zápisy z porad vedení, reporty plnění interních cílů	Interní cíl pro splnění nákladových plánů vedení společnosti
Scénář 1	Denní	Vypočtené na základě měsíčních dat	Denní výše produkce x referenční ceny vstupních komponentů na jeden kus výrobku	Report reálného plnění výrobního plánu, referenční ceny vstupních komponentů	Minimální možné zásoby pro pokrytí denní výroby
Scénář 2	Denní	Vypočtené na základě měsíčních dat	Denní hodnota scénáře 1 x koeficient volatility zákaznických objednávek dle zákaznické ABC analýzy	Denní hodnoty scénáře 1, dlouhodobé projektové výrobní plány, krátkodobé objednávkové přehledy od zákazníků	Minimální možné zásoby pro pokrytí denní výroby s dodatečnou pojistnou zásobou pro pokrytí neočekávaných změn objednávek zákazníků

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

3.3 Zdroje dat

Vstupem diplomové práce budou exaktně měřená denní logistická data o zásobách a dodávkách. Nicméně analýzu a stanovení scénářů komplikují výrobní data, měřená týdně a měsíčně a dále velmi nestabilní plánování objednávek ze strany zákazníků. Časté změny výrobních plánů, časové i objemové přesuny v objednávkách, nahraných do SAP²⁵ a nejisté důvody, které stojí za výší reálných zásob v hodnotovém toku, působí negativně na snahu spočítat exaktně jednotlivé poměrové a rozdílové ekonomické a logistické ukazatele a vytvořit přesné modely zásob. Z těchto důvodů bude složité některé odchylky v datech s jistotou vysvětlit a z tohoto důvodu budou oba scénáře štíhlé výroby oproti realitě zjednodušené.

Zdroji dat pro popis společnosti a shrnutí využívaných štíhlých metod budou opakované návštěvy společnosti, strukturované rozhovory s vedoucími jednotlivých oddělení a pozorování procesů ve výrobních a logistických útvech. Dále pak návštěvy fyzické logistiky a skladu, který společně s oddělením logistiky koordinuje kanbanové okruhy a provádí fyzické operace s materiálem.

Ve druhé části budou pro analýzu reálného vývoje zásob využita denní data materiálu na cestě, materiálu v interním skladu, ve výrobním procesu – v rámci polotovarů a dokon-

²⁵ Společností využívaný podnikový informační systém

čených výrobků na neodvedených paletách a finálních výrobků, připravených k expedici zákazníkovi. Tato data budou denní, měřená vždy k půlnoci daného dne a pro porovnatelnost vyjádřena v celých korunách. Hodnoty budou získány převážně ze systému SAP a interních denních reportů. Pro analýzu bude také využit měsíční cíl top managementu společnosti, stanovený pro tyto druhy zásob. Plán je ve společnosti stanovován vždy jednou měsíčně a stanovuje hodnotu zásob v korunách, které by mělo oddělení logistiky a výroby každý den v měsíci plnit. Všechny tyto soubory dat budou analyzovány za 4 roky sériové produkce. Pro historická data o výrobě a budoucích výrobních prognózách byla kontaktována oddělení výroby a projektového plánování.

V další části práce bude sestaven první scénář. Pro tuto část budou zásadní data o objemu reálné výroby za všechna sledovaná období. Výrobní data budou měsíční, evidovaná k prvnímu dni následujícího měsíce a budou očištěná o interní zmetkovost. Dále budou využity průměrné kalkulované ceny vstupních komponentů, které jsou smontovány v jednom kuse finálního výrobku. Tyto ceny nezahrnují podpůrné procesy, zmetkovost ani logistické náklady. Jedná se čistě o dodavatelskou cenu vstupních komponentů. Ceny budou vyjádřeny v korunách na jeden kus finálního modulu a jsou kalkulovány zvláště pro každý rok produkce. Ceny jsou v podniku stanoveny na základě rámcových smluv s dodavateli jednou ročně podle konkurenčního prostředí, objemu objednávek a nutných investic. Tyto soubory dat budou dostačující pro první scénář.

Pro druhý scénář bude využit dlouhodobý produkční plán pro celou platformu zákazníků. Tato data jsou citlivým interním údajem, proto budou jednotliví zákazníci zastoupeni pouze referenčními písmeny. Data budou dána v tisících kusů za pololetí, které zákazník plánuje objednat, a budou dostupná od současnosti do roku 2023. Tato data budou nutná pro ABC analýzu zákazníků, na základě výše jejich plánovaných objednávek. Pro A-zákazníky, budou dále zpracována krátkodobá logistická data, která vyjadřují množství modulů, které zákazníci skutečně objednali na jednotlivé týdny v systému SAP. Tato krátkodobá logistická data znázorňují skutečné objednávky, které zákazníci požadují k dodání a budou dostupná 6 měsíců do budoucnosti. Data budou využita pro určení průměrné volatility v objednávkách od nejdůležitějších zákazníků a budou pro to více vhodná, než dlouhodobé projektové prognózy, protože ty jsou na týdenní bázi. Tím jasně ukazují trend náhlých změn zákaznických objednávek.

Pro názornost jsou důležitá data v tabulkách v diplomové práci značena dvěma barvami. Světle zelenou barvou budou zvýrazněny sloupce s primárními, původními daty, získanými od společnosti, která budou pouze extrahována ze systému, upravena do formátu pro Excel a přepočtena koeficientem. Tmavě zelené sloupce jsou pak sekundární data, která jsou dopočtena z primárních dat. V tabulce č. 5 jsou zmíněny všechny zdroje primárních dat, která budou získána od společnosti pro vypracování diplomové práce.

Tabulka 5: Seznam vstupních dat

Seznam vstupních dat			
Data	Četnost dat	Zpracovaná období	Jednotky
Zásoby materiálu na skladě	Denní	4 roky	Kč
Zásoby materiálu na cestě	Denní	4 roky	Kč
Zásoby materiálu ve výrobě	Denní	4 roky	Kč
Zásoby finálních výrobků	Denní	4 roky	Kč
Plán na zásoby pro všechny druhy zásob	Měsíční	4 roky	Kč
Reálný objem výroby	Měsíční	4 roky	Ks
Cena vstupních komponentů na 1 ks výrobku	Roční	4 roky	Kč/ks
Dlouhodobý plán zákaznických objednávek	Pololetní	6 let	Ks/pololetí
Krátkodobý logistický plán	Týdenní	6 měsíců	Ks/týden

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Jak je již zmíněno v úvodu práce, v analýze budou využita reálná data z oblastí logistiky, projektového plánování, výrobní statistiky nebo zákaznické objednávkové plány. Z důvodu citlivých interních dat budou data přepočítána koeficientem, aby bylo zabráněno nežádoucí identifikaci společnosti a zajištěno, že data nebudou zneužita. Pro ochranu společnosti budou také jména projektů, výrobků, materiálů a zákazníků nahrazena referenčními názvy. Celá práce, včetně dat a postupů bude pravidelně konzultována s vedoucími oddělení logistiky, lidských zdrojů a projektů dané společnosti. Tito 3 manažeři budou vykonávat nad prací mentoring. Všichni 3 manažeři udělili formální souhlas s publikováním práce za podmínky, že budou zveřejněna pouze již upravená data.

3.4 Detailní postup práce

Následující kapitola detailně popisuje postup práce při analýze reálného stavu podniku, sestavení obou scénářů štíhlé výroby i metody srovnání reálných dat se scénáři. Jedná se tak o rozšíření shrnutí postupu, které je popsáno v kapitole 3.2. Důvodem je snaha o dostatečně detailní popsání postupu práce, aby mohla být tato metoda v budoucnu jednoznačně opakována.

3.4.1 Analýza současného stavu na základě reálných dat

Prvním krokem je analýza vývoje reálných dat, která budou následně srovnána s vytvořenými scénáři. Proto bylo nutné získání denních reportů o výši zásob pro analyzovaný projekt z SAP. Denní data zobrazují celkový objem zásob v Kč, kterým společnost ve 24:00 disponovala. Tento údaj je ze systému SAP získán individuálně pro každý den od roku 2015 do roku 2018. Ceny, ve kterých jsou tato data vyjádřena, jsou reálné nákupní ceny. Výsledkem je detailní přehled o zásobách, který zobrazuje, jak se trend vyvíjel v průběhu sledovaných let v závislosti na ročním období, dovolených, jednotlivých dnech v měsíci nebo faktorech, které v analýze nebyly zahrnuty.

Analogicky jsou zpracována data pro materiál na cestě od dodavatelů, na skladě, rozpracovaný ve výrobě a finální výrobky, připravené k expedici k zákazníkovi. V druhé fázi je z měsíčních interních reportů vedení získán cíl na tyto zásoby, kterého by výroba a logistika měla dosáhnout. Tento cíl je určován na měsíční bázi a vyjadřuje hodnotu zásob, který by měl být každý den plněn.

Výsledkem jsou takto zpracovaná data vývoje zásob a interního cíle, který je pro ně vedením stanoven. Důvodem pro takto uspořádaná data je následná analýza trendů, jak se zásoby ve sledovaných letech vyvíjely a jak společnost interně tyto zásoby plánovala. Celkem jsou pro tuto analýzu zpracována data za 1303 výrobních dní a 9 druhů zásob. V tabulce č. 6 je zobrazen příklad hlavních kategorií zásob a příklad dat z roku 2015.

Tabulka 6: Metodika: Zásoby výroby

Projekt A - zásoby (upravené koeficientem)										
Datum	Vstupní materiál na skladě (realita, Kč)	Vstupní materiál na skladě (plán, Kč)	Materiál na cestě (realita, Kč)	Vstupní materiál celkem. (realita, Kč)	Zásoby rozpracované výroby (realita, Kč)	Zásoby rozpracované výroby (plán, Kč)	Zásoby finálních produktů (realita, Kč)	Zásoby finálních produktů (plán, Kč)	Celkové zásoby ve všech formách (realita, Kč)	Celkové zásoby ve všech formách (plán, Kč)
01.05.2015	29 979 242	28 800 000	6 971 086	36 950 328	3 735 886	4 800 000	6 653 948	5 200 000	47 340 162	38 800 000
02.05.2015	31 526 779	28 800 000	4 264 746	35 791 526	4 780 620	4 800 000	8 832 647	5 200 000	49 404 793	38 800 000
03.05.2015	30 057 171	28 800 000	4 264 746	34 321 917	4 720 162	4 800 000	9 539 419	5 200 000	48 581 498	38 800 000
04.05.2015	27 474 789	28 800 000	6 488 566	33 963 355	4 954 550	4 800 000	9 006 492	5 200 000	47 924 398	38 800 000

05.05.2015	27 622 668	28 800 000	7 449 206	35 071 874	4 328 543	4 800 000	11 399 169	5 200 000	50 799 586	38 800 000
06.05.2015	29 229 475	28 800 000	9 477 712	38 707 187	3 909 323	4 800 000	6 478 210	5 200 000	49 094 720	38 800 000

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Využité vzorce:

$$\text{Vstupní materiál celkem [Kč]} = \text{vstupní materiál na skladě} + \text{materiál na cestě}; \quad (1)$$

$$\text{Celkové zásoby [Kč]} = \text{vstupní materiál celkem} + \text{zásoby rozpracované výroby} + \text{zásoby finálních produktů}. \quad (2)$$

Druhým důležitým vstupem jsou výrobní data, vyjadřující vývoje objemu produkce. Tato výrobní data jsou získána ze serveru výrobních linek a jsou v nich obsažena data o množství vyrobených správných a defektních kusů²⁶ za každý sledovaný kalendářní měsíc. Denní data nebylo možné, na rozdíl od logistických dat, získat kvůli náročnosti stahování těchto dat z každé výrobní linky. Proto jsou využita data měsíční, ze kterých bude dále vypočítán aritmetický průměr dle výrobních dnů v měsíci. Tento denní průměr bude přiřazen ke každému dni ve sledovaném měsíci. Celkově budou analyzována výrobní data za 48 měsíců ve 4 po sobě jdoucích letech. Část takto zpracovaných výrobních dat můžeme najít v tabulce č. 7.

Tabulka 7: Metodika: Reálná výrobní data

Projekt A – reálná výrobní data (upravená koeficientem)							
Rok	Měsíc	Vyrobeno NOK (ks)	Vyrobeno OK (ks)	Vyrobeno celkem (ks)	Zmetkovost (%)	Výrobní dny v měsíci (dny)	Průměrná denní výroba v měsíci (ks/den)
2015	Leden	761	24 969	25 730	2,96 %	31	1 439
2015	Únor	932	35 053	35 985	2,59 %	28	2 227
2015	Březen	327	37 512	37 839	0,86 %	31	2 115
2015	Duben	130	36 511	36 641	0,35 %	30	2 117
2015	Květen	308	44 294	44 602	0,69 %	31	2 493
2015	Červen	220	47 010	47 230	0,47 %	30	2 728
2015	Červenec	364	52 804	53 167	0,68 %	31	2 972
2015	Srpen	174	49 630	49 804	0,35 %	31	2 784
2015	Září	329	53 849	54 178	0,61 %	30	3 130
2015	Říjen	559	58 896	59 455	0,94 %	31	3 324
2015	Listopad	139	58 422	58 560	0,24 %	30	3 383
2015	Prosinec	205	43 273	43 478	0,47 %	31	2 431

²⁶ Správné výrobky jsou následujících tabulkách uváděny jako OK kusy a defektní výrobky jako NOK kusy.

2016	Leden	148	66 701	66 849	0,22 %	31	3 737
------	-------	-----	--------	--------	--------	----	-------

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Použité vzorce:

$$Vyrobena\ celkem[ks] = Vyrobena\ OK + Vyrobena\ NOK; \quad (3)$$

$$Zmetkovitost[\%] = \frac{Vyrobena\ NOK}{Vyrobena\ celkem}; \quad (4)$$

$$Průměrná\ výroba\left[\frac{ks}{den}\right] = \frac{Vyrobena\ celkem}{Výrobní\ dny\ v\ měsíci}. \quad (5)$$

Takto bude vypočtena denní hodnota zásob na jeden kus finálního výrobku a procentuální zastoupení materiálu na skladě z celkových zásob. Zásoby na jeden kus produkce dovolují sledovat trend, s jakým se vyvíjí poměr zásob oproti změně objemu měsíční výroby. Pokud tento poměrový ukazatel roste, zvyšuje se hodnota zásob rychleji, než roste produkce. Pokud se snižuje, rostou zásoby nižším tempem než výroba nebo dokonce klesají i v době, kdy objem výroby roste. Jedná se o pomocné ukazatele, které pomohou zhodnotit vývoj reálných dat. Oba koeficienty jsou pro přehlednost označeny barevnou škálou podle jejich výše oproti aritmetickému průměru. Zelené koeficienty označují období, kdy je výše zásob oproti objemu denní výroby minimální. Žluté jsou okolo průměru a červené jsou pak vysoko nad průměrem. V případě ukazatele procentuálního zastoupení materiálu na skladě oproti celkovým zásobám je pak údaj více zelený, čím je poměr materiálu na skladě oproti celkovým zásobám. Zelené hodnoty vnímány jako pozitivní údaj díky pozitivnímu dopadu na nákladovost. Celkově byla pro výpočet využita data z 1 303 sledovaných dní. Data v tabulce č. 8 jsou pouze vzorkem pro ilustraci.

Tabulka 8: Metodika: Reálné zásoby

Projekt A - zásoby výroby (upravené koeficientem)							
Datum	Vstupní materiál na skladě (realita, Kč)	Vstupní materiál na skladě (plán, Kč)	Celkové zásoby ve všech formách (realita, Kč)	Celkové zásoby ve všech formách (plán, Kč)	Průměrná denní výroba (realita, ks/den)	Hodnota zásob na jeden kus výrobku (Kč/ks)	Procentuální zastoupení materiálu na skladě v celkových zásobách (%)
01.05.2015	29 979 242	28 800 000	47 340 162	38 800 000	1 439	32 903 Kč	63,33
02.05.2015	31 526 779	28 800 000	49 404 793	38 800 000	1 439	34 337 Kč	63,81

03.05.2015	30 057 171	28 800 000	48 581 498	38 800 000	1 439	33 765 Kč	61,87
04.05.2015	27 474 789	28 800 000	47 924 398	38 800 000	1 439	33 309 Kč	57,33
05.05.2015	27 622 668	28 800 000	50 799 586	38 800 000	1 439	35 307 Kč	54,38
06.05.2015	29 229 475	28 800 000	49 094 720	38 800 000	1 439	34 122 Kč	59,54
07.05.2015	31 198 932	28 800 000	51 143 140	38 800 000	1 439	35 546 Kč	61,00
08.05.2015	28 067 219	28 800 000	54 152 350	38 800 000	1 439	37 637 Kč	51,83

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Využité vzorce:

$$\text{Hodnota zásob na jeden kus výrobku} \left[\frac{\text{Kč}}{1 \text{ ks výrobku}} \right] = \frac{\text{Celkové zásoby}}{\text{Průměrná denní výroba}}; \quad (6)$$

$$\text{Podíl materiálu na skladě nacevkových zásobách} [\%] = \frac{\text{Vstupní materiál na skladě}}{\text{Celkové zásoby}}. \quad (7)$$

Tato data mapují reálný současný stav vývoje zásob ve společnosti. Využitím těchto dat je následně vytvořena první část analýzy diplomové práce, která znázorňuje reálný trend vývoje zásob a interního plánu na zásoby.

3.4.2 První scénář: Absolutně štíhlá výroba bez pojistných zásob

První scénář vychází z předpokladu, že společnost každý den musí nutně disponovat pouze materiálem nutným k pokrytí denního výrobního plánu. Jde tedy o zjednodušený scénář, který neuvažuje o pojistných zásobách, změnách výrobního plánu nebo výrazné variantnosti finálních výrobků. Pomáhá však věrně simulovat nejnižší možnou úroveň zásob, kterými musí společnost disponovat pro udržení fungující štíhlé produkce. Jedná se o zjednodušený předpoklad pro srovnání s reálnými daty.

Pro sestavení tohoto scénáře jsou vyžadovány dva soubory dat. Zaprvé průměrný denní objem reálné výroby. Tato data jsme již získali v předcházející části kapitoly při analýze reálné stavu produkce. Druhým souborem dat jsou průměrné ceny všech vstupních materiálů, které vstupují do jednoho kusu finálního výrobku. Pro jeden kus finálního výrobku je využito více než 150 různých materiálů. Seznam materiálů s cenami byl získán ze systému SAP v korunách, individuálně pro každý sledovaný rok. Část dat pro referenci je uvedena v tabulce č. 9.

Tabulka 9: Metodika: Referenční ceny vstupních materiálů

Projekt A - zásoby výroby (upravené koeficientem)							
Rok 2015		Rok 2016		Rok 2017		Rok 2018	
Vstupní materiál	Referenční cena (Kč)	Vstupní materiál	Referenční cena (Kč)	Vstupní materiál	Referenční cena (Kč)	Vstupní materiál	Referenční cena (Kč)
Vstupní materiál 1	53,35 Kč	Vstupní materiál 1	51,37 Kč	Vstupní materiál 1	54,02 Kč	Vstupní materiál 1	49,09 Kč
Vstupní materiál 2	83,59 Kč	Vstupní materiál 2	51,37 Kč	Vstupní materiál 2	47,95 Kč	Vstupní materiál 2	46,00 Kč
Vstupní materiál 3	80,89 Kč	Vstupní materiál 3	75,79 Kč	Vstupní materiál 3	38,03 Kč	Vstupní materiál 3	0,00 Kč
Vstupní materiál 4	0,00 Kč	Vstupní materiál 4	0,00 Kč	Vstupní materiál 4	72,36 Kč	Vstupní materiál 4	34,16 Kč
Vstupní materiál 5	48,71 Kč	Vstupní materiál 5	44,00 Kč	Vstupní materiál 5	0,00 Kč	Vstupní materiál 5	0,00 Kč

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Využití vzorce:

$$\text{Celková referenční cena konkrétního roku [Kč]} = \sum_{k=1}^{150} \text{cena materiálu } 1 \dots \text{cena materiálu } 150. \quad (8)$$

První scénář je vytvořen vynásobením denního objemu reálné výroby těmito referenčními cenami vstupního materiálu. Část dat je zaznamenána v tabulce č. 10. V tabulce č. 10 jsou hodnoty konstantní, protože denní výroba je vypočtena průměrem z měsíčních dat a protože ceny vstupního materiálu jsou kalkulovány ročně. Nicméně v celém objemu analyzovaných dat je více než 1303 denních hodnot. A v tomto rozsahu mají data již vysokou volatilitu, jak je vidět později ve výsledkové části.

Pro další analýzu je také spočítán koeficient vyjadřující, kolikrát je reálná denní hodnota měřených zásob vyšší, než simulovaná hodnota zásob ve scénáři 1. Jedná se o jeden z poměrových ukazatelů, který je využit při zhodnocení efektivnosti využitých metod. Tento koeficient je pro přehlednost zvýrazněn barevnou škálou podle průměru za celou dobu sledování. Zelené hodnoty jsou pro společnost kladným ukazatelem a signalizují, že se společnost výrazně blíží minimálním možným zásobám. V červených hodnotách je pak hodnota zásob nadprůměrná.

Tabulka 10: Metodika: Srovnání reálných dat se scénářem 1

Srovnání vývoje reálných dat s scénářem absolutně štíhlé výroby

Datum	Průměrná denní výroba (realita, ks/den)	Cena vstupních komponentů v daném roce (Kč/1 ks finálního produktu)	Materiál na skladě – scénář 1: zcela štíhlá výroba (Kč)	Vstupní materiál na skladě – reálná měřená data (Kč)	Koeficientu poměru reálných zásob oproti scénáři 1
01.05.2015	1 439	1 231	4 427 907	29 979 242	6,77
02.05.2015	1 439	1 231	4 427 907	31 526 779	7,12
03.05.2015	1 439	1 231	4 427 907	30 057 171	6,79
04.05.2015	1 439	1 231	4 427 907	27 474 789	6,20
05.05.2015	1 439	1 231	4 427 907	27 622 668	6,24
06.05.2015	1 439	1 231	4 427 907	29 229 475	6,60
07.05.2015	1 439	1 231	4 427 907	31 198 932	7,05

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Využití vzorce:

$$\text{Materiál na skladě – scénář 1 [Kč]} = \text{průměrná denní výroba} \times \text{cena vstupních materiálů v daném roce}; \quad (9)$$

$$\text{Koeficient poměru reálných dat proti scénáři 1 [x – násobek]} = \frac{\text{vstupní materiál na skladě (reálná data)}}{\text{vstupní materiál na skladě (scénář 1)}}. \quad (10)$$

3.4.3 Druhý scénář: Absolutně štíhlá výroba s pojistnou zásobou pro krytí volatility zákaznických objednávek

Druhý scénář vychází z prvního, který byl právě popsán, ale je v něm zahrnuta nutnost vytvoření pojistných zásob pro vykrytí nestabilních objednávek od zákazníků. Důvodem je, že náklady na vytvoření a držbu pojistných zásob mohou být nižší, než vymáhané pokuty za nedodržení dodávek zákazníkům. Proto je účelem druhého scénáře navýšit první scénář o takovou hodnotu vstupního materiálu, aby stačila na pokrytí krátkodobých změn objednávek, které podnik nedokáže předvídat. Tím by se měl více přiblížit realitě.

Všechny odchylky od všech zákazníků nebylo možné vyhodnotit, protože jsou objednávky odesílány do SAP každý den, počet zákazníků se mění a v průměru je jich více než 40. Proto bylo nutné provést ABC analýzu zákazníků, a při výpočtu volatility objednávek se zaměřit pouze na nejdůležitější A-zákazníky, kteří zásoby ovlivňují nejvíce. A-zákazníky jsou zákazníci, kteří v součtu tvoří více než 50 % celkového objemu výroby. Změny jejich objednávek vytvářejí největší problémy při plánování výroby i logistiky a pojistná zásoba pro ně je také nejnákladnější. Pro ABC analýzu byly využity dlouhodobé projektové prognózy sází dat dostupnou do roku 2023. Data byla získána z oddělení odpovědného za

dlouhodobé kapacitní plánování výrobních projektů a vyjadřují, jaké množství každý zákazník plánuje odebrat v konkrétním pololetí. Krátkodobé plány objednávek nebylo možné využít, protože predikují pouze 1 rok a data postrádají stabilitu. Celkově byla pro výpočet využita data od 51 zákazníků a 16 po sobě jdoucích pololetích. Část těchto dat je zpracována v tabulce č. 11.

Tabulka 11: Metodika: Zákaznická ABC analýza pro scénář 2

Zákaznická ABC analýza pro analýzu volatility zákaznických objednávek (dlouhodobý výrobní plán)							
Zákazník	2015/1	2015/2	2016/1	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1
Zákazník A1	0	0	0	0	88 828	105 972	288 400
Zákazník A2	0	0	0	0	0	0	0
Zákazník A3	80 328	115 272	134 614	136 586	126 000	126 000	0
Zákazník A4	0	0	0	0	233	8 803	23 067
Zákazník B1	13 530	40 488	55 596	55 597	42 547	42 548	23 039
Zákazník B2	19 700	19 700	19 500	19 500	19 500	19 500	21 400
Zákazník B3	10 995	10 995	18 435	18 475	37 980	37 980	34 988
Zákazník B4	885	2 655	6 790	6 790	10 080	11 280	27 975
Zákazník B5	14 234	14 234	33 205	33 205	40 662	40 662	28 193
Zákazník B6	0	0	0	0	0	0	0
Zákazník B7	0	0	0	0	0	0	15 000
Zákazník B8	2 267	4 533	25 000	25 000	50 000	50 000	35 900
Zákazník B9	0	0	0	0	0	0	19 000

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Využité vzorce:

$$\text{Celkové objednávky zákazníka [ks]} = \sum_{k=1}^{16} \text{Zákazník } x \text{ pololetí }^{2015/1 \dots 2018/2}; \quad (11)$$

$$\text{Celkové objednávky všech zákazníků [ks]} = \sum_{k=1}^{51} \text{Celkové objednávky zákazníka } 1 \dots 51; \quad (12)$$

$$\text{Podíl zákazníka na celkových objednávkách [\%]} = \frac{\text{Celkové objednávky zákazníka}}{\text{Celkové objednávky všech zákazníků}}. \quad (13)$$

Dalším krokem pro zkonstruování 2. scénáře je stanovení krátkodobých, neplánovaných odchylek u A-zákazníků, kteří byli určeni ABC analýzou. Pro tuto kalkulaci není možné

využít předchozí dlouhodobé plány, ale krátkodobé objednávkové plány od oddělení logistiky. Důvodem je nedostatečná hustota dat v dlouhodobých plánech, které jsou na pololetní bázi. Jedná se o denně aktualizované, závazné plány objednávek, které určují, v jaký den má být dodáno specifické množství výrobků k jakému zákazníkovi.

Pro zvýrazněné A-zákazníky byly následně staženy objednávkové plány z SAP. Při vyhodnocování volatility zakázek jsou pro identické produkty porovnávány rozdíly v objednaných množstvích mezi jednotlivými týdny. Pokud tak zákazník na 5. kalendářní týden objednával 10 tis. ks, ale později poslal novou objednávku pouze na 5 tis. ks, je volatilita jeho objednávek rovna 50 %. Jako odchylky od původního plánu jsou brány změny v datu dodání i objednaném množství. Celkově byly pro výpočet využity plány ze 4 týdnů, pro 4 A-zákazníky, které obsahují výhled na 48 po sobě jdoucích týdnů. Část zpracovaných dat je zobrazena v tabulce č. 12.

Tabulka 12: Metodika: Výpočet krátkodobé volatility zákaznických objednávek

Krátkodobý výrobní plán pro A-zákazníky (pro určení krátkodobé volatility zákaznických objednávek)							
Datum výrobního plánu: 31.05.2018	Červen (ks)	Červen / Červenec (ks)	Červenec (ks)	Červenec (ks)	Červenec (ks)	Červenec (ks)	Červenec / Srpen (ks)
	Týden 25	Týden 25	Týden 25	Týden 25	Týden 25	Týden 25	Týden 25
Zákazník A1	15840	12960	9585	24705	19305	17505	21132
Zákazník A2	3060	1980	5580	5040	2700	0	0
Zákazník A3	13680	13500	8820	2520	0	2160	2700
Zákazník A4	2700	4032	4392	3096	11088	1008	792
Datum výrobního plánu: 07.06.2018	Červen (ks)	Červen / Červenec (ks)	Červenec (ks)	Červenec (ks)	Červenec (ks)	Červenec (ks)	Červenec / Srpen (ks)
	Týden 25	Týden 25	Týden 25	Týden 25	Týden 25	Týden 25	Týden 25
Zákazník A1	16740	16200	20925	16065	19305	15345	30420
Zákazník A2	4320	2160	6120	5040	2700	0	0
Zákazník A3	15480	13680	7020	2340	0	2340	2880
Zákazník A4	2916	3096	4212	3996	2772	684	1152

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Po sečtení průměrných směrodatných odchylek v těchto objednávkách pro každého A-zákazníka dostaneme procentuální volatilitu objednávek mezi jednotlivými sledovanými týdny. Hodnoty tak vyjadřují, o kolik procent A-zákazník krátkodobě změnil objednávky oproti původnímu plánu. To vyjadřuje míru jistoty, se kterou se společnost může na jeho objednávky při plánování výroby spolehnout. Tyto odchylky byly zpracovány za všech 28 sledovaných týdnů. V tabulce č. 13 je příklad ze 7 těchto týdnů.

Tabulka 13: Metodika: Výpočet krátkodobé volatility zákaznických objednávek 2

Krátkodobý výrobní plán pro A-zákazníky (pro určení krátkodobé volatility zákaznických objednávek)							
Průměrná procentuální směrodatná odchylka zákazníka ve sledovaných obdobích	Červen (%)	Červen / Červenec (%)	Červenec (%)	Červenec (%)	Červenec (%)	Červenec (%)	Červenec / Srpen (%)
Zákazník A1	2,28	9,30	36,00	25,49	1,00	9,22	15,61
Zákazník A2	17,52	4,17	14,43	15,26	22,23	100,00	100,00
Zákazník A3	7,05	3,35	13,68	3,54	100,00	6,31	5,12
Zákazník A4	17,05	11,46	5,42	10,71	120,23	19,94	38,61

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Využití vzorce:

$$\begin{aligned}
 & \text{Směrodatná odchylka zákazníka } Ax \text{ protýden } Y [\%] & (14) \\
 & = \text{sm. odch} \sum_{k=1}^4 \text{Objednávky pro kalendářní týden } Y \text{ ve výrobním plánu } 1 \dots 4;
 \end{aligned}$$

⇒ směrodatnou odchylku vyjádřit pro každý týden a pro každého zákazníka. Poté:

$$\begin{aligned}
 & \text{Celková směrodatná odchylka všech zákazníků ve všech týdnech} [\%] & (15) \\
 & = \sum_{k=1}^4 \text{Průměrná směrodatná odchylka zákazníka } A1 \dots A4;
 \end{aligned}$$

⇒ výsledkem je procentuální směrodatná odchylka všech 4 zákazníků ve 28 týdnech měřená mezi 4 objednávkovými plány.

Pokud vypočteme aritmetický průměr všech odchylek A-zákazníků za kompletních 48 vyhodnocených týdnů, získáme hodnotu, o kolik procent by společnost měla navýšit minimální denní držené množství vstupního materiálu, aby se pojistila proti neočekávaným výkyvům zákaznických objednávek. Jinými slovy, průměrné neplánované, krátkodobé změny objednávek od zákazníků, které by mohly přinutit společnost k rychlým změnám výrobních plánů a ohrozit tak včasné dodání jiným zákazníkům jsou v objemu 22,19 %. Proto, aby společnost toto riziko snížila na minimum, měla by disponovat skladovou pojistnou zásobou vstupního materiálu zvýšenou o těchto 22,19 % oproti hodnotě scénáře 1. Koeficient souhrnné volatility zákaznických objednávek je tedy 1,2219.

Tento scénář je více robustní, než první, nicméně se stále jedná o výrazné zjednodušení reality, protože nezahrnuje další faktory, které jsou jen velmi těžko kvantifikovatelné. Tyto faktory jsou komentovány na konci práce ve vlastních názorech.

V poslední fázi výpočtu scénáře 2 je nutné veškeré denní hodnoty zásob ve scénáři 1, vynásobit souhrnným koeficientem volatility zákaznických objednávek A-zákazníků, který jsme vypočítali. Tím se celkový objem vstupního materiálu zvýší o požadovanou pojistnou zásobu. Část referenčních dat je zobrazena v tabulce č. 14.

Tabulka 14: Metodika: Srovnání reálných dat s interním plánem a oběma scénáři

Srovnání vývoje reálných dat s oběma scénáři (denní data)				
Datum	Materiál na skladě (realita, Kč)	Materiál na skladě (plán, Kč)	Materiál na skladě – scénář zcela štihlé výroby (scénář 1, Kč)	Materiál na skladě - scénář rozšířený o pojistnou zásobu dle volatility zákaznických objednávek (scénář 2, Kč)
01.05.2015	29 979 242	28 800 000	4 427 907	5 402 047
02.05.2015	31 526 779	28 800 000	4 427 907	5 402 047
03.05.2015	30 057 171	28 800 000	4 427 907	5 402 047
04.05.2015	27 474 789	28 800 000	4 427 907	5 402 047
05.05.2015	27 622 668	28 800 000	4 427 907	5 402 047
06.05.2015	29 229 475	28 800 000	4 427 907	5 402 047
07.05.2015	31 198 932	28 800 000	4 427 907	5 402 047

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Využité vzorce:

$$\text{Materiál na skladě – scénář 1 [Kč]} = \text{průměrná denní výroba} \times \text{cena vstupních materiálů v daném roce}; \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \text{Materiál na skladě- scénář 2 [Kč]} & \quad (18) \\ & = (\text{Materiál na skladě - scénář 1}) \times \left(\frac{\text{Celková směrodatná odchylka všech zákazníků}}{100} + 1 \right). \end{aligned}$$

3.4.4 Srovnání reálných dat s vytvořenými scénáři a závěr práce

V tabulce č. 15 je zobrazen průběh denních hodnot reálného materiálu na skladě, interního plánu a obou scénářů štihlé výroby. Tato data je nutné jednoznačně vzájemně srovnat a vyhodnotit, nakolik se tato data liší. Pro toto srovnání byly zvoleny dvě paralelní metody, které jsou zde popsány.

❖ Srovnání na základě koeficientů

Pro svoji jednoduchost a jednoznačnou interpretaci byl pro vyhodnocení zvolen koeficient, který srovnává denní hodnotu reálně měřených zásob oproti internímu plánu nebo hodnotě zásob ve scénáři 1 a 2. Výsledkem bude ukazatel, který vyjadřuje pro každý den, kolikrát byla denní reálná hodnota zásob vyšší, než interní plán nebo scénářem simulovaná hodnota. Výsledkem je 1303 denních koeficientů ve třech sloupcích, které jsou označeny barevnou škálou podle jejich aritmetického průměru. Zelené hodnoty jsou podprůměrné, červené hodnoty nadprůměrné.

Zelené hodnoty tak označují časové úseky, kdy se společnosti podařilo více splňovat scénář zcela štíhlé výroby. V tomto období můžeme předpokládat, že využívané metody štíhlé výroby dopomohly k efektivnímu řízení zásob bez výrazného plýtvání. Naopak červená období znamenají výrazné nadbytečné zásoby materiálu a neefektivní využití metod štíhlé výroby. Část dat nalezneme v tabulce č. 15. Souhrnné výsledky jsou prezentovány ve výsledkové části diplomové práce.

Tabulka 15: Metodika: Koeficienty srovnání reálných dat se scénářem 1 a 2

Denní koeficienty přesažení minimálních zásob (denní data)		
Koeficient realita / interní plán	Koeficient realita / scénář 1	Koeficient realita / scénář 2
1,04	6,77	5,55
1,09	7,12	5,84
1,04	6,79	5,56
0,95	6,20	5,09
0,96	6,24	5,11
1,01	6,60	5,41
1,08	7,05	5,78
0,97	6,34	5,20
1,04	6,75	5,54
0,97	6,29	5,16
0,95	6,16	5,05
1,05	6,80	5,57

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Využití vzorce:

$$\begin{aligned}
 & \text{Koeficient realita/interní plán [x – násobek interního plánu]} \\
 & = \frac{\text{Materiál na skladě (realita)}}{\text{Materiál na skladě (interní plán)}}; \tag{19}
 \end{aligned}$$

$$\text{Koeficient realita/scénář 1 [x – násobek scénáře 1]} = \frac{\text{Materiál na skladě (realita)}}{\text{Materiál na skladě (scénář 1)}}; \quad (20)$$

$$\text{Koeficient realita/scénář 2 [x – násobek scénáře 2]} = \frac{\text{Materiál na skladě (realita)}}{\text{Materiál na skladě (scénář 2)}}. \quad (21)$$

❖ Srovnání s využitím statistických metod

Druhou využitou metodou bude testování normality hodnot a následné testování hypotézy odpovídajícím testem v programu Statistica.

Kompletní řada hodnot reálných zásob i scénáře 2 budou nejprve podrobeny testu normality pomocí Shapirova-Wilkova testu. Výstupem bude zjištění, zda se oba soubory hodnot vyvíjejí podle normálního statistického rozdělení.

Následným testem bude provedení odpovídajícího testování hypotézy H_0 parametrickým či neparametrickým párovým testem na hladině významnosti 0,01. Ta odpovídá spolehlivosti 99 %. Tato vysoká hladina významnosti byla zvolena díky vysoké hustotě hodnot. Stanovené hypotézy H_0 a H_1 jsou popsány v cílech diplomové práce. Výsledky testů jsou prezentovány ve výsledkové části diplomové práce. Na jejich základě je poté zhodnocena efektivita využívaných štíhlých metod. Na základě zjištěných výsledků je následně prezentován zlepšovací návrh.

4. CHARAKTERISTIKA PODNIKU

Následující část práce má za cíl popsat společnost, která byla v diplomové práci analyzována, vytvořit ucelený náhled na to, čím se společnost zabývá a detailně popsat prvky konceptu štihlé výroby, které jsou ve společnosti implementovány. Jak již bylo deklarováno v předcházejících částech diplomové práce, aby byla udržena vypovídající schopnost dat využitých v analýze, musela být využita převážná část reálných logistických a ekonomických dat. Vzhledem k tomu, že se jedná o striktně interní data a souhlas k využití těchto dat nebylo možné od nadnárodních struktur společnosti získat, byla některá data upravena koeficienty. Z toho vyplývají i další restrikce. Daná společnost nemohla být jmenována, výrobní projekty nemohly být detailně popsány a nemohla být pořízena ani fotodokumentace, která by zobrazovala prvky štihlé výroby, které jsou ve společnosti využívány. Nicméně všechny uvedené údaje jsou pravdivé a pro zmapování situace za účelem opakování analýzy u jiné společnosti by měly být zcela dostatečné. U dat využitých v analýze nebyly jinak zkresleny jejich trendy nebo poměrové ukazatele, měla by tedy být udržena jejich věrnost a vypovídající schopnost.

Analyzovaná společnost, která bude dále jmenována jako ABC,s.r.o., byla založena po roce 1992 v rámci spolupráce českého výrobního závodu, který se specializoval na výrobu litých hliníkových a obráběných komponentů, s mezinárodní německou společností se zaměřením na automobilové a průmyslové technologie. Později byl český podíl ve vzniklé společnosti kompletně odkoupen německou centrálou nadnárodního výrobce komponentů pro automobilový průmysl. Primární současné zaměření společnosti je plně na vývoj, výrobu a kompletaci komponentů pro automobilový průmysl. Zákazníci společnosti jsou celosvětoví producenti automobilů, pohonných jednotek a vstřikovacích modulů pro osobní a nákladní automobily i stavební techniku. V současné době má společnost okolo 4 tisíc kmenových zaměstnanců a okolo 1,5 tisíce externích zaměstnanců, primárně pak brigádníků a stážistů ve výrobě a technickohospodářských profesích.

4.1 Organizační struktura společnosti

Společnost je organizačně rozdělena do dvou divizí. První, starší divize, je zaměřena na trh se zážehovými – benzínovými automobily, druhá divize je vyčleněna na trh se vznětovými

– dieselovými projekty. Dále se obě divize rozdělují na nižší organizační struktury. Těmi je myšleno rozdělení na projekty pro osobní a lehké nákladní automobily a dále na projekty pro těžká stavební a velkoobjemová nákladní vozidla. Pod každou skupinou těchto projektů jsou přímo přiřazena výrobní oddělení, z nichž je každé odpovědné za výrobu odpovídajícího výrobku nebo skupiny obdobných výrobků. Pokud je výroba jednoho výrobku natolik objemná, že dokáže plně zaplnit výrobní kapacitu výrobních linek, má oddělení na starost pouze jeden výrobek. Tento výrobek může být v jedné variantě či několika, které se dle potřeby v průběhu směny střídají. K výrobě různých variant výrobku se v lince využívají jednotlivé variantní stanice (stroje) nebo se na platformách výrobních stanic²⁷ pouze vyměňují různé typy vstupních komponentů či mění fixační přípravky a nástroje. Pokud objem výroby jednoho výrobku není dostatečný k vytižení kompletní kapacity výrobních linek, případně celého oddělení, může mít oddělení na starost produkci několika různých výrobků. Tyto výrobky by ale vždy měly být po funkční stránce podobné, aby oddělení mělo jasně zaměřené technology na konkrétní výrobní procesy.

Každá divize má plně oddělenou a plně soběstačnou organizační strukturu. Oddělené je vedení divize – které se setkává až u technického a ekonomického ředitele celé společnosti. Každá divize má tak k dispozici vlastní oddělení vývoje, vstupní kvality, výstupní kvality, technické oddělení, interního zásobování a oddělení výroby. Společné pro obě divize jsou pouze oddělení centrální účtárny, oddělení lidských zdrojů, logistické oddělení a oddělení centrálního nákupu. Logistika musí být celosvětově propojená a velmi flexibilní z důvodu rozmístění dodavatelů i zákazníků doslova po celém světě. Kombinace vysokých cen komponentů, a tím velkým množstvím kapitálu vázaného v hodnotovém toku s velmi vysokými smluvními sankcemi při zastavení výroby u zákazníka, vyžaduje propracovaný systém celosvětové logistiky a flexibilního řízení výroby.

Vzhledem k tomu, že je analyzovaná pobočka vedoucím závodem pro několik výrobních projektů pro ostatní závody v centrální Evropě a Číně, jsou ve společnosti umístěna také centrální oddělení odpovědná za koordinaci logistiky, náběh projektů a procesní uvolňování. Dále je v této lokaci také umístěno kompetenční centrum pro svařovací a vstřikovací procesy plastových dílů. Vývoj nových projektů ale není v této pobočce umístěn. De-

²⁷ Stanice je interní označení pro stroj v lince.

sign nových projektů je primárně soustředěn v centrále koncernu a ve vybraných kompetenčních centrech mimo ČR. Lokální vývoj je více zaměřen na změnový proces na již běžící platformě, menší technická vylepšení produktů a úsporné projekty před výběhem projektů.

4.2 Výrobní projekty

Obě divize jsou zaměřeny na automobilový průmysl, pro který produkují komponenty, jako jsou pedály, palivové systémy, nádržové moduly, pumpy, vstřikovací systémy nebo komplexní moduly pro snížení emisní zátěže automobilů na životní prostředí. V diplomové práci je analyzován tok zásob ve štíhlé výrobě velkosériového projektu zaměřený právě na snížení emisí automobilů vstřikováním dodatečných látek do výfukového systému.

Jak je již nastíněno v organizační struktuře společnosti, projekty jsou v nejvyšším patře struktury rozděleny na benzínové a naftové produkty. Většina hlavních projektů je striktně diferencována mezi těmito dvěma skupinami. Pouze projekty pedálů jsou sdíleny mezi obě divize, protože jsou identické v obou druzích dopravních prostředků. Dále jsou projekty rozděleny na osobní a lehké užitkové aplikace a ve druhé skupině na projekty pro těžkou stavební techniku a nákladní automobily. Výrobky jsou produkovány v mnoha variantách. Většina linek je, až na detaily v procesních parametrech a některé specifické stanice, identická a jsou pro ně uvolněny všechny varianty výrobku. Dlouhodobá snaha společnosti je mít na všech linkách, které slouží pro jeden konkrétní výrobek, uvolněny varianty pro všechny zákazníky. To zvyšuje flexibilitu při plánování výroby a snižuje riziko prodlení dodávky v případě, že je jedna z linek porouchaná nebo v údržbě.

Všechny hlavní parametry jednoho výrobního projektu jsou identické. To zahrnuje funkci a základní rozměry. Nicméně pro většinu projektů existuje mnoho variant, které jsou vyráběny dle konkrétních požadavků zákazníků. Jednotlivé varianty se od sebe liší technickými parametry, využitými komponenty nebo specifickým napojením do systému u zákazníka. Liší se i cenou a produkováným objemem. Podle toho se jednotlivé projekty rozdělují

i na vysokoobrátkové²⁸ a nízkoobrátkové. To je dále popsáno v kapitole o výrobní nivelizaci.

4.3 Vstupní materiál

Při výrobě společnost podstatnou část vstupních komponentů sama neprodukuje, ale má široké portfolio sub-dodavatelů stříkaných plastových nebo obráběných ocelových dílů s automobilovou IATF certifikací, kteří komponenty dodávají. Tito dodavatelé jsou primárně lokalizováni v Evropě, ale výjimkou není ani USA, Čína nebo Japonsko. Outsourcing vstupních komponentů umožňuje velkosériové dodávky s vyšší flexibilitou, a také vysokou kvalitou, neboť se jedná o specializované dodavatele dlouhodobě zaměřené na požadovaný druh výrobního procesu a s certifikací pro automobilový průmysl. Mezi dodavateli vstupních komponentů je i několik dalších závodů stejného nadnárodního koncernu, které pak dodávají komponenty za lepší ceny, než v případě externích dodavatelů.

V případě, že společnost komponenty nevyrobí, ale pouze nakupuje a kompletuje z nich finální produkt, neplní linky funkci výroby, ale spíše montovny s vysokým poměrem technologií. V takovém případě jsou hlavními know-how společnosti přesný postup výroby, svařovací nebo vstřikovací parametry jednotlivých stanic a kvalitativní kontrolní plán pro jednotlivé parametry výrobku. Společnost jde tedy považovat více za sofistikovanou montovnu, než producenta ze surového materiálu.

Některé komponenty jsou nicméně vyráběny i uvnitř společnosti vyčleněnými odděleními. Tyto oddělení se zaměřují především na produkci hliníkových obráběných komponentů a plastových stříkaných komponentů, které dodávají, stejně jako externí dodavatelé, do oddělení produkujících finální produkt.

Před tím, než jsou komponenty nebo hrubý materiál uvolněn pro montážní linku, prochází stoprocentní nebo výběrovou vstupní kontrolou, ve které se kontrolují kritické chemické a fyzikální parametry komponentů a měří důležité funkční rozměry. Cílem této vstupní kontroly je zablokovat komponenty, které by mohly ohrozit výrobní proces sériové

²⁸ V některých společnostech bývají vysokoobrátkové projekty označovány jako runnery a nízkoobrátkové jako exoty.

linky a tím vést k nákladům, technickým prostojům, zranění montážních operátorů nebo k reklamacím od zákazníků.

Diplomová práce je zaměřena právě na zásoby, protože se jedná o exaktní data s jasně analyzovatelnými trendy a umožňují srovnání mezi jednotlivými odděleními nebo společnostmi.

4.4 Logistické procesy

Od dodavatelů je materiál dopravován propracovaným systémem tzv. milkrunů – tedy pravidelných kamionů a dodávek, které mají jasně stanovenou opakující se trasu a jízdní řád. Tyto milkruny jsou předem smluvně dojednány s přepravci a jsou k dispozici pouze naší společnosti. Cílem je dosáhnout maximální efektivity okružní cesty kamionů, mít stále maximální možné vytižení nákladového prostoru a provést nakládku materiálu u maximálního množství dodavatelů při jedné cestě. Milkrun vždy začíná a končí cestu v centrálním skladu. Pokud standardní milkruny kapacitou nestačí, nebo je-li vyžadován rychlý, neočekávaný transport, jsou přepravci kontaktováni oddělením logistiky za cílem uspořádání speciálního transportu pouze pro jednu konkrétní dodávku. Nakládka je u speciálního transportu zpravidla do jedné hodiny. V případě časové tísně je možné využít dodání vstupního materiálu až přímo k výrobní lince (directly-to-line) nebo JIT. Nicméně tento proces je náročný na koordinaci, proto je standardní proces vždy přes centrální sklad.

Stejný proces platí i pro přepravu finálních výrobků k zákazníkům. Stejně jako naše společnost, mají někteří zákazníci vlastní pravidelné milkruny, které finální výrobky v naší firmě ABC, s.r.o. vyzvedávají. Případně jsou i na to využívány předem vyhrazené milkruny naší společnosti. V případě, že je nutný speciální transport s vyšší kapacitou nebo s doručením zákazníkovi před odjezdem dalšího milkrunu²⁹, je také využít speciální transport pouze pro tento účel. Takto je materiál přepraven od dodavatelů do centrálního skladu společnosti a opačně, finální výrobky později z centrálního skladu dále k zákazníkovi. V případě, že je dodavatel nebo zákazník mimo Evropu, je možné silniční přepravu dále kombinovat s námořní nebo leteckou přepravou. V takovém případě je volen transport podle časové urgency a nákladů.

²⁹Milkrun je již dříve v práci definován. Jedná se o kamion, který vykládá a nakládá materiál a zboží v pravidelných okruzích mezi dodavateli, společnostmi a zákazníky.

Externí přeprava mezi dodavateli, centrálním skladem a poté zákazníky je popsána v odstavcích výše. Interní přeprava mezi centrálním skladem a pohotovostním meziskladem komponentů pro výrobu je zajišťován interními milkruny. Vyskladnění a nakládka je na základě objednávky materiálu z výroby pomocí kanbanových karet. Mezi skladem a meziskladem je tedy dodáváno na základě principu tahu. Mezi pohotovostním meziskladem a výrobní linkou je materiál také dodáván na základě kanbanových karet odeslaných z výroby po spotřebování předcházejícího balení materiálu. Zde tedy také funguje princip tahu. Oba kanbanové okruhy se jmenují vnitřní a vnější a kanbanové karty se nemohou smíchat, protože jsou označeny různými barvami karet. Kanbanový okruh a princip tahu jsou popsány ve vyčleněných kapitolách.

4.5 Výrobní procesy

Jednotlivé výroby jsou ve většině případů uspořádány do skupin identických montážních linek. Linka je řízena principem tahu od jejího konce disponentem logistiky a zásobována materiálem z druhé, počáteční strany. Tento směr předávání informací je charakteristický pro princip tahu. Jednotlivé komponenty a polotovary si operátoři mezi jednotlivými stanicemi podávají ručně nebo jsou transportovány malými přepravníkovými pásy, popřípadě převáženy na větší vzdálenosti na paletách vláčky. Toto schéma produkce se jmenuje uspořádání do hodnotového toku (value stream³⁰) a ve výrobě tvoří i různé jiné tvary, podle toho, kolik komponentů do výroby vstupuje. Nejčastější uspořádání finální výrobních linek je liniové, dále rozdělené do několika montážních úseků. Polotovary se před finální montáží setkávají v meziskladu a po finální montáži jdou na výstupní kontrolu a následné balení na palety.

Vstupní materiál i polotovary jsou skladovány v několika meziskladech před jednotlivými montážními úseky a tvoří vyrovnávací pojistnou zásobu, která má předejít zastavení celé produkce v případě, že má jedna stanice technický prostoj nebo pokud jedné stanici krátkodobě došel materiál. I když je ve výrobním procesu utvořeno několik takových pojistných meziskladů, jde výrobu považovat za velmi štíhlou, protože se vždy jedná pouze o malou zásobu, pouze k pokrytí následujícího úseku na několik desítek minut. Některé sypané a tekuté materiály, jako například šrouby, podložky, tlumiče, oleje a další jsou skladovány

³⁰ Využívanou zkratkou pro hodnotový tok (value stream) je z anglického originálu VS.

u jednotlivých stanovišť v zásobnících. Zásobníky těchto nekusových materiálů mohou být vibrační nebo odkapávací. Tyto materiály nejsou logicky evidovány v kusech, ale v gramech nebo mililitrech. Zásoby mezi jednotlivými stanovišti jsou rozváženy zásobovači na vozících. Kvůli jejich podobnosti s kamiony jsou i oni nazývány milkruny. Materiál je na každé stanoviště objednáván interním okruhem kanbanových karet podle spotřeby. Na výrobní stanoviště již jde materiál v jednotlivých plastových boxech místo na paletách. Vybalen z palety je centrálním skladu ihned po dodání dodavatelem.

Druhým typem výrobních oddělení ve společnosti jsou ty, které nekompletují finální produkt, ale místo toho přímo produkují komponenty, které jsou poté do finálních montážních linek dodávány. Namísto montáže z jednotlivých komponent do finálního produktu tak vystřikávají nebo obrábí komponenty ze surových materiálů, jako je plastový granulát nebo hliník. Tyto výroby nejsou, díky jednoduchosti výrobního procesu, uspořádány do celých hodnotových toků (linek), ale jedná se o soustavu jednotlivých a nezávislých vstřikovacích nebo obštrikovacích³¹ strojů a na nich nasazených nástrojů. Dodávky z těchto výrobních oddělení procházejí stejným procesem, jako když komponenty dodává externí dodavatel. Stejně jako v případě externích dodavatelů prochází vstupní materiál vstupní kontrolou, kde se kontrolují kritické parametry a měří funkční rozměry. Jen pokud vyjdou všechny vstupní měření, je dávka vpuštěna do sériové výroby.

4.6 Historie a motivace zavedení štíhlé výroby

Základní výrobní principy štíhlé výroby byly převzaty ze společnosti Toyota přímou spoluprací mezi oběma společnostmi. Další metody byly postupně přidávány nebo upravovány na míru běžícím projektům. Štíhlá výroba se na projektu, který je analyzován v této diplomové práci rozvíjí již od jeho počátku v roce 2013.

Pro různé metody štíhlé výroby platí různý motiv, proč byly ve společnosti zavedeny. Všechny důvody nejde stoprocentně zobecnit. Nicméně hlavním důvodem je vyžadovaná efektivita hodnotového toku kvůli vysokým cenám vstupních komponentů a nutnost vysoké flexibility výroby kvůli vysoké variantnosti produkovaných typů. Z těchto důvodů byla

³¹ Vstřikovací nástroj vstřikuje horký nebo studený plast, gumu nebo hliník do předem připravené formy. Obštrikovací nástroj pak slouží k vytvoření dodatečné vrstvy toho materiálu např. pro těsnicí funkci. Anglickými ekvivalenty pro vstřikovací nástroj je injection moulding tool. Pro obštrikovací pak overmoulding tool.

zavedena výroba řízená tahem a Kanbanové okruhy. Druhým důvodem byly požadavky zákazníků na systematizaci a standardizaci produkce. Pro dodávání do automobilového průmyslu je podmiňující získání certifikátů ISO, VDA a nadstavbových certifikátů IATF. Jiné normy a certifikace poté vyžaduje asijský nebo americký trh. Tyto certifikáty zohledňují právě standardizaci a bezpečnost výroby. To bylo hlavním důvodem pro zavedení dalších nástrojů štíhlé výroby, jako například výrobních tabulí Heijunka, TPM přestávek, agilního změnového procesu, mapování hodnotového toku VSM nebo standardů pro bezpečnost práce 5S a systému interních auditů.

5. ZJIŠTĚNÍ SOUČASNÉHO STAVU A ÚPRAVA REÁLNÝCH DAT

Následující část práce bude zaměřena na shrnutí a popsání současných metod a nástrojů štihlé výroby, které se v podniku využívají. Dále pak na analýzu reálných dat, která byla získána ve společnosti. Data mají sloužit jako vstup analýzy a pomoci se zhodnocením efektivity využívaných nástrojů štihlé výroby. V případě, že bude odhalen potenciál ke zvýšení efektivity některého procesu, mají pomoci tento návrh definovat. Jak je již zmíněno v metodice, analyzována jsou data reálného vývoje hodnoty zásob. Zásoby jsou pro analýzu, ze všech parametrů štihlé výroby, vybrány, protože jsou dostatečně detailní, jednoznačné a dále využitelné v rámci statistiky. Výše zásob je také jednoznačně porovnatelná mezi jednotlivými výrobními projekty i mezi různými podniky.

5.1 Metody štihlé výroby, implementované ve společnosti

V této kapitole je nejprve uveden přehled implementovaných metod štihlé výroby a následně jsou jednotlivé metody detailně popsány.

5.1.1 Přehled implementovaných metod štihlé výroby

Tabulka č. 16 nabízí již zmíněný přehled metod štihlé výroby ve společnosti.

Tabulka 16: Přehled metod štihlé výroby implementovaných v analyzované společnosti

Pořadové číslo	Metoda
1	Výroba řízená tahem
2	Uspořádání výrobních linek do hodnotového toku VS (value stream)
3	Kanbanové okruhy (interní a externí)
4	Informační a plánovací tabule Heijunka
5	Výrobní nivelizace
6	Celkové výrobní údržby TPM
7	Cíl na minimální zásoby
8	Neustálé zlepšování
9	Mapování hodnotového toku VSM
10	Orientace na kvalitu
	-Metodika auditů 5S
	-Metodika analýzy a řešení problémů 8D a 5krát proč

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

5.1.2 Detailní popis jednotlivých metod

❖ Výroba řízená tahem

Jak je již zmíněno výše v kapitole o výrobních procesech, výrobní linky ve společnosti jsou řízeny tahem namísto řízení tlakem. Pro tento koncept je podmiňující uspořádání výrobních procesů do na sebe navazujících montážních a kontrolních stanovišť, která si mezi sebou plynule předávají požadované komponenty nebo polotovary, až po odvedení finálního výrobku. Také musí být informace o tom, co má být produkováno předávána od konce linky na její začátek. To je zde dáno spotřebou. Proto je uváděno, že je zde výroba tažena spotřebou.

V případě řízení tlakem je informace o požadované výrobě, tedy množství a typu finálního výrobku, předána na začátku linky. S touto informací je vyroben první polotovar, který se pak protlačí všemi stanovišti až na konec linky. Oproti tomu v principu tahu zadá disponent logistiky (plánovač) první informaci o objednavce výrobku pomocí kanbanových karet na konec linky. Tam začnou okamžitě vyrábět objednaný díl z pojistné zásoby polotovarů, které mají na pracovišti připravenou a zároveň předají informaci o spotřebované variantě polotovaru na předcházející pracoviště. Ti si změny na konkrétní variantu všimnou také díky spotřebované variantě polotovaru z pojistné zásoby. Stejně tak učiní postupně všechna pracoviště, protože je daný polotovar spotřebováván skrze celou linku. Nutné je ovšem mít vždy dostupné pojistné zásoby všech variant komponentů na pracovištích, aby z ní byl pokryt náběh na novou variantu. Jinak by celá linky čekala, dokud nebude polotovar vyroben.

Pokud je kanbanový okruh správně nastaven a stanoviště mají dostatečnou pojistnou zásobu komponentů, zkracuje reakci celé výroby, protože výroba finálního výrobku začíná okamžitě po obdržení objednávky od logistiky. Zatímco v principu tlaku by byl první kus změněné varianty vyprodukován až po čase, kdy by prošel celou montážní linkou. U složitých výrobků se může jednat o řadu hodin. Důležité pro princip tahu je také kvalitní logistické plánování (kanbanovými kartami), synchronizovaný takt všech výrobních stanovišť a

časté zásobování prvního stanoviště materiálem. Jinak hrozí časté zastavení výroby při seřizování výroby na jinou variantu výrobku³².

- ⇒ Výhody: Rychlá reakce na objednávku zákazníka, malé pojistné zásoby finálních výrobků.
- ⇒ Nevýhody: Nutné zásoby polotovarů na stanovištích, nutný synchronizovaný takt linky.

❖ Uspořádání výrobních linek do hodnotového toku VS (value stream)

Tato metoda štíhlé výroby těsně souvisí dalšími principy, které jsou popsány v rámci bodů zabývajících se principem tahu a kanbanovými okruhy. Cílem VS koncepce je logické uspořádání výroby takovým způsobem, aby na sebe jednotlivé výrobní procesy a stanice plynule navazovaly a byly mezi nimi jen minimální zásoby komponentů. Ty jsou nutné pro zachování plynulé výroby v případě neočekávaných technických problémů jedné stanice a pro kontinuální produkci při změně na jiný typ. Při změně na jiný typ výrobku bez pojistné zásoby odpovídajícího polotovaru musí poslední stanice vyslat požadavek na polotovar a ten musí projít celou linkou. Výroba nemůže začít, dokud není dodán. Pokud je pojistná zásoba, výroba začíná ihned po dokončení rozpracovaného typu.

Na jedné (vstupní) straně hodnotového toku je zásobování prvních stanic vstupními komponenty. Tato zásobovací místa jsou pravidelně doplňována interními milkruny (vozíky) v plastových boxech ze skladu podle objednávek výroby kanbanovými kartami. Tyto pozice bývají někdy označovány jako supermarkety, kvůli jejich uspořádání v paralelních regálech, čímž jsou podobné samoobslužným obchodům. Ze supermarketů jde materiál k jednotlivým stanicím, kde se vyrábějí první polotovary. Z nich jsou chronologicky předávány na další stanice a jsou k nim přidávány další komponenty. Tím vznikají polotovary vyšších řádů. Mezi jednotlivými stanicemi se nalézají jednotlivé pojistné zásoby polotovarů z předešlých stanic a další markety pro uskladnění vstupních komponent. Mezi výrobní stanice jsou také vloženy jednotlivé kontrolní stanice, které mají za úkol provádět základní funkční testování nebo měřit důležité rozměry podle výkresu nahraného do serveru a podle specifikace. Výstupem jsou finální výrobky, které jsou skladovány na paletách. Po naplnění

³² Změna na jiný produkovaný typ je také označována jako přeseřízení.

palet jsou palety zkontrolovány výstupní kvalitou a odvedeny do skladu finálních výrobků, kde čekají na transport k zákazníkovi.

Jedním z poznávacích znamení tohoto uspořádání je, že jednotlivé linky nemusejí být procesně oddělené. Například 5 procesně identických linek postavených paralelně vedle sebe, které mají každá nižší výrobní takt, než následující linky, zásobují jeden velký supermarket s polotovary pro následné 3 linky o vyšším taktu. Takto může být libovolné množství výrobních linek uspořádáno do jednoho společného hodnotového toku. Podmínkou jsou ale identické výrobky a srovnatelné souhrnné takty stejných druhů linek.

- ⇒ Výhody: Přehledné uspořádání výroby, flexibilita, minimum zásob, zastupitelnost linek.
- ⇒ Nevýhody: náročně na řízení a koordinaci disponenty logistiky, dlouhé technické prostoje.

❖ Kanbanové okruhy

Kanbanové okruhy jsou klíčové pro řízení výroby principem tahu, protože každá karta zastupuje materiál, který je objednaný zákazníkem (interním nebo externím) a obsahuje informaci o množství a typu materiálu, který má být do výroby vyskladněn. Kanban hotových výrobků pak informuje o tom, jaký finální výrobek byl zákazníkem objednaný nebo již vyzvednut ze skladu.

Kanbanové okruhy jsou ve společnosti uzavřené. To znamená, že karty stále obíhají celý okruh a jejich počet nebo typ se mění jen v případě velkých změn objemu nebo typu výroby. Primární kanbanové okruhy jsou ve společnosti 3. Vnitřní s kartami pro vstupní materiál – mezi výrobní linkou a meziskladem vstupního materiálu. Druhý vnitřní s kartami pro finální výrobky – mezi koncem výrobní linky a skladem finálních výrobků. A třetí externí s kartami pro oběh vstupního materiálu mezi centrálním skladem a meziskladem vstupního materiálu ve společnosti. Princip kanbanového okruhu je popsán v odborné literatuře i teoretické části diplomové práce. U všech 3 okruhů je princip identický a kanbanová karta vždy zastupuje, co bylo spotřebováno a co má být dodáno.

První impuls k nastartování výroby přijde od zákazníka nahráním objednávky do systému SAP. V návaznosti na to disponent logistiky obdrží objednávku od zákazníka do 3 hodin od odeslání v závislosti na systémech, kterými objednávka musí projít. Například ob-

jednávka na výrobek A v objemu 700 ks. Disponent poté umístí výrobní zakázku do systému SAP a 7 ks kanbanových karet (každá po 100 ks výrobků na paletě) do plánovací tabule na lince, která je umístěna na jejím konci. Tím je způsobeno, že výroba ihned, jakmile odvede výrobky na kanbanových kartách před touto novou kartou, začne výrobky vyrábět. Když je paleta vyrobena, umístí kanbanovou kartu na paletu a odvede ji do skladu, kde paleta čeká na odeslání zákazníkovi. Jakmile ji zákazník vyzvedne nebo přepravce odešle, vrátí se karta zpět k disponentovi a čeká na další objednávku od zákazníka.

Paralelně s tím, jak výroba produkuje objednané varianty výrobků, ze skladu pro výrobu ubývají komponenty, které do těchto typů náleží. Jakmile výroba spotřebuje jedno balení těchto komponentů, vezme materiálovou kanbanovou kartu, která byla na toto balení připevněna a odešle ji do centrálního skladu. Tam pracovníci zkontrolují, zda je tento materiál na centrálním skladu. Pokud ano, připevní ji na plné balení a odešlou na uskladnění do skladu výroby.

- ⇒ Výhody: Štíhlý interní tok materiálu, rychlá reakce na objednávku zákazníka, přehlednost toku.
- ⇒ Nevýhody: Nutná správa kanbanového oběhu a nutnost častého plánování výroby.

❖ Informační a plánovací tabule Heijunka³³

Koordinální a informační tabule Heijunka jsou jedním z důležitých nástrojů charakteristických pro štíhlou výrobu. Jedná se o velké digitální tabule, které graficky znázorňují denní výrobní plán a jeho plnění, informace o zásobách materiálu v úsecích a upozornění na aktuální kvalitativní problémy. Jsou na ně také přenášeny informace o aktuálně produkovaných typech na jednotlivých stanovištích tak, jak jsou objednána od následujících stanovišť. Údaje jsou pro přehlednost zobrazovány různými barvami a jasně pochopitelnými symboly. Například kvalitativní problémy při zastavení linky jsou charakterizovány červeným nápisem PORUCHA a velkým červeným symbolem STOP. Při zastavení výroby z důvodu logistického prostoje způsobeného nedostatkem materiálu v supermarketu pak nápisem CHYBÍ MATERIÁL a žlutým vykřičníkem. V případě plnění výrobního taktu linky a den-

³³ Tabule využívaná při řízení štíhlé výroby.

ního plánu je údaj zvýrazněn zeleně. Při zpoždění červeně. Tabule jsou online propojeny s daty na výrobním serveru.

Druhým typem využívaných tabulí Heijunka jsou analogové plánovací tabule na konci výroby. Slouží pro umístění tištěného výrobního plánu na dalších 7 dní a s plánovacími okénky pro umístění kanbanových karet od disponenta logistiky. Jedná se o plánovací tabule, které jsou zmíněny v kapitole pojednávající o systému Kanban. Tabule jsou umístěny na konci každého hodnotového toku linek a karty jsou do nich umísťovány disponentem logistiky na základě týdenního výrobního plánu, který je sestaven na základě zákaznických objednávek v SAP. Tabule obsahuje místo pro umístění grafického výrobního plánu na následující týden a časovou osu s okénky pro zasunutí karet. Časová osa pro karty je s přesností na hodiny a jednotlivé palety finálních výrobků. Týmový vedoucí výroby po vyrobení současné palety vyjme nejbližší kanbanovou kartu, a tím začne výrobu palety s tímto typem výrobku. Tím výroba vždy ví, jakými typy má po současné paletě pokračovat. Informační tabule kromě týdenního plánu a časové osy s kanbanovými kartami obsahuje také detailní grafy a statistiky výroby za poslední měsíc. Poslední část tabule je vyhrazena pro vyhodnocení procesu výrobní nivelizace, která je popsána v následujícím odstavci.

Oba typy tabulí jsou zásadní pro každodenní koordinaci výroby a její plynulý chod. Proto jsou pravidelně, většinou jednou měsíčně, podrobovány interním auditům a jsou týdně kontrolovány středními manažery výroby a logistiky. Odpovědnost za správnost informací na plánovacích tabulích a správnost výrobního plánu mají disponenti logistiky. Za správné následování tohoto krátkodobého výrobního plánu pak odpovídají týmští vedoucí daného výrobního oddělení.

- ⇒ Výhody: Okamžité a správné výrobní informace, přehledný denní a týdenní výrobní plán.
- ⇒ Nevýhody: Lidská chyba na straně logistiky způsobí produkci špatného typu výrobku.

❖ Výrobní nivelizace

Výrobní nivelizace je proces, který má za cíl snížit nutnost spěšné reakce celé výroby na krátkodobé změny zákaznických objednávek. S ohledem na výrobní kapacitu a flexibilitu výrobního procesu nejsou reakce na dlouhodobé změny zákaznických objednávek pro-

blémem. Dlouhodobé změny by znamenaly problém pouze při chybějící technické kapacitě. Tedy chybějících linek, strojích a nástrojích nebo lidských zdrojů. Nicméně krátkodobé výkyvy zákaznických objednávek způsobují velké problémy a ztráty produktivity, protože je nutné na ně reagovat v rozmezí jednotek hodin a měnit již naplánovanou produkci celých hodnotových toků. Proto musí disponenti logistiky i několikrát za den měnit výrobní plán, fyzická logistika musí měnit již objednané milkruny a speciální transporty a výroba musí seřadit produkci na jiný vyráběný typ zcela neplánovaně. To snižuje produktivitu, zvyšuje šanci na zpoždění dodávky k zákazníkovi, zvyšuje chybovost a celkově vede k plýtvání zdroji.

Proto byla do části výrobních oddělení zavedena výrobní nivelizace. To znamená vytvoření standardizovaného, v cyklech se stále opakujícího výrobního plánu, který nereaguje na krátkodobou volatilitu zákaznických objednávek. Zjednodušeně to znamená, že disponent logistiky na začátku období analyzuje zákaznické objednávky pro dané období a vytvoří stále se opakující výrobní plán, který na pokrytí všech zákaznických objednávek v daných intervalech stačí. Výroba tak vyrábí podle tohoto opakujícího se plánu, a pokud zákazník krátkodobě zvýší nebo sníží objednávku, není třeba ihned výrobní plán měnit. Je-li nivelizace správně nastavena, krátkodobá změna se ve výrobním plánu vůbec neprojeví a dodávka je vykryta z pojistné zásoby finálních výrobků na skladě.

To nicméně vyžaduje výrazně navýšené pojistné zásoby finálních výrobků na skladě a tím vyšší kapitál vázaný v zásobách a vyšší nákladovost. Podmínkou pro odpojení zákazníka od krátkodobého plánování výroby je, že výše pojistné zásoby musí vykryt většinu neplánovaných, krátkodobých změn objednávek. Přínosem pro společnost je, že díky odpojení produkce od krátkodobých změn plánu vzroste stabilita a plynulost výroby, sníží se riziko pozdního dodání k zákazníkovi i chybovost, která je způsobená rychle organizovanými změnami, často v noci a bez přítomnosti odpovědných technologů. Nivelizovaný plán může být přizpůsoben různě dlouhým časovým intervalům. Od nejvyššího stupně, odpovídající denní nivelizaci EP1, po nižší stupně týdenních a měsíčních plánů. Stejně tak se v závislosti na projektu a oddělení může lišit i výrobní dávky a povinnost dodržování pořadí jednotlivých výrobních dávek. Opakovat se v plánu standardně musí každý vyráběný vysokoobrátkový typ minimálně jednou za den nebo týden. Vyráběné množství a v některých případech pořadí může být odlišně dle potřeby. V nejvyšší formě nivelizace,

denní nivelizaci, musejí být všechny typy vyráběny každý den v týdnu a k tomu musejí být zachována i přesná pořadí výrobních dávek. Ačkoli je výrobní nivelizace v některých výrobních projektech jedné z divizí využívána, není tomu tak v případě námi analyzovaného projektu.

- ⇒ Výhody: Stabilita a standardizace výroby, snížení chybovosti, snížení rizika zpoždění dodávky.
- ⇒ Nevýhody: Zvýšení hodnoty zásob finálních výrobků a tím i vázaného kapitálu, administrativa.

❖ Celkové výrobní údržby TPM

Celková výrobní údržba je metodou, která byla ve společnosti implementována jako jedna z prvních metod štíhlé výroby. Spočívá v pravidelných, předem stanovených technických pauzách, na kterých se sejde celý výrobní a podpůrný tým, včetně technologů, vedoucích týmů, zástupce kvality a logistiky. Je provedena kontrola nastavení výrobních linek, kontrola supermarketů, tým je informován o současných kvalitativních a logistických tématech, výrobě vzorků a kapacitním pokrytí materiálem. Je také probírán krátkodobý a střednědobý výrobní plán a jeho plnění. Dále je také prováděna kontrola pohledových vzorků a uvolnění stanovišť. V neposlední řadě se jedná také o schůzku, na které mohou všichni podávat zlepšovací návrhy vedoucím týmů. Více o zlepšovacích návrzích nalezneme v kapitole o neustálém zlepšování.

- ⇒ Výhody: Pravidelná kontrola všech aktivit, zlepšovací návrhy, team-building.
- ⇒ Nevýhody: Ztrátový čas, který snižuje dlouhodobou produktivitu linky.

❖ Cíl na minimální zásoby

Jedná se o důležitý prvek štíhlé výroby, na který je také zaměřena analýza v praktické části této diplomové práce. Tlak na zásoby je důležitý z ohledu na množství kapitálu, který je v nich vázán. To má dopad na profitabilitu, flexibilitu, a tím konkurenceschopnost výroby. Faktury musejí být v daných termínech placeny a často musejí být kryty krátkodobými provozními úvěry. Vysoké zásoby také zpomalují změnový proces při náběhu nových komponentů a zvyšují kvalitativní riziko při nutném třídění a vyhledávání defektních výrobků.

Mezi zásoby, se kterými společnost pracuje, patří zásoby na cestě od dodavatelů, ať již naložené na lodi, vlaku, nákladním automobilu nebo letadle. Dále zásoby, které již byly

přijaty do centrálního skladu společnosti a čekají na vyskladnění do výroby. Zásoby, které jsou přijaty na sklad výroby přímo ve výrobní lokaci nebo jsou naložené na interní milkrun a teprve do něho míří. Dále pak zásoby v supermarketech jednotlivých výrob, které jsou připravené na převzetí na jednotlivá stanoviště, zásoby jednotlivých stanovišť, polotovary výroby a finální výrobky, které zatím nebyly zkompletovány na paletě. Poslední skupinou jsou finální výrobky, které již čekají ve skladu na vyskladnění a odeslání zákazníkovi. To je zohledněno v interních cílech na zásoby. Hranice, kdy zásoby vstupují do účetnictví a naopak z něj mizí, ovlivňuje cash-flow společnosti, protože data příjmu a předání ovlivňují data splatnosti faktur.

Přesné hranice, kdy je materiál již majetkem společnosti a je vykazován v zásobovacím hospodářství, závisí na smlouvách o přepravních podmínkách (INCOTERMS), které má společnost s jednotlivými dodavateli a zákazníky. Podle toho mohou vstupovat do majetku společnosti po naložení na auto přepravce mířícího do centrálního skladu, nebo až po přijetí ve skladu. Identickou logikou se pak řídí převzetí finálních výrobků zákazníkem. Buď palety s výrobky mizí z evidence naší společnosti ihned po naložení na auto přepravce mířícího k zákazníkovi, nebo jsou brány za majetek zákazníka až poté, co mu jsou doručeny do skladu.

Společnost má interně stanoveny velmi přísné cíle na hodnotu zásob. Tyto cíle jsou stanoveny ročním plánováním nadnárodního vedení koncernu a pro jednotlivé pobočky jsou závazné. Na úrovni jednotlivých závodů jsou pak tyto cíle rozděleny do jednotlivých měsíčních plánů pro každý výrobní projekt. I tyto cíle jsou pro vedení jednotlivých výrob závazné a odchylky musí být pravidelně obhajovány před vedením pobočky. Plánovaná odchylka od cílů na zásoby musí být předem schválena vedením společnosti. Výjimku z těchto cílů je možné vyjednat, ovšem jen na základě platných a akceptovatelných argumentů. Cíle na zásoby jsou pravidelně stanovovány a sledovány pro materiál na cestě, materiál na skladě, materiál a polotovary ve výrobě i finální výrobky k expedici.

Optimalizace zásob je pravidelně reportována vedení společnosti. Výkazy o plnění cílů. Zlepšení situace zásob je možné dosáhnout optimalizací balicího a objednacího množství materiálu, změnami přepravních podmínek INCOTERMS³⁴, zdokonalením plánování

³⁴ Mezinárodní přepravní podmínky.

výroby, zdokonalením komunikace objednávek se zákazníky nebo změnou vzdálených dodavatelů za lokální dodavatele.

Při zeštíhlování pokrytí výroby materiálem je nutné stále vzájemně porovnávat snížení nákladů oproti zvýšení rizika zastavení výroby z důvodu nedostatku materiálu. To je nazváno jako logistický prostoj. Stejná logika funguje i analogicky. Při vyšších zásobách jsou vyšší náklady ale vyšší logistická stabilita výroby.

⇒ Výhody: optimalizace zásob, pozitivní vliv a ziskovost a cash-flow.

⇒ Nevýhody: vyžaduje zkušený personál, riziko zastavení výroby kvůli výpadku dodávky materiálu.

❖ Neustálé zlepšování

Po vzoru japonského modelu Kaizen, kterým byl výrobní systém silně naší společnosti silně inspirován, je vedením dlouhodobě prosazováno neustálé zlepšování postupů a procesů. Kontinuální zlepšování je začleněno v procesech všech úrovní společnosti, od liniového montážního operátora až po ředitele společnosti.

Zlepšování má mnoho forem a závisí na tom, jaké oddělení se jím zabývá. Pokud při rozboru vyjdeme z nejnižších pater hierarchie výroby, jednotliví montážní operátoři mohou každý den při týmových poradách nebo TPM vznášet zlepšovací návrhy. Ty se primárně vztahují k jejich rutinním aktivitám na lince, protože v nich mají zkušenost. Příkladem může být umístění strojů v lince, pozice marketu se vstupním materiálem nebo ergonomie a bezpečnost na pracovišti. Tyto zlepšovací návrhy jsou pak pravidelně komunikovány na vedení výroby a případně i vedení závodu. Za každý implementovaný zlepšovací návrh dostává zaměstnanec finanční prémii ke mzdě a nejlepší pozměňovací návrh daného roku je odměněn velkým nepeněžním darem. Technický či kancelářský zaměstnanec volí analogický postup. Pokud ve svém okolí vidí potenciál ke zlepšení, oznámí to svému přímému nadřízenému nebo HRL oddělení a pokud je zlepšovací návrh implementován, obdrží prémii.

Dlouhodobější a více náročné zlepšování pochází od specializovaných zlepšovacích týmů, které vedou oddělení vývoje, kvality nebo výroby. Jedná se o postupný, dlouhodobý zlepšovací proces zaměřený na technické vybavení výroby nebo laboratoří, typy využívaných materiálů, bezpečnostní opatření nebo například ekologické obalové materiály a designové změny na výrobcích. To vyžaduje standardizovaný změnový proces, který podléhá

schvalování mnoha vnitřních struktur i externích zákazníků. Iniciátorem může být tým i jedna osoba. Změnu pak připravuje tým složený ze všech adekvátních oddělení pod vedením změnového manažera. Zavedení těchto změn trvá v průměru 1-2 roky, podle obtížnosti a nároků na testování a vyžaduje investice v řádech stovek tisíc až milionů eur. Hlavními cíli těchto změnových procesů jsou pak úsporná opatření, bezpečnostní opatření, nové výrobní projekty, relokace dodavatelů pro optimalizaci logistického řetězce nebo kvalitativní opatření proti kvalitativnímu riziku v konstrukci výrobku.

Kratší a méně standardizované projekty směřující ke zlepšení interních procesů pravidelně realizují i další oddělení. Příkladem mohou být oddělení HRL při zlepšování nepězných podmínek zaměstnancům a programech stáží, oddělení logistiky při změnách interního balení a optimalizaci toku zásob, oddělení kvality při analyzování a předcházení zákaznickým reklamacím. Vedení společnosti pak všechny navrhované návrhy schvaluje a připravuje například návrhy nových výrobních projektů, které budou na pobočku přesunuty z centrálního vývoje v Německu. Nadnárodní vedení koncernu také jedenkrát za rok pořádá velký mezinárodní projekt Lean (Zeštíhlení), který má za cíl najít procesy na pobočkách, které je možné optimalizovat a zeštíhlit. Část pravidelných zlepšení pochází i odtud.

- ⇒ Výhody: Zahnutí celé struktury do zlepšování, úspory nákladů, předcházení chybám.
- ⇒ Nevýhody: Některé zavedená zlepšení zvyšují náklady a nemají měřitelný užitek.

❖ Mapování hodnotového toku VSM

V rámci procesního řízení společnosti identifikuje každé adekvátní oddělení všechny procesy, nástroje a partnery, se kterými přichází do styku. Vedení společnosti nebo oddělení controllingu pak z těchto informací tvoří komplexní hodnotové mapy, ve kterých je analyzována přidaná hodnota, kterou jednotlivé procesy tvoří. Jednak jsou to procesy, které se přímo podílejí na přidané hodnotě, dále procesy, které ji nepřinášejí, ale jsou pro fungování nutné a naposled i procesy, které vyžadují optimalizaci nebo mohou být bez negativního dopadu ukončeny. To přispívá k pravidelnému zeštíhlování procesů a pomáhá společnosti se vyhnout přehnané administrativě, která zpomaluje všechny aktivity a zvyšuje nákladovost.

Externí hodnotový tok analyzují oddělení kvality a logistiky. Jedná se primárně o tok zásob a výrobků, dodavatelské kvóty, marže a další data. Cílem mapování hodnotového toku, interně i externě, je zaměřit se na procesy, které vytvářejí pro společnost a pro zákazníky přidanou hodnotu a naopak zeštíhlit nebo zrušit aktivity bez přidané hodnoty. Procesní mapování také pomáhá odhalit kritické, tedy nejpomalejší, nebo nejdelší cesty hodnotových toků.

- ⇒ Výhody: jasné procesy, zeštíhlení a optimalizace procesů, analýza kritické cesty,
- ⇒ Nevýhody: analýza je náročné na lidské zdroje.

❖ Orientace na kvalitu

Protože je výroba ve společnosti primárně zaměřena na dodávky pro automobilový průmysl, je nutné dodržování vysokých standardů kvality a cíl na nejnižší možný počet reklamací. Tedy jak reklamace z nuly kilometrů (defektní díly odhalené ještě ve výrobě u zákazníka), tak pro reklamace z pole (defekty nalezené již v reálném provozu). Při nalezení defektního dílu vstupního komponentu nebo finálního produktu musí následovat třízení celé zásoby a hledání dalších, potenciálně defektních dílů nebo výrobků. To je dáno nutností ochrany zákazníků, které je zakotvené v normách ISO, IATF i VDA. K tomu jsou velmi nápomocné principy štíhlé výroby, hlavně pak minimální zásoby. Čím méně zásob vstupních komponentů i finálních výrobků společnost vlastní, tím snazší třídění a odhalení všech defektů.

Ke kvalitě směřuje i koncepce neustálého zlepšování a standardizace procesu výrobní nivelizací. Jako dodatečné nástroje kvality jsou ve společnosti využívány například nástroje pro analýzu problému a následné okamžité a dlouhodobé opatření 8D.

Dalším nástrojem jsou interní audity 5S, které se zaměřují na standardizaci každého pracovního prostředí, jak kanceláře, tak výrobních stanovišť. Cílem tohoto auditu je čistota, přehlednost a ergonomie pracoviště, která vede k minimalizaci úrazů a zmetkovosti.

Posledním zde zmíněným nástrojem kvality je metoda analýzy kořenu problému Pět-krát proč. Tato metoda, která spočívá v pěti po sobě jdoucích a stále hlubších zjištěních, proč došlo ke konkrétnímu problému. Cílem je zjistit primární příčinu problému, na kterou následně zpracovat 8D report.

- ⇒ Výhody: maximální kvalita, snížení nákladů za reklamace a třídění.

⇒ Nevýhody: Nebylo odhaleno.

❖ Shrnutí štíhlých metod, využívaných ve společnosti

V diplomové práci jsou uvedeny pouze principy štíhlého podnikání a dalších směrů, které jsou zaměřeny na štíhlost a efektivitu nakládání s podnikovými zdroji, které jsou v současné době využívány. V průběhu času jsou nové principy a nástroje ve společnosti pravidelně implementovány nebo alespoň testovány. Naopak v případě, že některé metody neplní svou funkci nebo cíle, jsou zrušeny a nahrazeny efektivnějšími metodami. Organizace celé společnosti je v tomto ohledu velmi agilní a ochotna přijímat nové procesy. Tlak na efektivní procesy a využívání nových poznatků v rámci podnikání přichází jak ze strany nadnárodního vedení společnosti, tak ze strany oddělení lidských zdrojů. Dle mého názoru je společnost v tomto ohledu na špičkové úrovni jak z lokální, tak globální perspektivy.

Jak je již zmíněno v úvodu práce a v metodice, analýza byla plně zaměřena na zásoby, protože se jedná o významný faktor při zkoumání, zda společnost plní požadavky štíhlé výroby a štíhlého podnikání. Pro společnost se jedná o klíčový ukazatel z důvodu nákladů na držbu zásob. Navíc v případě zastavení výroby z důvodu nedostatku materiálu hrozí ztráta produktivity a sankce ze strany zákazníků za prodlení dodávky. Data za zásoby jsou díky vysoké četnosti denního měření a své exaktnosti pro analýzu vhodná. Díky znalosti objemu výroby, referenčních vstupních cen komponentů i zákaznických objednávek je také možné zkonstruovat scénáře, simulující štíhlou výrobu. Zhodnocení efektivity využívaných nástrojů štíhlé výrobě na základě výsledků této analýzy je hlavním cílem diplomové práce.

5.2 Dlouhodobý produkční plán a vývoj reálného objemu výroby

V tabulce č. 17 je zobrazen dlouhodobý plán analyzovaného výrobního projektu na pololetní bázi. Zobrazuje růst projektu od roku 2015 do konce roku 2018. Jak bylo vysvětleno během strukturovaného rozhovoru s pracovníkem logistiky, růst zásob je silně spojen s růstem objemu výroby, protože při vyšší denní produkci je nutné disponovat vyšším objemem všech forem zásob. Jak zásob na cestě od dodavatelů, zásob materiálu na skladě, materiálu ve výrobě, polotovarů i finálních výrobků, připravených k expedici zákazníkovi.

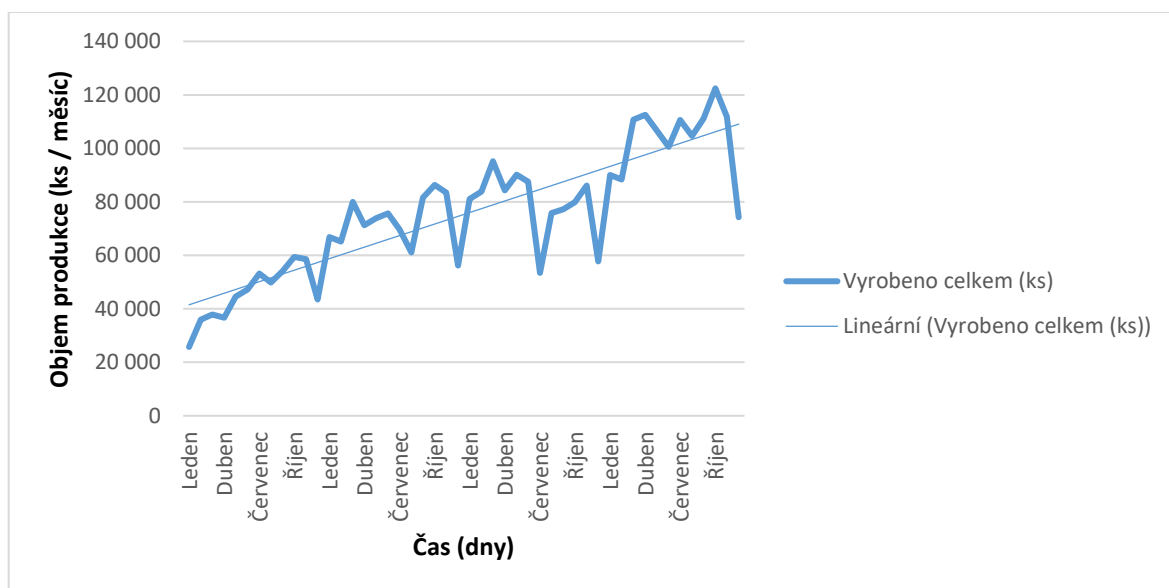
Tabulka 17: Dlouhodobý výrobní plán

Projekt A dlouhodobý výrobní plán								
Pololetí	2015/1	2015/2	2016/1	2016/2	2017/1	2017/2	2018/1	2018/2
Suma	164 885	164 007	213 028	219 675	278 043	295 050	285 363	329 582
Týdenní průměrná výroba	6 342	6 308	8 193	8 449	10 694	11 348	10 975	12 676
Denní průměrná výroba	906	901	1 170	1 207	1 528	1 621	1 568	1 811

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Jak je patrné z výrobního plánu, jedná se o rostoucí projekt, který se během sledovaných let svým objemem zdvojnásobil. Efekt rostoucích zásob materiálu z důvodu růstu objemu produkce byl v analýze zohledněn. Výsledné trendy byly o tento efekt očištěny. Graf č. 1 zobrazuje, jak se nezávisle na plánu vyvíjel skutečný objem produkce.

Graf 1: Reálný objem produkce



Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Objem produkce v průběhu sledovaného období celkově roste. Na počátku roku 2015 je měsíční produkce na úrovni 25,7 tis. ks / měsíc. V maximu měřeném v říjnu 2018 pak až na úrovni 122,4 tis. ks / měsíc. V průběhu má výroba okolo čtyř lokálních minim. Celkový aritmetický průměr za všechna sledovaná období je 75,2 tis. ks / měsíc.

5.3 Vývoj reálných dat zásob a interního plánu na zásoby

Důležitým zdrojem dat pro analýzu byla detailní denní data zásob. Zpracování dat a popis zdrojů je více popsán v metodice diplomové práce. Tabulka č. 18 zobrazuje průměrné hod-

noty a směrodatné odchylky zásob za všechna sledovaná období. V tabulce je také zobrazen průměrný plán, který měl být dosažen. Analýza byla primárně zaměřena na vstupní materiál na skladě.

Tabulka 18: Průměrné hodnoty materiálu na skladě (realita)

Projekt A - zásoby výroby (upravené koeficientem)				
	Vstupní materiál na skladě (realita, Kč)	Vstupní materiál na skladě (plán, Kč)	Materiál na cestě (realita, Kč)	Vstupní materiál celkem. Sklad + transport. (realita, Kč)
Denní průměr	49 502 735	44 545 119	16 664 306	66 167 041
Směrodatná odchylka	10 712 730	6 946 186	11 746 482	16 109 828

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Jak vyplývá z průměrných hodnot zásob, nebyl interní plán na zásoby v průměru všech sledovaných období o 5 mil. Kč splněn. Těchto 5 mil. Kč odpovídá průměrnému odchýlení od plánu o 11 %. Tento cíl na zásoby a jeho potenciální nesplnění má vztah negativní dopad na náklady podniku. Zaprvé na finanční stav společnosti kvůli pasivům, kterými jsou tyto zásoby kryty a také cash-flow kvůli krátké splatnosti dodavatelských faktur. Směrodatná odchylka je 10,7 mil. Kč, tedy 21 %. Právě na minimalizaci krátkodobých výkyvů v zásobách je zaměřeno doporučení na konci této diplomové práce.

Dalšími analyzovanými souborem dat je obdobný vývoj zásob rozpracované výroby, tedy polotovarů a zásoby finálních výrobků k expedici. V tabulce č. 19 je vždy zobrazen reálný průměr a směrodatná odchylka skutečně měřených dat oproti internímu plánu.

Tabulka 19: Průměrné hodnoty všech typů zásob (realita)

Projekt A - zásoby výroby (upravené koeficientem)						
	Zásoby rozpracované výroby (realita, Kč)	Zásoby rozpracované výroby (plán, Kč)	Zásoby finálních produktů (realita, Kč)	Zásoby finálních produktů (plán, Kč)	Celkové zásoby ve všech formách (realita, Kč)	Celkové zásoby ve všech formách (plán, Kč)
Denní průměr	4 705 022	3 911 440	19 372 910	18 331 714	90 244 973	66 788 274
Směrodatná odchylka	3 176 473	940 448	10 605 087	8 393 204	20 083 514	13 263 786

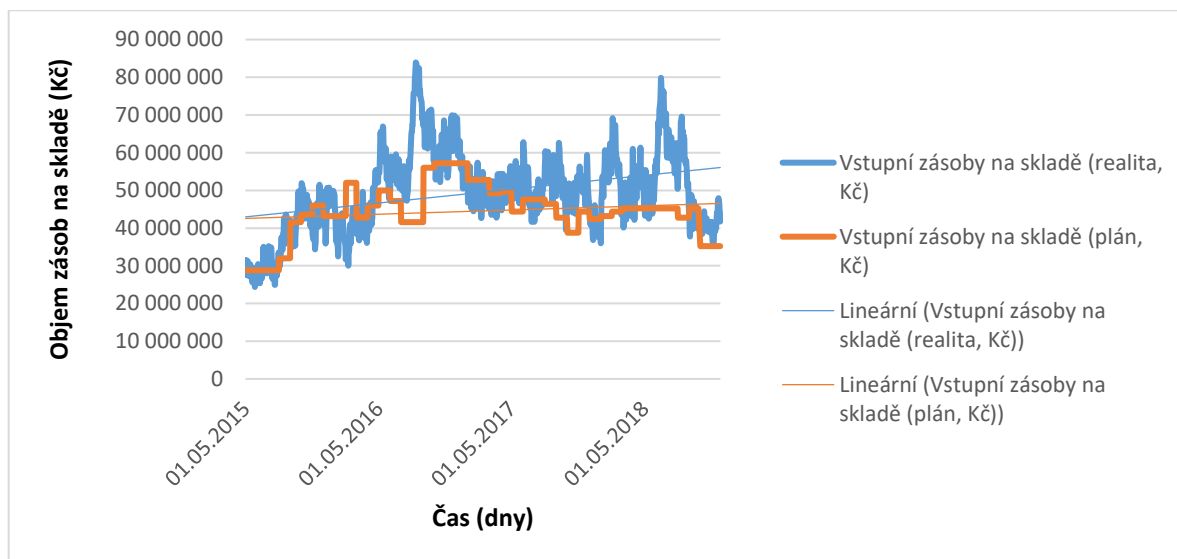
Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Interní plán není ani v jednom případě zcela splněn. V případě polotovarů jde o průměrnou odchylku oproti plánu o 17 %. U zásob finálních produktů je reálné plnění nejbližší internímu cíli ze všech sledovaných druhů zásob. Průměrná odchylka od cíle je jen 5,4 %. Objem těchto zásob má výrazně nižší hodnotu, než v případě materiálu na skladě, proto již nejsou dále analyzovány a slouží pouze pro úplnost výsledků. V pravé části tabulky je zobrazen

celkový součet všech druhů analyzovaných zásob v porovnání s plánem. Celkové reálné zásoby mají průměrnou hodnotu 90,2 mil Kč se směrodatnou odchylkou dat oproti plánu 22 %. V rámci všech zásob byl tento plán 66,7 mil. Kč.

Graf č. 2 zobrazuje denní vývoj materiálu na skladě v porovnání s plánem. Do grafu jsou vloženy křivky lineárního trendu pro snazší orientaci v průběhu hodnot.

Graf 2: Srovnání vývoje reálného materiálu na skladě a interního plánu

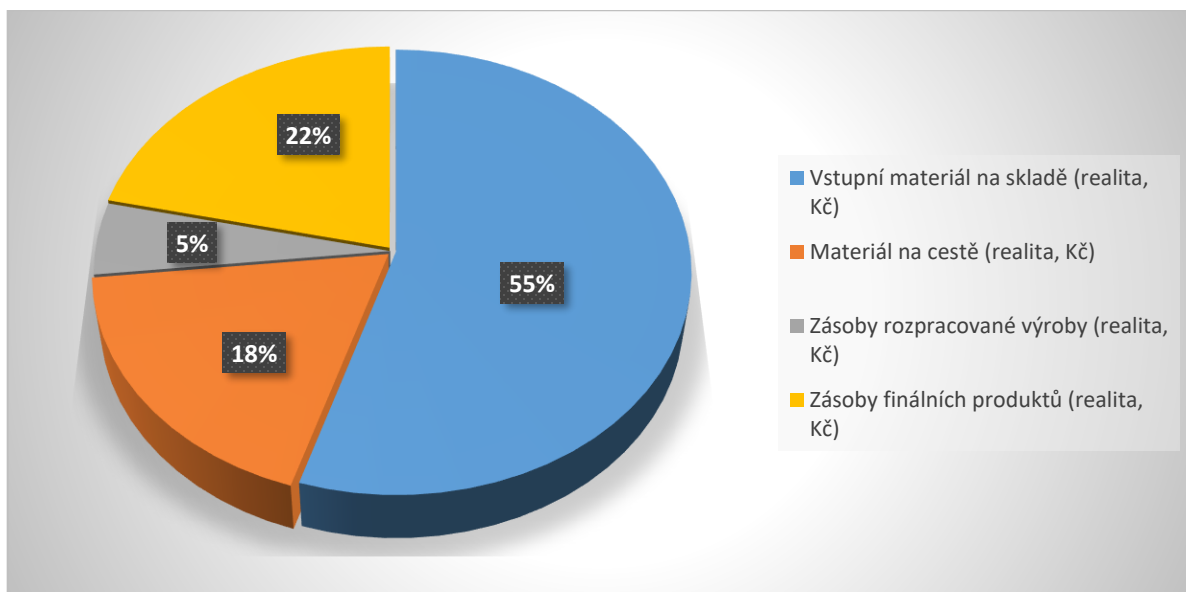


Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Na datech si můžeme povšimnout značných výkyvů s minimem na začátku sledovaných období v roce 2015 a s maximy ve druhé polovině roku 2016 a druhé polovině roku 2018. Maximum interního plánu je pak na konci roku 2016. Jak je již patrné ze směrodatné odchylky, mají reálná data větší volatilitu. Interní plán má poté stabilnější průběh. Lineární spojnice trendů pak značí, že růst reálných zásob na skladě má rychlejší růst než je tomu v případě interního plánu.

Graf č. 3 zobrazuje procentuální zastoupení jednotlivých druhů zásob v jejich celkovém objemu. Graf je začleněn pro ověření, zda jsou zásoby materiálu na skladě typem zásob s nejvyšší hodnotou a zda je adekvátní pokračovat právě s jejich detailní analýzou.

Graf 3: Podíl jednotlivých druhů zásob v celkových zásobách

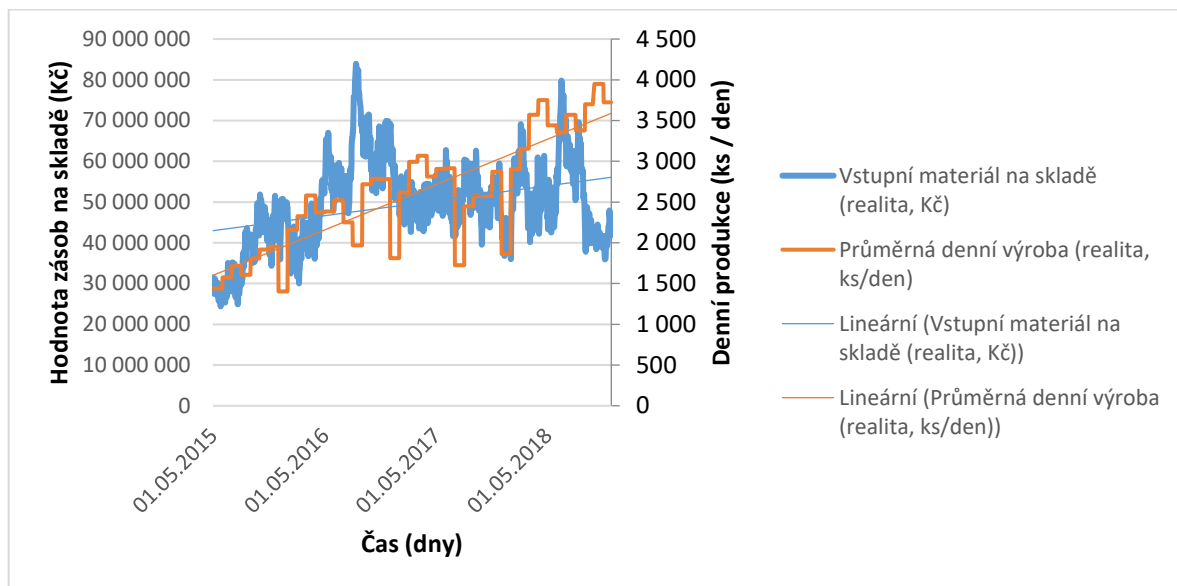


Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Jak z grafu vyplývá, zásoby materiálu na skladě dlouhodobě tvoří 55 % celkového objemu zásob, a je proto vhodné se jim v analýze blíže věnovat. Druhý největší finanční objem zásob tvoří zásoby finálních výrobků k expedici s 22 % a materiál na cestě s 18 %. Výrazně nejnižší hodnotu mají pak polotovary ve výrobě.

Poslední vyhodnoceným grafem v první části analýzy je vzájemné srovnání vývoje výroby s reálným průběhem objemu materiálu na skladě. Toto vyhodnocení můžeme najít v grafu č. 4.

Graf 4: Srovnání reálného objemu materiálu na skladě oproti vývoji objemu denní produkce



Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Až na výkyvy, které jsou spojené se sezónností a na propad zásob na konci roku 2018 jsou obě veličiny rostoucí. Oba ukazatele mají vysokou volatilitu hodnot. Jak je vidět z průběhu lineárních křivek trendů, jak u zásob, tak produkce, roste produkce rychlejším tempem než zásoby. S ohledem na nákladnost držby zásob se jedná o pozitivní ukazatel.

6. VÝSLEDKY VLASTNÍ ANALÝZY A STANOVENÍ DOPORUČENÍ

Ve výsledkové části jsou prezentovány kompletní výsledky analýzy, která je popsána v metodice. Výsledky jsou primárně zobrazeny v podobě souhrnných tabulek s průměrnými hodnotami a součty za sledovaná období nebo v podobě čtvrtletních koeficientů. Cílem je přehledně prezentovat výsledky analýzy. Přiložena je i řada grafů pro vyhodnocení vývoje dat.

V první části kapitoly jsou předložena výsledná data scénáře 1 a 2, které simulují chování zcela štíhlé výroby. Následuje pak výsledné srovnání všech souborů dat, na základě kterého je zhodnocen výsledek hlavního cíle diplomové práce.

V poslední části kapitoly je prezentován návrh zlepšení využitých metod s cílem optimalizace současného stavu štíhlé výroby. Tímto navrhovaným prvkem je denní nivelizační plán, který má přispět k vyšší stabilitě plánování výroby a pomoci odstranit nežádoucí krátkodobé výkyvy hodnoty zásob, které jsou snadno rozpoznatelné v průběhu hodnoty zásob. Zavedení denního nivelizovaného plánu může mít kladný dopad na hodnotu zásob díky vyšší stabilitě zásobování a tím přesnější kontrole objemu zásob na skladě.

6.1 Scénář 1: Zcela štíhlá výroba bez pojistných zásob

Jak je již popsáno v metodice, tento scénář má za cíl simulovat vývoj zásob v případě, že by společnost neměla žádný blokovaný materiál, žádné pojistné zásoby ani neplánovanou nadbytečnou zásobu materiálu. Pouze vstupní materiál v hodnotě dostačující na pokrytí výroby daného dne. Jedná se tedy o zjednodušený scénář dokonale štíhlé výroby sloužící k následnému srovnání s reálným vývojem zásob. Toto srovnání má sloužit jako poklad k zhodnocení, zda je možné řízení zásob ve společnosti možné považovat za štíhlé.

Hodnoty reálné měsíční produkce byly již prezentovány v předcházející kapitole. Tato data jsou využita pro vytvoření tohoto scénáře. Druhým vstupním souborem dat jsou ceny vstupních materiálů na jeden kus finálního výrobku. Suma všech komponentů na jeden kus výrobku je pro každý rok vypočtena v tabulce č. 20.

Tabulka 20: Vývoj ročních referenčních cen vstupních materiálů na jeden kus výrobku

Souhrnná cena vstupních komponentů na jednotku finálního produktu		
Rok	Referenční cena vstupních materiálů (Kč/ks)	Vývoj referenční ceny oproti minulému období (%)
2015	1 231	+0
2016	1 263	+2,57
2017	1 280	+1,37
2018	1 292	+0,95

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Jak z přehledu vyplývá, cena každý sledovaný rok roste. Pohyby vstupních cen nejsou vysoké. Největší růst cen vstupů nastal mezi lety 2015 a 2016, kdy průměrná cenová úroveň vstupů rostla meziročně o 2,57 %. Průměrný meziroční růst cen vstupů za všechny sledované roky je pak 1,22 %.

Po vynásobení průměrné denní produkce referenčními cenami všech vstupů na jednotku výrobku, dostaneme vývoj zásob scénáře 1. Tabulka č. 21 dává informaci o denním průměru takto simulovaných zásob a jejich směrodatné odchylce.

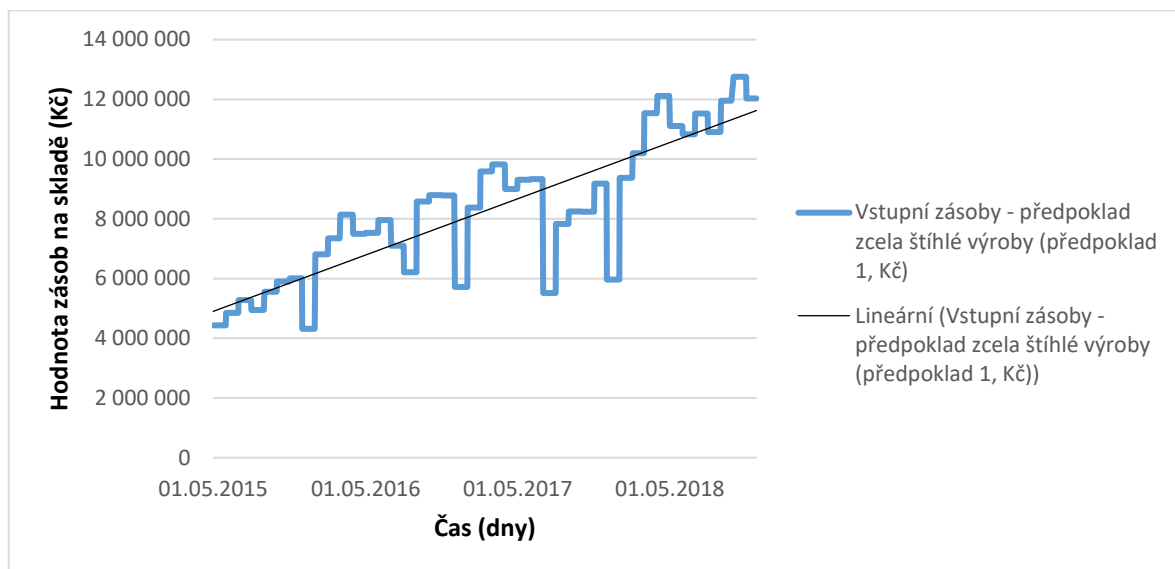
Tabulka 21: Scénář 1: denní průměry a odchylky materiálu na skladě

Zásoby materiálu na skladě - Scénář 1 (scénář zcela štíhlé výroby)	
	Vstupní zásoby - scénář zcela štíhlé výroby (scénář 1, Kč)
Denní průměr	8 252 485
Směrodatná odchylka	2 296 482

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Průměrná hodnota materiálu na skladě v tomto scénáři by byla 8,3 mil. Kč se směrodatnou odchylkou 2,3 mil. Kč. Graf č. 5 zobrazuje průběh takto simulovaných zásob pro všechna sledovaná období.

Graf 5: Scénář 1: Absolutně štíhlá výroba (vývoj materiálu na skladě)



Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

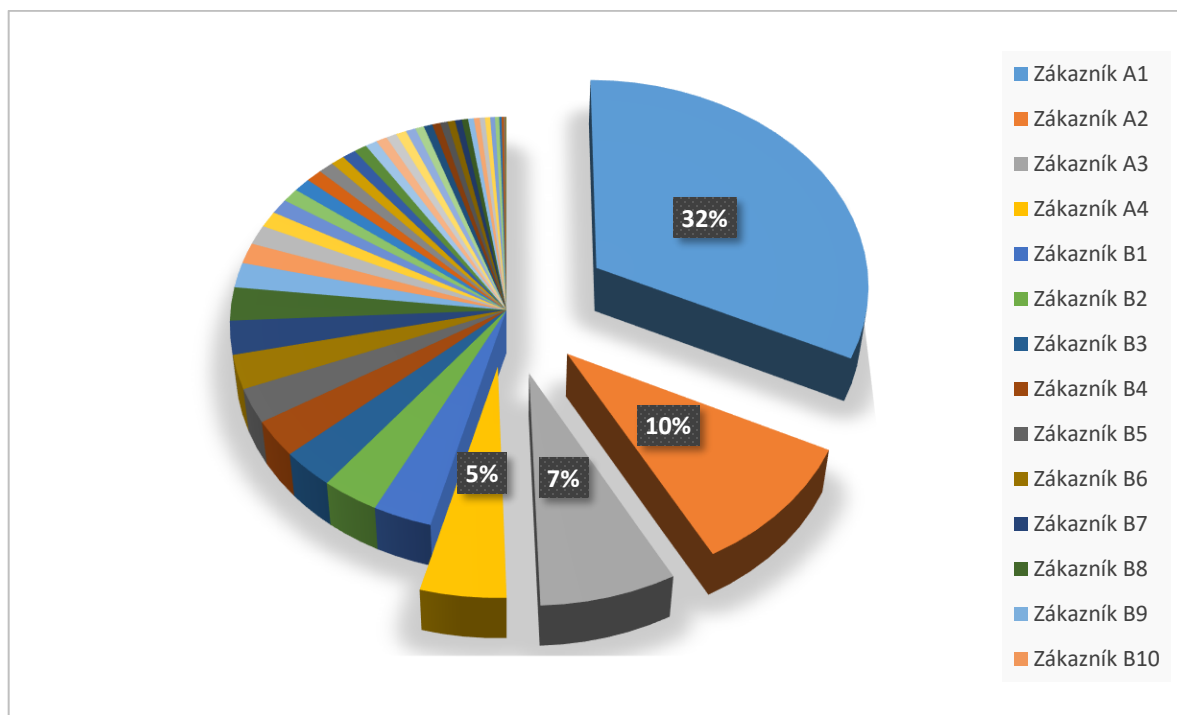
Hodnota materiálu na skladě v tomto scénáři začíná v roce 2015 na úrovni 4,4 mil. Kč a v závislosti na úrovni denní produkce má maximum na konci roku 2018 na hodnotě 12,0 mil. Kč. Tento scénář je detailně srovnán s ostatními soubory dat v souhrnné části této kapitoly, která je na vzájemné srovnání zaměřena.

6.2 Scénář 2: Štíhlá výroba rozšířená o pojistnou zásobu pro pokrytí volatility zákaznických objednávek

Nejnižší možné zásoby nejsou vždy primárním cílem výrobního podniku. Proto je cílem druhého scénáře modifikovat první scénář takovým způsobem, aby se více přiblížil řízení zásob v reálné situaci. Toto je, jak je popsáno v metodice, dosaženo rozšířením zásoby vstupního materiálu o množství, které je dostatečné k vykrytí neočekávaných, krátkodobých změn zákaznických objednávek. Důvodem pro navýšení skladových zásob je, že v reálné situaci zasahuje do řízení mnoho různých proměnných, které společnost nedokáže předvídat a při plánování zásob se před nimi chce chránit. Druhým důvodem jsou pak vysoké náklady při zastavení výroby z důvodu chybějícího materiálu a vysoké smluvní sankce ze strany zákazníků v případě pozdního dodání objednaného množství výrobků. Právě před posledním zmíněným rizikem se společnost může chránit vytvořením těchto dodatečných pojistných zásob.

V první fázi je provedena ABC analýza z dlouhodobého plánu objednávek tak, aby byli určeni A-zákazníci se zásadním objemem objednávek. Graf č. 6 ukazuje výsledky kompletního srovnání všech zákazníků podle jejich dlouhodobých plánů objednávek.

Graf 6: Scénář 2: zákaznická ABC analýza dle dlouhodobého objednávkového plánu



Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Jak vyplývá z grafu, 4 zákazníci mají významný, více jak 50 % podíl na celkové výši dlouhodobých objednávek. Ostatní zákazníci mají již velmi malé podíly v řádech jednotek až desetin procent. V tabulce č. 22 je zjednodušený přehled této ABC analýzy a celkové objemy A-zákazníků.

Tabulka 22: Scénář 2: souhrn ABC analýzy

Zákaznická ABC analýza dle dlouhodobého objemu plánovaných objednávek			
Zákazník	Součet zákazník (Kč)	Dlouhodobý podíl na objemu (%)	Výsledná ABC analýza (A/B/C)
Zákazník 1	1 258 720	32,20	A
Zákazník 2	388 800	9,95	A
Zákazník 3	287 520	7,36	A
Zákazník 4	180 708	4,62	A
Zákazník 5	126 798	3,24	B
Zákazník 6	123 760	3,17	B
Zákazník 7-22	x	x	B
Zákazník 23-51	x	x	C
Suma všech zákazníků			3 909 019

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Jak z ABC analýzy vyplývá, zásadní vliv mají objednávky čtyř A-zákazníků s celkovým podílem na celkových objednávkách od 32 % do 4,6 %. Na tyto čtyři A-zákazníky je dále zaměřena analýza krátkodobé volatility objednávek. Cílem je určit, o kolik procent se mohou jejich objednávky krátkodobě změnit. Tato volatilita bude následně aplikována na celý objem zásob na skladě.

Není metodicky vhodné stanovovat krátkodobou volatilitu zákaznických objednávek z dlouhodobých projektových plánů, které byly využity k ABC analýze. Zprvce na dlouhodobých datech nejsou krátkodobé výkyvy objednávek patrné. V této diplomové práci nejsou řešeny opatření pro dlouhodobou kapacitu, ale pouze reakce na krátkodobé výkyvy.

Z toho důvodu byly krátkodobé objednávkové plány ze systému SAP. Data byla analyzována ve třech po sobě následujících týdenních plánech. Každý plán obsahoval objednávky na následujících 48 týdnů na denní bázi. Postup je dále popsán v metodice práce. Kompletní data nebylo možné kvůli rozsahu v práci publikovat, proto přikládám souhrnné vyhodnocení v tabulce č. 23.

Tabulka 23: Scénář 2: souhrn krátkodobého objednávkového plánu A-zákazníků

Vyhodnocení krátkodobého objednávkového plánu A-zákazníků						
	Datum výrobního plánu: 31.05.2018		Datum výrobního plánu: 07.06.2018		Datum výrobního plánu: 14.06.2018	
	Směrodatná odchylna (ks)	Průměrná týdenní objednávka (ks)	Směrodatná odchylna (ks)	Průměrná týdenní objednávka (ks)	Směrodatná odchylna (ks)	Průměrná týdenní objednávka (ks)
Zákazník A1	3 695	6 569	2 630	8 417	2 854	8 586
Zákazník A2	967	1 124	993	1 152	668	1 162
Zákazník A3	1 343	1 882	1 323	2 075	1 387	2 090
Zákazník A4	1 114	1 348	1 068	1 353	1 075	1 350

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Tabulka zobrazuje pro každého zákazníka průměrné týdenní objednávky a jejich směrodatnou odchylnu oproti minulému objednávkovému plánu. Jak je z dat zřejmé, průměrné objednávky i směrodatné odchylky mezi jednotlivými týdny se výrazně mění s každým nově aktualizovaným plánem. Na tyto odchylky musí společnost velmi rychle, v rámci hodin nebo dnů reagovat a přizpůsobovat objednávkové plány k dodavatelům, transporty i výrobní plány. Proto je cílem vytvořit pojistnou zásobu k jejich vykrytí.

V druhém kroku byly vypočteny procentuální změny objemů pro každý konkrétní týden. Ty již vyjadřují skutečné pohyby objemů mezi jednotlivými týdny, na které společnost musí reagovat. Část těchto dat je zobrazena v tabulce č. 24.

Tabulka 24: Scénář 2: procentuální volatilita krátkodobých objednávek A-zákazníků

Procentuální změny objednávaných objemů pro jednotlivé kalendářní týdny							
	Červen	Červen / Červenec	Červenec	Červenec	Červenec	Červenec	Červenec / Srpen
Zákazník A1	2,28 %	9,30 %	36,00 %	25,49 %	1,00 %	9,22 %	15,61 %
Zákazník A2	17,52 %	4,17 %	14,43 %	15,26 %	22,23 %	100,00 %	100,00 %
Zákazník A3	7,05 %	3,35 %	13,68 %	3,54 %	100,00 %	6,31 %	5,12 %
Zákazník A4	17,05 %	11,46 %	5,42 %	10,71 %	120,23 %	19,94 %	38,61 %

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Většina odchylek v kompletních datech je mezi 15 % a 30 %. Výjimkami nejsou ale i 100 % změny. To může znamenat, že zákazník v minulém přehledu neplánoval žádné množství nebo naopak plánoval odběr, který zcela zrušil nebo přesunul na jiný týden. Při výpočtu

dodatečné zásob se právě na tyto změny zaměřujeme. Tabulka č. 25 zobrazuje již celkové součty všech odchylek za všechny vyhodnocované týdny.

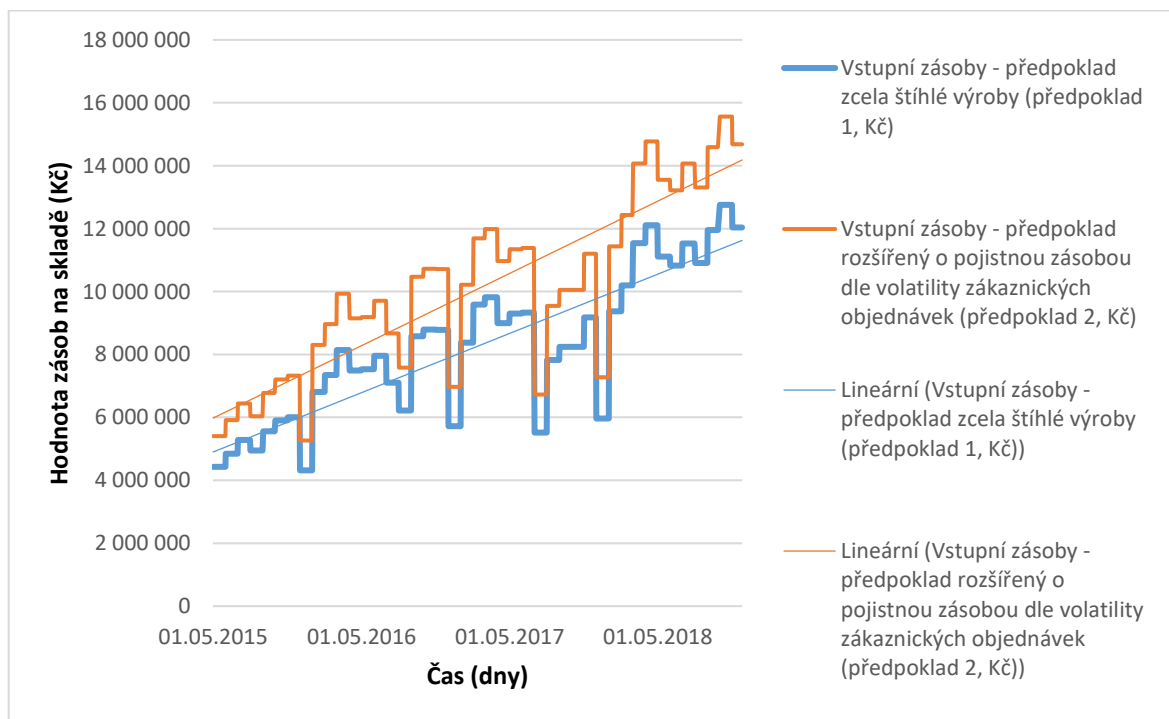
Tabulka 25: Scénář 2: Celkové vyhodnocení volatility objednávek A-zákazníků

Celková průměrná volatilita krátkodobých objednávek A-zákazníků	
Zákazník A1	22,74 %
Zákazník A2	32,91 %
Zákazník A3	6,99 %
Zákazník A4	27,92 %
Průměr všech A-zákazníků	22,64 %

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

V tabulce nalezneme průměrné odchylky každého A-zákazníka, stejně jako celkový součet těchto odchylek pro všechny z nich. Tento součet je 22 % a představuje průměrnou krátkodobou nestabilitu objednávek, na kterou by se podnik měl připravit vybudováním dodatečné pojistné zásoby materiálu na skladě. Výsledné zhodnocení obou scénářů je prezentováno v následující části kapitoly, kde jsou také detailně porovnány s reálně měřenými daty a interním plánem. Graf č. 7 srovnává průběh scénáře 1 a scénáře 2, který je již navýšen o tuto dodatečnou zásobu 22 %, která byla vypočtena.

Graf 7: Srovnání vývoje zásob mezi scénářem 1 a 2



Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

6.3 Výsledky analýzy

Závěr vlastní analýzy je plně věnován vyhodnocení výsledků analýzy a srovnání reálných dat vývoje zásob s interním plánem a oběma vypracovanými scénáři. Všechny tyto čtyři soubory dat jsou v Excelu zpracovány v rámci vývoje denních hodnot za kompletních 1 303 sledovaných dní. Rozsah dat je nicméně příliš objemný pro prezentování v diplomové práci, proto je v tabulce č. 26 zobrazeno celkové shrnutí klíčových ukazatelů za celou dobu sledování a následně za jednotlivé roky. Srovnání hlavních charakteristik těchto čtyř datových souborů najdeme v tabulce č. 4 v metodice diplomové práce.

Tabulka 26: Celkové srovnání průměrů a směrodatných odchylek všech souborů dat

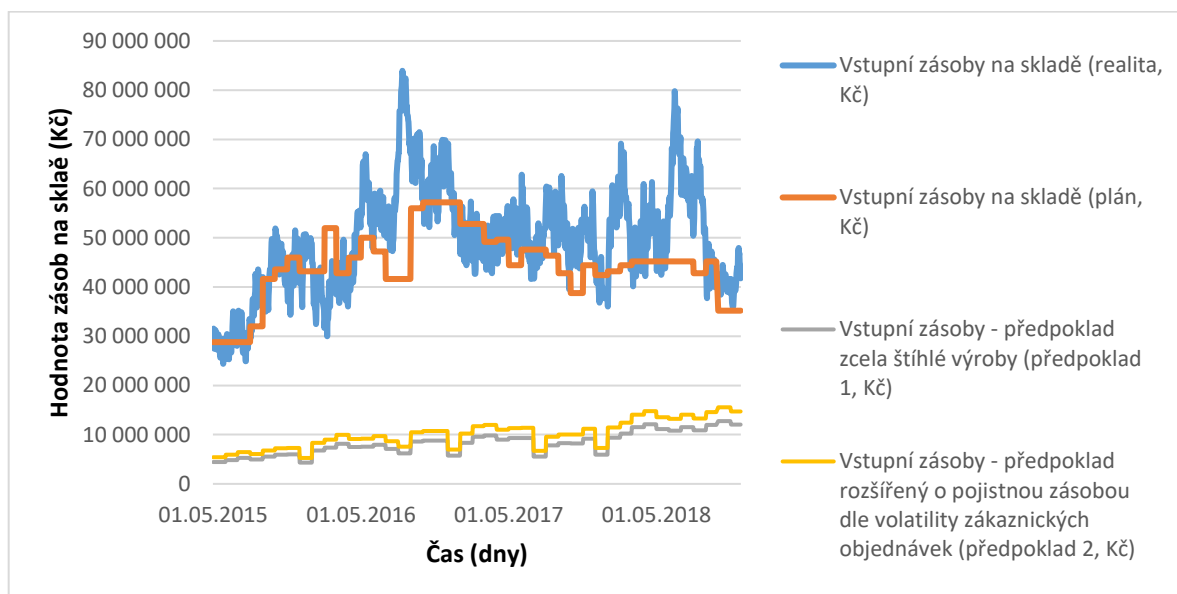
Celkové srovnání všech souborů dat za všechna sledovaná období				
Průměry za roky 2015-2018	Vstupní zásoby na skladě (realita, Kč)	Vstupní materiál na skladě (plán, Kč)	Vstupní materiál (scénář 1 absolutně štihlé výroby bez pojistných zásob)	Vstupní materiál (scénář 2 absolutně štihlé výroby s pojistnou zásobou dle volatility zákaznických odvolávek 22,19 %)
Průměrná hodnota zásob	49 502 735	44 545 119	8 252 485	10 068 032
Směrodatná odchylka hodnoty zásob	10 712 730	6 946 186	2 296 482	2 801 708
Celkové srovnání všech souborů dat za každý sledovaný rok				
Průměry za rok 2015	Vstupní zásoby na skladě (realita, Kč)	Vstupní materiál na skladě (plán, Kč)	Vstupní materiál (scénář 1 absolutně štihlé výroby bez pojistných zásob)	Vstupní materiál (scénář 2 absolutně štihlé výroby s pojistnou zásobou dle volatility zákaznických odvolávek 22,19 %)
Průměrná hodnota zásob	38 014 608	36 573 061	5 156 091	6 290 431
Směrodatná odchylka hodnoty zásob	7 908 298	7 149 489	595 709	726 765
Průměry za rok 2016	Vstupní zásoby na skladě (realita, Kč)	Vstupní materiál na skladě (plán, Kč)	Vstupní materiál (scénář 1 absolutně štihlé výroby bez pojistných zásob)	Vstupní materiál (scénář 2 absolutně štihlé výroby s pojistnou zásobou dle volatility zákaznických odvolávek 22,19 %)
Průměrná hodnota zásob	54 580 590	49 293 989	7 533 274	9 190 594
Směrodatná odchylka hodnoty zásob	11 874 209	6 165 577	942 364	1 149 684
Průměry za rok 2017	Vstupní zásoby na skladě (realita, Kč)	Vstupní materiál na skladě (plán, Kč)	Vstupní materiál (scénář 1 absolutně štihlé výroby bez pojistných zásob)	Vstupní materiál (scénář 2 absolutně štihlé výroby s pojistnou zásobou dle volatility zákaznických odvolávek 22,19 %)
Průměrná hodnota zásob	49 553 647	46 520 548	8 348 178	10 184 777

Směrodatná odchylka hodnoty zásob	5 019 924	4 043 861	1 319 459	1 609 740
Průměry za rok 2018	Vstupní zásoby na skladě (realita, Kč)	Vstupní materiál na skladě (plán, Kč)	Vstupní materiál (scénář 1 absolutně štíhlé výroby bez pojistných zásob)	Vstupní materiál (scénář absolutně štíhlé výroby s pojistnou zásobou dle volatility zákaznických objednávek 22,19 %)
Průměrná hodnota zásob	52 387 393	42 988 308	11 289 162	13 772 778
Směrodatná odchylka hodnoty zásob	9 397 860	3 650 381	920 253	1 122 709

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Jak vyplývá z dat v tabulce č. 26, nejvyšší hodnota materiálu na skladě je v každém sledovaném období na straně reálných dat. Roční průměry dosahují minima 38,0 mil. Kč v roce 2015 a maxima ihned v následujícím roce v hodnotě 54,6 mil. Kč. Pod hodnotou reálných dat následuje interní plán společnosti, který ovšem není v průměru žádného sledovaného roku zcela dosažen. Detailnější srovnání reality s plánem je zobrazeno v následujícím grafu č. 8. Scénář 1, který simuluje absolutně štíhlou výrobu i scénář 2, jenž je rozšířen o dodatečnou pojistnou zásobu mají významně nižší průměrné hodnoty ve všech sledovaných obdobích. Pro detailnější představu následuje graf č. 8, který mapuje průběh všech zmiňovaných souborů dat.

Graf 8: Graf srovnání vývoje reálných dat s plánem a oběma scénáři



Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Jak je patrné již z tabulky s přehledem ročních průměrných hodnot a směrodatných odchylek, jsou hodnoty obou sestavených scénářů v průběhu všech sledovaných období pod

úrovní reálných dat i interního plánu. Vzhledem k tomu, že se oba scénáře vyvíjejí na základě referenčních cen vstupních materiálů a růstu produkce, rostou stabilně od minima v roce 2015 až do konce analyzovaných dat v roce 2018. Nevyskytují se zásadní lokální extrémy, ve kterých by se reálným datům přiblížily. Obě křivky vykazují čtyři lokální minima, která podle dat odpovídají měsícům s nižším výrobním plánem. Absolutní maxima vytvořených scénářů najdeme v polovině roku 2018 a na jeho konci. To je způsobeno nejvyšším objemem výroby při nejvyšších cenách vstupního materiálu.

Při srovnání reálného vývoje zásob oproti internímu cíli zjistíme, že ač nebyl plán na zásoby v průměru ani v jednom roce zcela splněn, existují kratší období, kdy byla hodnota zásob i pod jeho úrovní. V těchto obdobích, kdy je oranžová křivka nad úrovní modré, jsou reálně dosažené zásoby nižší, než jaký limit pro ně management stanovil. Jedná se primárně o období mezi roky 2015 a polovinou roku 2016. Dále pak první polovinu roku 2017. S ohledem na výši produkce v těchto obdobích a na interní cíl vedení společnosti, jde spíše o nechtěné snížení zásob pod požadovanou úroveň, než o záměrný tlak na štíhlé řízení zásob. Tato situace je komentována v závěru této kapitoly, kde je prostor pro vlastní názor.

6.4 Srovnání reálných dat s vytvořenými scénáři

V následující části práce je prezentováno srovnání reálných dat s oběma scénáři na poměrových koeficientů a srovnání se scénářem 2 za pomoci statistických metod, popsanych v cílech práce a metodice.

6.4.1 Srovnání reálných dat s oběma scénáři využitím koeficientů

Jak je již zmíněno, z vývoje dat lze prokazatelně soudit, že jsou reálné zásoby i interní plán nad úrovní obou stanovených scénářů. Pro zhodnocení tohoto rozdílu byly vytvořeny koeficienty, které vždy odpovídají poměru denní hodnoty reálně měřených dat oproti hodnotě zásob scénáře 1 a 2. Tento poměr je vypočten pro všechny 3 ostatní soubory dat. Výstupem jsou řady denních koeficientů v rozmezí od 1 do 15, které vyjadřují, kolikrát byla v konkrétní den hodnota reálných zásob vyšší, než hodnota vytvořeného scénáře. Stejně, jako u předchozích výsledků, je kompletní soubor dat příliš objemný pro diplomovou práci, proto jsou v tabulce č. 27 prezentovány aritmetické průměry těchto koeficientů za jednotlivé čtvrtletí. Pro lepší orientaci v datech jsou koeficienty zvýrazněny barevnými škálami,

podle jejich hodnoty oproti aritmetickému průměru celého souboru dat. Zelená barva odpovídá čtvrtletím, kde jsou koeficienty podprůměrné. To znamená, že se reálná data blíží zcela štihlé výrobě, která je simulována scénáři. Oranžové hodnoty oscilují kolem průměru. Červené hodnoty zastupují období, kdy jsou hodnoty koeficientů nadprůměrné a výroba nejvíce vzdálená scénáři štihlé výroby.

Tabulka 27: Srovnání kvartálních koeficientů přesažení zásob oproti scénáři 1

Průměrné kvartální koeficienty přesažení zásob oproti absolutně štihlé výrobě (scénář 1)			
Koeficient, kolikrát realita přesahuje plán a oba vytvořené scénáře	Koeficient 1: realita / interní plán	Koeficient 2: realita / absolutně štihlá výroba	Koeficient 3: realita / štihlá výroba s pojistnou zásobou
II. kvartál 2015	0,99	6,41	5,26
III. Kvartál 2015	1,08	6,98	5,73
IV. Kvartál 2015	1,03	8,61	7,06
I. Kvartál 2016	0,87	5,31	4,35
II. kvartál 2016	1,12	7,01	5,75
III. Kvartál 2016	1,44	9,21	7,55
IV. Kvartál 2016	1,04	7,95	6,52
I. Kvartál 2017	0,95	5,26	4,31
II. kvartál 2017	1,08	5,52	4,52
III. Kvartál 2017	1,14	7,39	6,06
IV. Kvartál 2017	1,12	6,08	4,98
I. Kvartál 2018	1,20	5,19	4,25
II. kvartál 2018	1,25	4,99	4,09
III. Kvartál 2018	1,23	4,80	3,93
IV. Kvartál 2018	1,17	3,37	2,84
Celkový průměr	1,11	6,27	5,15

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

❖ Koeficient 1: Reálná data oproti interní cíl na zásoby

Jak vyplývá z prvního sloupce koeficientů, reálná data byla v celkovém průměru o 11 % vyšší, než stanovoval interní plán vedení společnosti. Ze sledovaných období se reálná data vždy nejvíce blíží internímu cíli v prvních čtvrtletích roku. Zde byl plán, až na rok 2018, vždy plněn. Největší překročení plánu nastalo ve třetím kvartálu roku 2016, kde ho reálná data přesáhla 44 %.

❖ Koeficient 2: Reálná data oproti scénáři 1

Druhý sloupec srovnává realitu oproti scénáři zcela štihlé výroby (scénář 1). Průměr těchto koeficientů je 6,27. To znamená, že v průměru byla reálně měřená data 6,27 krát vyšší, než

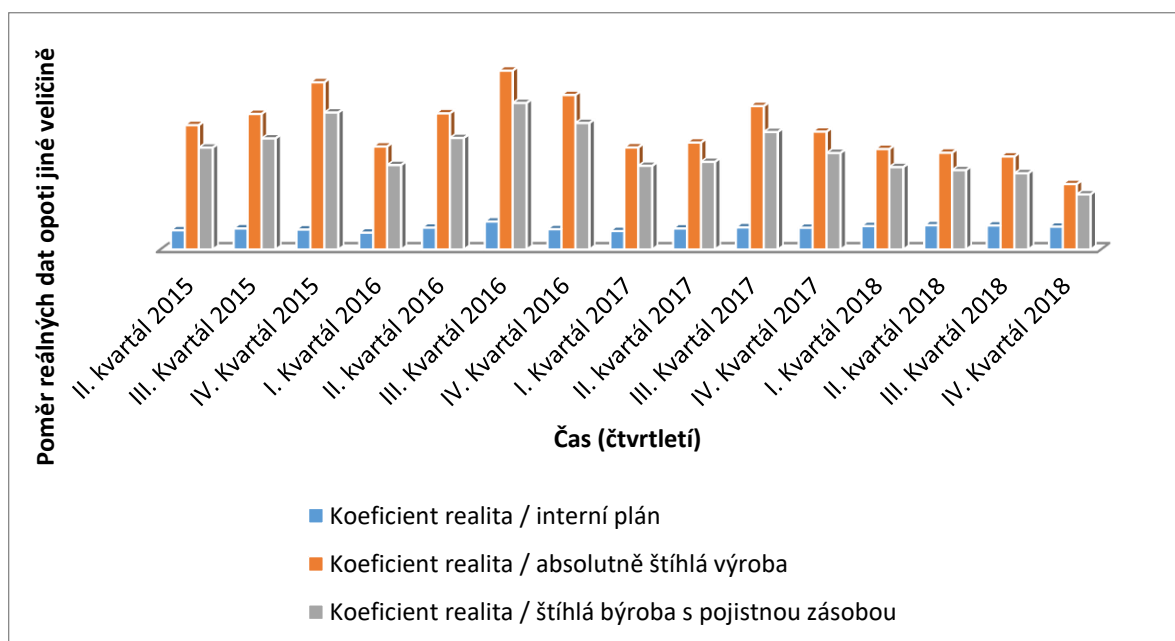
simuloval scénář dokonale štíhlé výroby. Reálná data zásob se nejvíce blížila tomuto scénáři na konci roku 2018, kdy byly reálné zásoby jen 3,37 krát vyšší. Než dosáhl minima, snižoval se čtvrtletní koeficient průběžně již od 3. kvartálu 2017. Obecně nejnižší rozdíl mezi realitou a vytvořenými daty ukazují data v 1. kvartálu každého roku. Naopak nejvyšší rozdíl nastává pravidelně ve 3. kvartálu. Ve 3. kvartálu 2016 je rozdíl historicky nejvyšší a přesahuje sestavený scénář 9,21 krát.

❖ Koeficient 3: Reálná data oproti scénáři 2

Třetí koeficient srovnává identickou reálnou zásobu se scénářem 2, tedy absolutně štíhlou výrobou, rozšířenou o dodatečnou pojistnou zásobu pro pokrytí krátkodobé volatility zákaznických objednávek. Koeficient se z hlediska trendu chová identicky jako koeficient 2. Průměr reálných zásob za všechna sledovaná období je 2,84 násobkem simulovaných dat. Minimum koeficientu nastává na konci roku 2018, kdy jsou reálné zásoby jen 2,84 krát vyšší, než vytvořený scénář. Nejvyšší rozdíl opět nastává ve 3. Kvartálu roku 2016, kdy má koeficient hodnotu 7,55.

Vývoj všech koeficientů je dále zobrazen na sloupcovém grafu č. 9. Jedná se o srovnatelná data, která jsou již vysvětlena.

Graf 9: Srovnávací koeficienty všech souborů dat



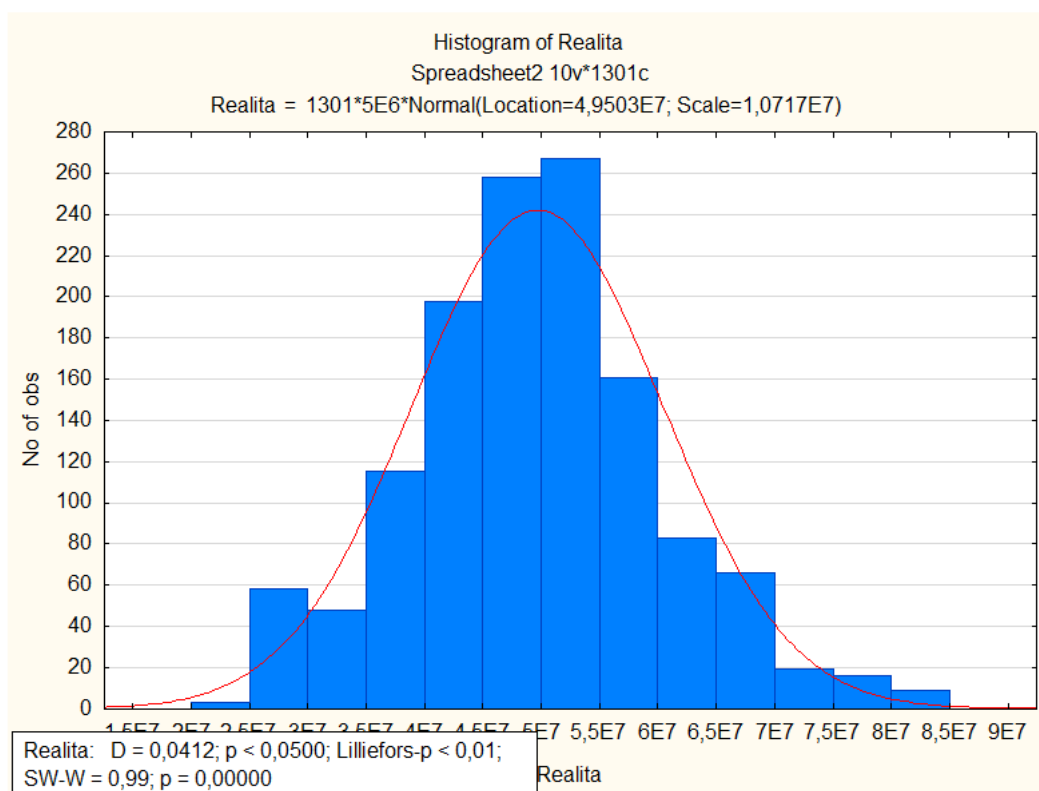
Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

6.4.2 Srovnání reálných dat se scénářem 2 využitím statistických metod

Jak je zmiňováno v cílech práce a metodice, jsou na kompletní průběhy 1303 hodnot reálných zásob a scénáře 2 využity statistické testy, mají za cíl otestovat normalitu dat a následně rozhodnout o zamítnutí nebo nezamítnutí hypotézy H_0 na úkor hypotézy H_1 na základě testování rozptylů hodnot. Jinak řečeno provedený znaménkový test srovnává odchylky mezi vývojem reálných zásob a vytvořeným scénářem 2. Tím má zhodnotit, zda je možné pokládat vývoj zásob za štíhlý či nikoli.

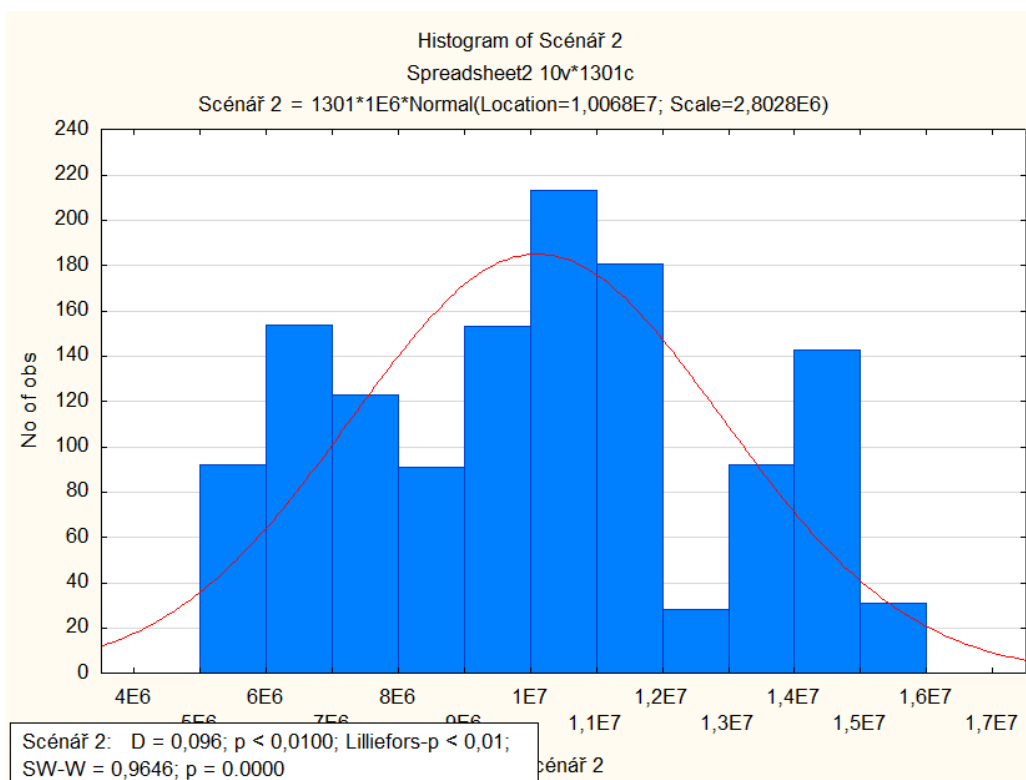
Testování normality dat bylo provedeno Shapiro-Wilkovým testem na hladině významnosti $p=0,01$. Výsledek testování je zobrazen na histogramech č. 9 a 10 níže.

Obrázek 9: Histogram normality reálných dat



Zdroj: Program Statistica / autor.

Obrázek 10: Histogram normality scénáře 2



Zdroj: Program Statistica / autor.

Jak vyplývá z histogramů. Reálné hodnoty zásob vyhovují normalitě dat. Nicméně hodnoty scénáře 2 normalitu dat nespĺňují. To je dáno tím, že jsou hodnoty scénáře 2 vypočtené na základě kalkulovaných vstupních cen a průměrné výroby.

Z důvodu, že hodnoty scénáře 2 nepocházejí z normálního rozdělení, je na analýzu rozptylů hodnot využít neparametrický znaménkový test. Tím jsou otestovány stanovené hypotézy na hladině významnosti $p=0,01$. Výsledky provedených testů jsou zobrazeny na obrázku č. 11 níže.

Obrázek 11: Výsledky statistických testů

T-test for Dependent Samples (Spreadsheet2) Marked differences are significant at $p < .00100$										
Variable	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p	Confidence -99,900%	Confidence +99,900%
Realita	49502735	10716850								
Scénář 2	10068032	2802785	1301	39434704	10186989	139.6276	1300	0.00	38503250	40366157

Wilcoxon Matched Pairs Test (Spreadsheet2) Marked tests are significant at $p < .05000$				
Pair of Variables	Valid N	T	Z	p-value
Realita & Scénář 2	1301	0.00	31.24300	0.00

Sign Test (Spreadsheet2) Marked tests are significant at $p < .05000$				
Pair of Variables	No. of Non-ties	Percent $v < V$	Z	p-value
Realita & Scénář 2	1301	0.00	36.04165	0.000000

Zdroj: Program Statistica / autor.

P-hodnota je ve všech případech menší než 0,01. Z toho důvodu na hladině významnosti 0,01, s 99% pravděpodobností zamítáme hypotézu H_0 ve prospěch alternativní hypotézy H_1 . Z toho vyplývá, že statistické testy s 99% pravděpodobností vyvrátily, že by reálná data byla blízka scénáři dokonale štíhlé výroby.

6.5 Zhodnocení efektivity využitých nástrojů na základě výsledků analýzy

Hlavní cílem diplomové práce je zhodnocení nástrojů štíhlé výroby při zvyšování efektivity vybraných podnikových procesů. V kapitole 4, ve které je charakterizována společnost, jsou popsány následující metody a nástroje štíhlé výroby, které jsou ve společnosti využívány a které mají vztah k efektivitě a způsobu řízení zásob v odběratelsko-dodavatelském řetězci.

- Výroba řízená tahem.
- Kanbanové okruhy.
- Cíl na minimální zásoby.
- Mapování hodnotového toku VSM.

Výroba řízená tahem, společně s interními a externími kanbanovými okruhy, koordinuje objednávání materiálu mezi výrobním oddělením, centrálním skladem a následně dodavateli. Cíl na minimální zásoby je pak důvodem využívání mnoha nástrojů v logistice, které mají maximálně vyšší zásob minimalizovat. Je také jedním z důvodů, proč vedení spo-

lečnosti stanovuje cíle na zásoby. Mapování hodnotového toku je využíváno ke sledování přidané hodnoty v logistickém a výrobním řetězci.

Při srovnání se scénářem 1 byl nejnižší průměrný čtvrtletní koeficient 3,37. V rámci všech 1303 analyzovaných dnů byl pak nejnižší koeficient 2,99. To znamená, že nejnižší zásoby, kterých bylo v rámci sledovaných období dosaženo, byly 2,99 násobkem objemu zásob, které byly dostatečné pro pokrytí denního výrobního plánu.

Při srovnání se scénářem 2 je pak nejnižší čtvrtletní koeficient 2,84. Nejnižší koeficient, který byl za všechny analyzované roky vyhodnocen, je 2,45. Analogicky tak odpovídá 2,45 násobku nejnižšího možného stavu zásob pro pokrytí denní výroby.

Stejný výsledek potvrdily statistické testy, jejichž výsledky byly prezentovány v předcházející části diplomové práce. Statistické testy s 99% pravděpodobností vyvrátily, že by reálná data byla blízka scénáři dokonale štíhlé výroby. Výsledkem analýzy je, že na základě koeficientů ani na základě statistického vyhodnocení stanovené hypotézy nelze objektivně považovat řízení zásob ve společnosti za dokonale štíhlý proces. Z toho vyplývá, že ani současně využívané metody štíhlé výroby nemůžeme považovat za zcela efektivní. Subjektivní názor na tento výsledek je dále vysvětlen v závěru diplomové práce v kapitole 7. S ohledem na výsledek analýzy a zjištěné potenciály ke zvýšení efektivity interních procesů je dále předložen návrh k následné optimalizaci řízení zásob.

6.6 Návrh dodatečné štíhlé metody pro zvýšení efektivity logistiky a výroby

V této kapitole je prezentován návrh zlepšení jedné z využívaných metod takovým způsobem, aby byla dále zvýšena efektivita výrobního a logistického plánování. Toto opatření je zaměřeno na krátkodobé výkyvy hodnoty reálných zásob, které je v datech jasně viditelné na v rámci jednotlivých týdnů i měsíců. Doporučením pro společnost je implementace denního výrobního nivelizovaného plánování úrovně 3 (plná, denní nivelizace). Tento plán je dále vysvětlen v následujících dílčích kapitolách.

6.6.1 Odůvodnění návrhu

Jak je již zmiňováno v kapitole věnované popisu štíhlých metod, využívaných ve společnosti, je výrobní nivelizace využívána v některých odděleních a na některých projektech. Míra využití nivelizace jako nástroje pro vyhodnocování a plánování výroby je velmi rozdílná a závisí jak na konkrétních projektech, tak na aktuální logistické a výrobní situaci. V případě, že má výroba dlouhodobé, závažné technické problémy, prochází procesní změnou nebo je logistická situace kritická z důvodu nedostatečné kapacity u dodavatelů, je od vyhodnocování nivelizace dočasně ustupováno. V extrémních případech je od ní do odvolání upuštěno zcela. Nicméně využívání nivelizace má pro výrobní projekt zásadní výhody.

V této kapitole netvrdím, že jsem autorem návrhu na zavedení nivelizaci. Jak v práci několikrát uvádím, výrobní nivelizace je ve společnosti již delší dobu využívána. Tento návrh pouze doporučuje rozšíření nivelizace na analyzovaný projekt a rozšíření nivelizace na vyšší úroveň – denní nivelizaci EP1.

Zavedení denního nivelizovaného plánování doporučuji zavést na projekt analyzovaný v této diplomové práci. Důvodem výsledky analýzy, které objektivně neprokázaly, že by byl hodnotový tok dokonale štíhlým procesem. Tento návrh cílí na minimalizaci krátkodobých výkyvů v hodnotě zásob, které jsou viditelné v denních logistických datech. Zvláště pak volatilita, která je snadno pozorovatelná v průběhu hodnoty materiálu na skladě a v odpovídajících denních koeficientech. Část těchto denních dat je pro ilustraci situace zobrazena na obrázku č. 9.

Obrázek 12: Krátkodobé výkyvy hodnoty materiálu na skladě

Krátkodobá volatilita hodnoty zásob				
Týden	Dev v týdnu	Datum	Vstupní materiál na skladě (realita, Kč)	Vývoj zásob
1	Pondělí	11.05.2015	27 275 618	↔ 0,00%
	Úterý	12.05.2015	30 102 799	↓ 10,37%
	Středa	13.05.2015	29 667 867	↘ -1,44%
	Čtvrtek	14.05.2015	30 349 415	↗ 2,30%
	Pátek	15.05.2015	28 998 522	↘ -4,45%
	Sobota	16.05.2015	29 102 461	↗ 0,36%
	Neděle	17.05.2015	27 761 452	↘ -4,61%
2	Pondělí	18.05.2015	26 046 871	↘ -6,18%
	Úterý	19.05.2015	25 661 596	↘ -1,48%
	Středa	20.05.2015	25 893 766	↗ 0,90%
	Čtvrtek	21.05.2015	27 780 690	↓ 7,29%
	Pátek	22.05.2015	29 459 837	↓ 6,04%
	Sobota	23.05.2015	28 733 244	↘ -2,47%
	Neděle	24.05.2015	28 570 481	↘ -0,57%
3	Pondělí	25.05.2015	26 706 956	↗ -6,52%
	Úterý	26.05.2015	24 386 696	↘ -8,69%
	Středa	27.05.2015	26 746 975	↓ 9,68%
	Čtvrtek	28.05.2015	29 232 914	↓ 9,29%
	Pátek	29.05.2015	29 382 313	↗ 0,51%
	Sobota	30.05.2015	28 430 578	↘ -3,24%
	Neděle	31.05.2015	26 910 142	↘ -5,35%

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Jak je patrné z obrázku, hodnoty kolísají nejen v rámci dlouhých období prezentovaných v analýze, ale i v rámci jednotlivých dnů v týdnu. Červené hodnoty jsou nadprůměrně vysoké a naopak zelené odpovídají podprůměrnému objemu zásob. V pravém sloupci je pak procentuálně znázorněn růst či pokles zásob oproti předcházejícímu dni. Právě proti tomuto druhu negativního kolísání hodnoty zásob je mířeno zavedením denního nivelizovaného plánu. Nivelizovaný plán zohledňuje objednávky zákazníků a na jejich základě vytváří opakovaný denní výrobní plán, který stabilizuje jak vnitřní plánování výroby, tak i objednávky, které jsou ze společnosti zasílány dodavatelům. Působí tak na vyhlazení tohoto krátkodobého kolísání.

6.6.2 Konkrétní návrh modelového denního nivelizovaného plánu

Pro doložení konkrétní podoby návrhu je vypracován referenční denní nivelizovaný plán a ten je následně vyhodnocen. Při využití tohoto plánu každý den v pracovním týdnu by byl plněn nejvyšší možný stupeň nivelizace. Každý výrobek je produkován právě jednou denně, je dodržováno stabilní pořadí výrobků i vyráběné množství. Dále je naplánováno po-

vinné denní okno na TPM, polední pauzu i výrobu ostatních, malosériových produktů. Tento nivelizovaný plán by byl stanovován jednou týdně nebo jednou měsíčně a jeho plnění by bylo denně vyhodnocováno. Odchytky od plánu mohou vzniknout manuálním, jednorázovým zásahem disponenta logistiky kvůli příliš vysoké změně objednávek zákazníkem, technologickým prostojem z důvodu poruchy linky na straně výroby nebo zrušením výroby z důvodu nedostatku vstupního materiálu. V případě, že by disponent logistiky musel plán manuálně změnit, dopsal by do plánu červeně změnu výrobní dávky. Plán by musel být také přibližně dvakrát do měsíce aktualizován. Četnost aktualizací by závisela na četnosti aktualizací zákaznických objednávek. Důvody změn jsou také evidovány při vyhodnocování plánu a mohou být následně prezentovány managementu. K vypracování kompletního reálného nivelizovaného plánu nebyla od společnosti obdržena logistická data a také by nebylo možné uchovat jméno společnosti v anonymitě. Referenční navržený plán je zobrazen v tabulce č. 28.

Tabulka 28: Navržený denní nivelizovaný plán

Den: Pondělí/CW26. Nivelizovaný plán platný pro: Kalendářní týden 26/2019							
Začátek produkce	Konec produkce	Typové číslo výrobku	Frekvence výroby	Počet palet ve výrobní dávce	Výrobky na jedné paletě	Výrobků vyrobeno	Výsledný nivelizační index
6:00	8:00	Výrobek 3	Vysokoobrátkový	3	230	680	100 %
8:00	12:00	Výrobek 1	Vysokoobrátkový	8	190	500	0 %
12:00	12:30	Výrobek 2	Vysokoobrátkový	1	150	130	33 %
12:30	13:00	Polední pauza	-	-	-	-	-
13:00	13:30	Denní TPM	-	-	-	Splněno	100 %
13:30	18:00	Výrobek 4	Vysokoobrátkový	10	180	1780	100 %
18:00	22:00	Malosériové výrobky / vzorky	Nízkoobrátkový / vzorky	Dle objednávky	Dle objednávky	Splněno	100 %
22:00	2:00	Výrobek 6	Vysokoobrátkový	8	200	650	0 %
2:00	6:00	Výrobek 5	Vysokoobrátkový	8	180	2000	0 %
Výsledný nivelizační index							54 %

Zdroj: Analyzovaná společnost / autor.

Výroba na základě nivelizovaného plánu by nicméně také vyžadovala vybudování pojistné zásoby finálních výrobků, dostatečně velké na vykrytí krátkodobých změn v zákaznických objednávkách. Cílem této zásoby je, aby mohlo být změněné množství dodáno zákazníkovi bez zpoždění, ale nebylo nutné ihned měnit plán. Pro určení přesné výše pojistné zásoby nebyla získána data. Pojistná zásoba by musela být vypočítána pro každého zákazníka

zvláště podle dvou parametrů. Prvním je průměrný objem objednávek mezi jednotlivými objednávkami. Druhým parametrem je spočítaná nebo odhadnutá volatilita objednávek mezi jednotlivými aktualizacemi plánu. Vzhledem k tomu, že byla volatilita v analýze stanovena pro zákazníky na úroveň 22 % objednávek, proto i zde doporučuji pojistnou zásobu 22 % z průměrných týdenních objednávek.

6.6.3 Následné vyhodnocení nivelizovaného plánu

Nivelizovaný plán by byl dostupný vždy 1 den před začátkem výroby. Jednotlivé dosažené množství je pak zapisováno operátory výroby. Následující den po splnění plánu je následně plán vyhodnocován disponentem logistiky a týmovým vedoucím výroby. Na základě denního vyhodnocení plnění nivelizovaného plánu by byl stanoven nivelizační index, který vyjadřuje jeho splnění od 0 % do 100 %. Jako odchylka od nivelizovaného plánu je brána výroba jiného výrobku nebo odchylka produkce od stanoveného výrobku oběma směry o více jak 10 % oproti stanovenému množství. Cílem je nejvyšší možný splněný index. Index je každý měsíc prezentován vedení společnosti a v případě nízkého koeficientu jsou hledána nápravná opatření. Zaznamenáváno je buď plné splnění plánu (100 %) nebo částečné (33 %) nebo nesplnění (0 %). Výsledkem je denní aritmetický průměr ze všech plánovaných dávek.

V nivelizovaném plánu jsou jednotlivé vysokoobrátkové výrobky značeny barevně. Bílé pak pro přehlednost TPM, přestávky a nízkoobrátkové výrobky. Týmový vedoucí by pak ke každému řádku dopsal, zda proběhlo dle plánu a zda byl vyroben plánovaný počet kusů. Následující den ráno by disponent výroby ke každému řádku dopsal výsledný nivelizační koeficient a celkový denní koeficient. Zde je například výsledný denní koeficient 54 %. To znamená, že jen 54 % objednávek bylo splněné přesně podle sestaveného nivelizovaného plánu. Důvody odchylek by museli být detailněji analyzovány. Cílem společnosti by mělo být dosažení maximálního možného stupně nivelizace a nivelizačního indexu.

6.6.4 Další obecná doporučení pro společnost

❖ Externí školení zaměstnanců a expertní poradenství v oblasti logistiky

21. století je již obdobím znalostní společnosti, kdy velkou část konkurenční výhody tvoří data, informace, znalostní kapitál zaměstnanců a jejich zkušenosti. Při řízení takto rozsáhlé

organizační struktury v dnešním globálním trhu je nutné držet krok s moderními trendy v oblasti řízení výroby, logistiky, procesního i projektového vedení. Je plně přirozené, že společnost nemusí mít interně dostupná školení v oblastech těchto moderních přístupů. Proto je důležité získat kvalitní externí školitele pro zvyšování kvalifikace zaměstnanců a podporovat další vzdělávání. Společnost je v této oblasti již velmi aktivní a v rámci tohoto doporučení bych rád apeloval na pokračování tohoto pozitivního trendu.

Řízení zásob logistikou je velmi náročný, rychle se vyvíjející obor, který za poslední desetiletí značně změnil tvář globální přepravy. Společnost zatím se všemi novinkami v této oblasti nepracuje. A to i přesto, že je kvalitní logistika pro společnost klíčová a ovlivňuje schopnost dodat včas zákazníkům, náklady na zásoby nebo například logistické výrobní prostoje. Proto by byla vhodná spolupráce s expertní logistickou společností, která by nestranně zkontrolovala postupy, zaškolila disponenty v oblasti nových logistických metod a pomohla narovnat často nepopsané, složité procesy.

❖ Narovnání a optimalizace dodavatelského řetězce

Nerovnoměrný nárůst hodnoty zásob oproti výrobě může souviset také s lokalizací dodavatelů v zemích s vysokými mzdami a tím vysokými náklady na straně dodavatelů na lidské zdroje. Tyto vysoké náklady vedou k vysokým nákupním cenám materiálů, za které je naše společnost nakupuje. Jednou z možností optimalizace jsou úsporné projekty na relokaci sub-dodavatelů do levnějších výrobních oblastí, kterými je východní Evropa, Indie nebo Čína. Pokud relokace sub-dodavatele není možná, je řešením nalezení lokálního certifikovaného dodavatele, který výrobu komponentu převezme. Rizikem těchto úsporných opatření je potenciální dopad na kvalitu vstupních materiálů a procesů při jejich produkci. V případě drahých komponentů může nicméně jít o ekonomicky výhodný krok.

Druhým důvodem pro relokaci dodavatelů je zkrácení logistických cest, a tím výrazná úspora interních nákladů. Při využívání lokálního dodavatele je úspora dvojího druhu. Zaprvé jde o úsporu díky nižším nákladům na dopravu. Zadruhé pak nižší kapitál vázaný v zásobách díky menšímu množství materiálu na cestě.

❖ Zlepšení koordinace se zákazníky za účelem zvýšení stability jejich odvolávek

V současném stavu mají A-zákazníci průměrnou krátkodobou volatilitu objednávek 22 %. To vede k nutným krátkodobým změnám výrobního plánu a dodatečným speciálním transportům skrze celý dodavatelský řetězec od sub-dodavatelů po zákazníky. V případě zlepšení komunikace a včasného vzájemného informování se zákazníky může být tato nežádoucí volatilita výrazně omezena. To povede k vyšší stabilitě a jistotě celého odběratelsko-dodavatelského řetězce. Možností jsou pravidelné telekonference se zákaznickými týmy, na kterých se informace o objednávkových plánech budou diskutovat. Velké množství informací je interních a nemůže být sdíleno, nicméně krátkodobé výhledy v objednávkách jednotlivých variant výrobků a změny objednávek před víkendy, státními svátky a celozávodními dovolenými mohou být pro plánování důležité. Druhou možností je zavedení rychlejších přenosů elektronických objednávek EDI a odstranění mezičlánků v komunikaci, díky čemuž se informace mezi zákazníkem a dodavatelem stanou rychlejší a intuitivnější.

6.7 Vlastní komentář k výsledkům práce a podnikovým procesům

V závěru této kapitoly je vyjádřen vlastní komentář k vybraným kapitolám a k faktorům, které mohou mít na prezentovaná data vliv, ale nejsou v analýze zohledněny. Poté následuje finální shrnutí. Komentáře jsou založeny na objektivních datech, která jsou v diplomové práci prezentována. Nicméně vysvětlení některých trendů a názor na výsledky analýzy je subjektivním posouzením, které nemusí být jediným správným vysvětlením. Zejména vývoj logistických a výrobních dat má mnoho různých faktorů a příčin, které nelze plně kvantifikovat a ani zpětně odhalit bez dokonalé znalosti všech souvislostí. Proto je doporučeno brát tuto kapitolu jako podání jednoho z možných vysvětlení, které bylo učiněno na základě zkušenosti s vedením projektů v oblasti štihlé výroby. Vítám i možnost, že tato diplomová práce bude sloužit jako nástroj, který čtenáři pomůže s pochopením štihlé výroby a umožní mu si na výsledky utvořit vlastní názor.

❖ Komentář k faktorům, které nebyly v analýze zohledněny

Jak je již zmíněno, do řízení logistiky i výroby zasahuje řada nepředvídatelných a těžko kvantifikovatelných faktorů, které mohou zásadně změnit průběh dat. Některé tyto faktory

lze zpětně podle trendů hodnot určit nebo alespoň odhadnout a v analýze je následně zohlednit. Jiné však zahrnout do provedené analýzy nebylo možné.

Takovým faktorem může být například závislost výše zásob na sezónnosti v průběhu roku. V letních měsících je produkce zákazníků i dodavatelů nižší a dodavatelé i zákazníci tím pracují s nižším množstvím objednávek. Proto je předem ohlášena řada výrobních odstávek. Společnost se na tyto externí i vnitropodnikové odstávky musí připravit navýšením pojistných zásob vstupního materiálu i finálních výrobků, protože plynulé dodávky k zákazníkům nesmí být ohroženy. S tím souvisejí výkyvy hodnoty materiálu na skladě i finálních výrobků k expedici v letních měsících, které můžeme v datech pravidelně pozorovat. Tato dodatečná, předem vybudovaná zásoba, nemůže být v analýze zohledněna. V případě sestavování modelu, který ji má zohledňovat je nutná analýza situace přímo v době, kdy je zásoba tvořena. Ta může být pak od reálných dat odečtena a tím od ní trend očištěn. Nicméně data byla pro analýzu již získána již jako historická a toto očištění nebylo možné spolehlivě provést.

Dalším nezohledněným logisticko-výrobním faktorem může být nedostatek výrobní kapacity u dodavatelů. Společnost chce standardně udržovat přijatelnou zásobu materiálu i finálních výrobků na skladě. Primárně kvůli zabezpečení plynulé výroby a přesných dodávek k zákazníkům. Nicméně v případě, že zákazník objednává vysoké množství a naše výroba má dostatečnou kapacitu, kterou ale nemá dodavatel, stává se dodavatel úzkým místem dodavatelsko-odběratelského řetězce. V takovém případě jsou nutné speciální transporty se zásobováním just-in-time nebo dokonce directly-to-line. V takovém období jsou zásoby konkrétního materiálu téměř nulové a zásoby ještě štíhlejší, než je vedením vyžadováno. Data pak tento trend zobrazují jako dokonale štíhle řízenou výrobu, což ale není záměrem společnosti a jedná se o velmi negativní a rizikový stav. Tuto situaci je nutné odhalit přímo v době, kdy se odehrává nebo zpětně vyhodnotit z kapacitních reportů. Z dostupných dat je velmi těžko zjištělná. Není téměř možné predikovat, jakou výši zásob by společnost disponovala, kdyby byla kapacita všech dodavatelů dostatečná. V naší analýze to nebylo možné kvůli nedostatku relevantních data náročnosti propočtů zohlednit.

Na data působí i řada dalších faktorů, které jsou velmi obtížně kvantifikovatelné. Například personální změny na pozici disponentů logistiky. Plánování materiálu závisí silně

na sklonu aktuálního disponenta k riziku. V případě, že disponentovi nevádí riziko, může držet jen velmi nízkou úroveň zásob a kombinovat ji s častými objednávkami. Pokud preferuje klidné řízení zásob, drží vyšší pojistné zásoby s nižším množstvím transportů od dodavatele. Trend dat proto může být silně ovlivněn nástupem nového disponenta na plánovací pozici. Obecně noví, méně zkušení disponenti, preferují klidnou situaci s vysokými zásobami. Zkušení disponenti se mohou odvážit k velmi štíhlému řízení zásob. Takto efekt prakticky není možné kvantifikovat a zohlednit v analýze.

Dalšími faktory, které mohou data ovlivnit, jsou změny produkce na straně zákazníka a s nimi spojené změny dlouhodobých objednávkových plánů. Data ovlivňuje i produktivita výrobních linek, čas výrobního taktu, vytíženost dálniční infrastruktury, životnost nástrojů u dodavatelů, relokace dodavatelů v rámci států nebo například start výroby nových projektů. Všechny tyto faktory není možné v analýze postihnout a mohou potenciálně vést k zavádějící interpretaci dat.

❖ Komentář k reálným datům

Objem i vývoj reálných zásob je dle mého názoru zcela odpovídající komplexnosti této výroby i celkové variantnosti produkováných výrobků. Tím, že data byla upravena koeficientem a reálná výše nemůže být zmíněna, není příliš adekvátní komentovat hodnotu zásob, ale spíše poměrové ukazatele a trend vývoje dat. Dle zkušenosti je pozitivním ukazatelem procentuální zastoupení materiálu na skladě v celkových zásobách okolo hranice 50 %. Ukazatel vykazuje stabilní průběh po většinu sledovaného období a znamená, že celkové rozložení různých druhů zásob je stabilně dodržováno. Pokud by v poměru zásob byly zásadní problémy, vedení logistiky nebo výroby by aktivně zasáhlo a poměr by se v jednotlivých sledovaných obdobích měnil.

Zajímavé je srovnání trendu vývoje vstupního materiálu na skladě oproti vývoji objemu produkce. Zatímco průměrná měsíční výroba v průběhu všech sledovaných období roste, materiál na skladě má periodický průběh a silnou volatilitu. To může být způsobeno právě faktory, které nejsou v analýze vyhodnoceny a které jsou zmiňovány v předchozí části vlast.

S ohledem na diskuzi s disponenty logistiky předpokládám, že tento cyklický trend je z části způsoben nedostatečnou výrobní kapacitou dodavatelů. Společnost cílí na vyšší zá-

soby, které se snaží držet v konstantním růstu, které odpovídá rostoucí výrobě. Nicméně to není technicky možné kvůli nedostatečné výrobní kapacitě dodavatelů. V tomto případě dodavatel s nejnižší kapacitou způsobí úzké hrdlo hodnotového toku a nedovoluje zásobu vybudovat. Způsobí tak snížení zásob do minimálních hodnot, výrazně pod žádoucí úroveň zásob. Situace se opět stabilizuje na požadovanou úroveň až po navýšení technické produkční kapacity u dodavatele. Příkladem může být start výroby u 2. dodavatele nebo zakoupení nového výrobního nástroje, případně celé linky u současného dodavatele. Tomuto odůvodnění nasvědčuje i fakt, že interní plán na zásoby je často vyšší než realita. Z toho vyplývá, že společnost plánovala mít vyšší zásoby, ale ze zmíněného důvodu jich nebyla schopna reálně dosáhnout.

Druhým důvodem může být cyklické budování dodatečné zásoby před dovolenými u dodavatelů nebo v naší společnosti. To vyžaduje pozvolné navyšování zásob mnoho týdnů před touto dovolenou a pak rychlejší pokles zásob z důvodu rozpouštění této pojistné zásoby.

Důležitým údajem, který nebyl dříve v diplomové práci zmíněn, je také poměrový ukazatel, který určuje denní objem celkových zásob na jeden kus finálního výrobku. Při vyhodnocení průměru tohoto ukazatele za všechna sledovaná období, dostaneme průměr 36 532 Kč se směrodatnou odchylkou 10 207 Kč. V průběhu sledovaných období se tento ukazatel chová stabilně a při zohlednění referenčních cen vstupních komponentů na jeden kus výrobku 1206 Kč, jde o kladný ukazatel. Důvodem, proč je ukazatel považován za kladný, je zkušenost s jinými podniky, které mají tento ukazatel v porovnání s cenou vstupního materiálu mnohem vyšší a tím i vyšší vázaný kapitál v zásobách oproti ceně vstupů.

Celkový vývoj zásob shledávám jako adekvátní vůči variantnosti výroby, množství vstupních materiálů a i vývoji objemu produkce. Jako chybu v plánování vnímám nicméně několik lokálních maxim, které nejsou podloženy zásadním růstem výroby. Na konci období jsou zásoby opět na stabilních hodnotách. Tyto výkyvy by mohly mít negativní dopad na cash-flow společnosti a míru zadlužení.

❖ Komentář k vytvořeným scénářům štíhlé výroby

Oba scénáře jsou zkonstruovány tak, aby co nejděleji simulovaly dokonale štíhlou výrobu. Jsou v nich využita veškerá dostupná data, která mohla být v rámci práce získána. Snahou

je také, aby nebyla příliš komplikovaná a mohla dále být v případě potřeby získána od jiné společnosti a metodika zopakována. Za robustnější považuji scénář 2, ve kterém již byla zohledněna pojistná zásoba. I když je model štíhlé výroby velmi kvalitním a pokrokovým konceptem, nemůže si společnost dovolit příliš mnoho prostojů, zaviněných nedostatkem materiálu a absolutně pak pozdní dodání zákazníkovi. Logistický prostoje zvyšuje interní nákladovost a snižuje produktivitu výroby. Opožděná dodávka zákazníkovi vede ke ztrátě dobrého jména, vysokým smluvním sankcím a v nejhorším případě i ztrátě kontraktu.

Dokonale štíhlá výroba tak nemusí být hlavním cílem, kterého se podniky snaží dosáhnout. Proto pro reálné řízení zásob ve výrobním projektu doporučuji využívat štíhlou výrobu s dostatečnými pojistnými zásobami, které tato rizika minimalizují. Jako vhodná se také jeví varianta kombinace štíhlé výroby s denním nivelizovaným plánem, který je v práci navržen. Tato varianta kombinuje výhody štíhlé výroby se stabilitou denně se opakujícího výrobního plánu a stabilních objednávek materiálu u dodavatelů.

❖ Komentář ke koeficientům, které srovnávají reálná data s vytvořenými scénáři

Pokud se zaměříme na výsledné koeficienty, zjistíme, že reálná hodnota zásob je v průměru 6,27 násobkem simulované štíhlé výroby a 5,15 násobkem štíhlé výroby s pojistnou zásobou 22 %. Dlouhodobé plnění scénářů zcela štíhlé výroby není ve skutečném světě očekávatelné. Důvody jsou popsány ve vlastních komentářích ke zkonstruovaným scénářům, kde je obhajována nutnost udržování pojistné zásoby z ekonomických i smluvních důvodů. Proto je vyšší stav zásob obhajitelný i u společnosti, která má plně implementovány principy štíhlé výroby. Nicméně na základě analyzovaných dat nelze řízení považovat za štíhlé a tento komentář je pouze subjektivním názorem dle vlastní zkušenosti.

7 ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnocení využitelnosti metod štihlé výroby při zlepšování produktivity podnikových procesů. Tento obecný cíl byl zaměřen na analýzu hodnoty zásob, kterými disponuje společnost, která má principy štihlé výroby zavedeny. Proto byla vybrána reálná společnost v České republice, u které bylo zmapováno, jaké metody štihlé výroby využívá a ta byla v práci analyzována. Hlavní cíl byl splněn skrze řadu dílčích cílů, které v první řadě zahrnovaly zmapování procesů a hodnotových toků ve společnosti, analýzu reálné výše zásob, kterými společnost v průběhu několika let disponovala. Následně pak bylo na základě zkonstruovaných scénářů zhodnoceno, nakolik je možné řízení zásob považovat za štihlé a nakolik jsou implementované metody štihlé výroby skutečně efektivní.

Jak je patrné z koeficientů a statistických testů, prezentovaných ve výsledkové části, jsou reálné zásoby materiálu vždy výrazně nad úrovní zkonstruovaných scénářů a základní hypotéza, že rozptyly reálných hodnoty reálných zásob odpovídají rozptylům scénáře 2, byla zamítnuta. Je tak tomu i přesto, že má společnost většinu metod štihlé výroby již implementovánu. Z toho důvodu nelze na základě dostupných dat považovat řízení zásob za dokonale štihlé a využití metody za zcela efektivní. Tím byl splněn hlavní cíl práce.

Na základě zjištěné a nežádoucí volatility v zásobách v jednotlivých dnech a týdnech byl navržen modelový denní nivelizovaný plán, jehož cíl je tyto výkyvy minimalizovat a vést k vyšší stabilitě zásobování a tím vyšší efektivitě hodnotového toku.

Tato práce bude poskytnuta manažerům společnosti, kteří nad její tvorbou prováděli dohled a pomáhali s jejím vznikem. Ve společnosti může být využita pro porozumění, jakým způsobem se data za poslední roky chovala a pro rozhodnutí vedoucích oddělení, nakolik jsou metody štihlé výroby implementovány efektivně. Posledním možným přínosem pro společnost je návrh dodatečného zlepšení již využívaných metod zavedením denního nivelizovaného plánu.

Ačkoli tato diplomová práce na základě dostupných dat neprokázala, že využití metod štihlé výroby dosáhne společnost efektivního řízení zásob, jedná se pouze o analýzu jedné z perspektiv možného hodnocení štihlé výroby. Stejně tak data mohou být ovlivněna

faktory, které nebylo možné v rozsahu diplomové práce zohlednit. Proto je následným doporučeným krokem tuto analýzu provést u několika srovnatelných společností a výsledky mezi sebou porovnat. Stejně tak je vhodné vybrat jiná kritéria štíhlé výroby a provést znovu analýzu ve stejné společnosti. Příkladem může být Just-In-Time plnění dodávek k zákazníkovi nebo zaměření analýzy přímo na čas cyklu a princip tahu ve výrobním procesu.

SUMMARY

The diploma thesis is focused on assessment of lean manufacturing methods at improving the company processes efficiency. This goal is concretely fulfilled through inventory management process analysis in real company, which has these lean methods implemented. The thesis is divided into two main parts. Theoretical part maps the history of lean manufacturing, describes methods from which the concept consist of and compares approaches to lean methods analysis. Practical part of the thesis describes analysed company and lean methods, which are in the company implemented. In following step are compared real data with created scenarios, which simulate pure lean manufacturing. Based on this comparison is made assessment, how is process of inventory management lean and efficient. By this is also answered the question how efficient are lean methods, which company used to reach this inventory level.

Results of analysis performed in the thesis imply, that even if company has almost all lean manufacturing methods already implemented, inventory management include large portion of waste due to high stock level. The inventory management process can not be considered for ideally lean and efficient and therefore used lean manufacturing methods neither. The proposal for additional improvement of this process is daily manufacturing nivelisation implementation.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Agarwal, V., & Vijayalakshmi, A. (2019). Recommender systém for surplus stock clearance. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9(5), 3813-3821.
- Anchanga, P. C., Shehab, E., Roy, R., & Nelder, G. (2006). Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), 460-471.
- Anvari, A., Zulkifli, N., Yusuff, R. M., Mohammad, S., Hojjati, S. M. H., & Ismail, M. Y. (2011). A proposed dynamic model for a lean roadmap. *Africal Journal of Business Management*, 5(16), 6727-6737.
- Baudin, M. (2005). *Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods*. New York: Productivity Press.
- Black, J. T. (2007). Design rules for the Toyota Production System implementation. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3639-3664.
- Brito, L. A. L., Brito, E. P. Z., & Hashiba, L. H. (2014). What type of cooperation with suppliers and customers leads to superior performance? *Journal of Business Research*, 67(5), 952-959.
- Burton, T., & Boeder, S. M. (2003). *The Lean Extended Enterprise*. Library of Congress, Washington D.C.: J. Ross Publishing Inc.
- Delias, P. (2017). A positive deviance approach to eliminate wastes in business processes: The case of a public organization. *Industrial Management and Data Systems*, 117(7), 1323-1339.
- Deshmukh, G., Patil, C. R., & Deshmukh, M. G. (2017). Manufacturing industry performance based on lean production principles. In: IEEE, *2017 International Conference on Nascent Technologies in Engineering* (s. 1-6). Navi Mumbai, India.
- Dolák, R. (2016). Lean logistics concept in the Czech engineering companies. In: TANGER Ltd., *Carpathian Logistics Congress – Conference Proceedings* (s. 158-163). Jeseník, Czech Republic.

- Dombrowski, U., Krenkel, P., & Richter, T. (2017). Dynamic coordination within a Lean Enterprise. In: M. Pellicciari a M. Peruzzini, *27 International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing* (s. 2147-2155). Modena, Italy.
- Furmans, K. (2005). Models of heijunka-levelled kanban-systems. In: C. T. Papadopoulos, *5th International conference on analysis of manufacturing systems – Production management* (s. 243-249). Zakynthos Island, Greece.
- Hargadon, A. (2005). Technology brokering and innovation: linking strategy, practice, and people. *Strategy & Leadership*, 33(1), 32-36.
- Hu, S. J. (2013). Evolving paradigms of manufacturing: From mass production to mass customization and personalization. *Proceedings of the Forty-Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems: Economic Development and Wealth through Globally Competitive Manufacturing Systems* (s. 3-8). Setubal, Portugal.
- Humphreys, K. K. (1970). *Toyota Production System An Integrated Approach to Just-In-Time*. 4th Edition. New York: Productivity Press.
- Imai, M. (2011). *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press.
- Jirásek, J. (1998). *Štíhlá výroba*. Praha: Grada.
- Jurová, M. & kol. (2016). *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada.
- Kanigel, R. (2005). *The One Best Way: Frederick Winslow Taylor and the Enigma of Efficiency*. London: The MIT Press.
- Kashani, K., Jeannet, J. P., & Horovitz, J. (2005). *Beyond traditional marketing – innovations in marketing practise*. Chichester: Wiley Publication.
- King, P. L. (2009). *Lean for the Process Industries: Dealing with complexity*. New York: CRC Press - Taylor and Francis Group.
- Košturiak, J., & Frolík, F. (2006). *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing s.r.o.
- Košturiak, J., Boledovič, Ľ., Krišťak, J., & Marek, M. (2010). *Kaizen - osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press.

- Liberopoulos, G., & Dallery, Y. (2002). Base stock versus WIP cap in single-stage make-to-stock production-inventory systems. *IIE Transactions*, 34(7), 627-636.
- Matzka, J., Mascolo, M., & Furmans, K. (2012). Buffer sizing of a Heijunka Kanban system. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(1), 49-60.
- Mika, G. (2006). *Manual, Kaizen Event Implementation*. 5th Edition. Dearborn, Michigan: Society of Manufacturing Engineers.
- Moen, R., & Norman C. (2006). Evolution of the PDCA cycle. *Asian Network for Quality Conference in Tokyo*. Tokio, Japan.
- Niculescu, G., & Todorut, A. V. (2011). The lean extended enterprise in the context of knowledge-based economy. In: C. Bratianu, G. Bratucu, D. Lixandriou, N. A. Pop a S. Vaduva, *Proceedings of the 6th International Conference on Business Excellence* (s. 37-40). Brasov, Romania.
- Norton, S. W. (1997). Information and Competitive Advantage: The Rise of General Motors. *The Journal of Law and Economics*, 40(1), 245-260.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. New York: CRC Press - Taylor and Francis Group.
- Pascal, D. (2007). *Lean Production Simplified: A plain-language guide to the world's most powerful production systém*. 2nd Edition. New York: Productivity Press.
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075-3090.
- Plevný, M., & Žižka, M. (2010). *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*. Plzeň: Západočeská univerzita.
- Prashanth Pai, M., Ramachandra, C. G., Srinivas, T. R., & Raghavendra, M. J. (2018). A study on usage of total productive maintenance (TPM) in selected SMEs. In: IOP Publishing, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Conference on Advances in Manufacturing, Materials and Energy Engineering*. Moodbidri, Karnataka India.

- Ressel, O. (2014). *Inovace procesu řízení zásob prostřednictvím ERP* (Bakalářská práce). Brno: Mendelova univerzita v Brně: Provozně ekonomická fakulta.
- ROI Poradenství (2012). *ROI Management Consultants*. Dostupné z: <http://www.roi-international.cz/spolecnost#.XE1671xKg2w>
- Rother M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate MUDA*. New York: Lean enterprise institute.
- Sarhan S., & Fox, A. (2013). Barriers to implementing lean construction in the UK construction industry. *The Built & Human Environment Review*, 6, 1-17.
- Seppala, P., & Klemola, S. (2004). How do employees perceive the irorganization, and job when companies adopt principles of lean production? *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 14(2), 157-180.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean Manufacturing: Context, Practice Bundles, and Performance. *Journal of operations management*, 21(2), 129-149.
- Sim, K. L., & Rogers, J. W. (2008). Implementing lean production systems: Barriers to change. *Management Research News*, 32(1), 37-49.
- Shingo, S. (1988). *Non-Stock Production: The Shingo System of Continuous Improvement*. CRC Press.
- Song, X., & Li, L. (2011). Lean enterprise design based on lean production. In: EBM OrgComm, *International Conference on Engineering and Business Management* (s. 460-463). Wuhan, China.
- Thanki, S., & Thakkar, J. J. (2014). Status of lean manufacturing practices in Indian industries and government initiatives: A pilot study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(5), 655-675.
- Tomac, N., Radonja, R., & Bonato, J. (2019). Analysis of Henry Ford's contribution to production and management. *Pomorstvo-Scientific Journal of Maritime Research*, 33(1), 33-45.
- Tomek, G., & Vávrová, V. (2000). *Řízení výroby*. Praha: Grada.

- Vaněček, D., Sýkora, O., Pražáková, J., Štípek, V., & Kubíček, R. (2013). *Štíhlá výroba*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta.
- Váchal, J., Vochozka, M. & kol. (2013). *Podnikové řízení*. Praha: Grada Publishing.
- Vienažindienė, M., & Čiarnienė, R. (2013). Lean manufacturing implementation and progress measurement. *Economics and management*, 18(2), 366-373.
- Wan, H. (2006). *Measuring leanness of manufacturing systems and identifying leanness target by considering agility* (Disertační práce). Virginia: Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Wilson, J. M. (2013). Henry Ford vs. assembly line balancing. *International Journal of Production Research*, 52(3), 757-765.
- Womack, J. P., & Jones D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Simon & Schuster.
- Womack, J. P., Jones D. T., & Roos, D. (1991). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*. Productivity Press.
- Yang, C. C., & Yang, K. J. (2013). An integrated model of the Toyota production systém with total quality management and people factors. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 23(5), 450-461.
- Zhou, C. Y., Wu, C. F., Li, D. H., & Chen, Z. A. (2012). Insurance stock returns and economic growth. *Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice*, 37(3), 405-428.

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obrázek 1: Historický vývoj štíhlého podnikání	18
Obrázek 2: Pilíře konceptu štíhlého podnikání.....	19
Obrázek 3: Schéma procesů štíhlého podniku	20
Obrázek 4: Schéma procesů štíhlé výroby.....	21
Obrázek 5: Základní systémové nástroje štíhlé výroby	22
Obrázek 6: Schéma procesů štíhlé logistiky	24
Obrázek 7: Schéma optimálního řízení zásob.....	37
Obrázek 8: Vyhodnocení plnění cílů po zavedení štíhlé výroby	41
Obrázek 9: Histogram normality reálných dat.....	100
Obrázek 10: Histogram normality scénáře 2	101
Obrázek 11: Výsledky statistických testů	102
Obrázek 12: Krátkodobé výkyvy hodnoty materiálu na skladě.....	105
Obrázek 13: Procesní mapa interního kanbanového okruhu materiálu	126
Obrázek 14: Procesní mapa výroby, řízené principem tahu / objednávkou od zákazníka	127
Graf 1: Reálný objem produkce	83
Graf 2: Srovnání vývoje reálného materiálu na skladě a interního plánu.....	85
Graf 3: Podíl jednotlivých druhů zásob v celkových zásobách	86
Graf 4: Srovnání reálného objemu materiálu na skladě oproti vývoji objemu denní produkce.....	87
Graf 5: Scénář 1: Absolutně štíhlá výroba (vývoj materiálu na skladě).....	90
Graf 6: Scénář 2: zákaznická ABC analýza dle dlouhodobého objednávkového plánu.....	91
Graf 7: Srovnání vývoje zásob mezi scénářem 1 a 2	94
Graf 8: Graf srovnání vývoje reálných dat s plánem a oběma scénáři	96
Graf 9: Srovnávací koeficienty všech souborů dat	99

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Skupiny nástrojů štihlé výroby	30
Tabulka 2: Druhy plýtvání v organizaci	31
Tabulka 3: Příčiny plýtvání a jejich reálné hodnoty	32
Tabulka 4: Srovnání charakteristik jednotlivých datových souborů	46
Tabulka 5: Seznam vstupních dat	49
Tabulka 6: Metodika: Zásoby výroby	50
Tabulka 7: Metodika: Reálná výrobní data	51
Tabulka 8: Metodika: Reálné zásoby	52
Tabulka 9: Metodika: Referenční ceny vstupních materiálů	54
Tabulka 10: Metodika: Srovnání reálných dat se scénářem 1	54
Tabulka 11: Metodika: Zákaznická ABC analýza pro scénář 2	56
Tabulka 12: Metodika: Výpočet krátkodobé volatility zákaznických objednávek	57
Tabulka 13: Metodika: Výpočet krátkodobé volatility zákaznických objednávek 2	58
Tabulka 14: Metodika: Srovnání reálných dat s interním plánem a oběma scénáři	59
Tabulka 15: Metodika: Koeficienty srovnání reálných dat se scénářem 1 a 2	60
Tabulka 16: Přehled metod štihlé výroby implementovaných v analyzované společnosti	70
Tabulka 17: Dlouhodobý výrobní plán	83
Tabulka 18: Průměrné hodnoty materiálu na skladě (realita)	84
Tabulka 19: Průměrné hodnoty všech typů zásob (realita)	84
Tabulka 20: Vývoj ročních referenčních cen vstupních materiálů na jeden kus výrobku	89
Tabulka 21: Scénář 1: denní průměry a odchylky materiálu na skladě	89
Tabulka 22: Scénář 2: souhrn ABC analýzy	92
Tabulka 23: Scénář 2: souhrn krátkodobého objednávkového plánu A-zákazníků	93
Tabulka 24: Scénář 2: procentuální volatilita krátkodobých objednávek A-zákazníků	93
Tabulka 25: Scénář 2: Celkové vyhodnocení volatility objednávek A-zákazníků	94
Tabulka 26: Celkové srovnání průměrů a směrodatných odchylek všech souborů dat	95
Tabulka 27: Srovnání kvartálních koeficientů přesažení zásob oproti scénáři 1	98
Tabulka 28: Navržený denní nivelizovaný plán	106

SEZNAM UŽITÝCH ZKRATEK

ISO/TS	Mezinárodní organizace pro normalizaci, certifikace
VDA	Německá oborová norma automobilového průmyslu
IATF	Oborová norma automobilového průmyslu
SOP	Standardizace práce na pracovišti
DHL	Nadnárodní přepravní společnost
UPS	Nadnárodní přepravní společnost
PDCA	Demingův cyklus zlepšování kvality
GAAP	Americké účetní a auditorské standardy
TPS	Výrobní systém užívaný ve společnosti Toyota
JIT	Metoda zásobování „právě včas“ s minimálními zásobami
JIS	Nejvyšší metoda zásobování JIT v přesném pořadí a objemu dávek
STL	System dodávek materiálu přímo k lince
TQM	Japonská metoda řízení kvality ve všech dimenzích organizace
MRP	Systematika řízení spotřeby a objednávek materiálu
LE	Štíhlé podnikání
LP	Štíhlá výroba
TPM	Celková produkční údržba ve výrobním oddělení
5S	Metoda auditu pořádku a systematiky na pracovišti
SMED	Proces změny výroby mezi typy výrobků
VSM	Mapování hodnotového toku
8D	Metoda řešení a dokumentace neshod a problémů
SAP	Podnikový informační systém
EDI	Elektronická odběratelsko-dodavatelská komunikace

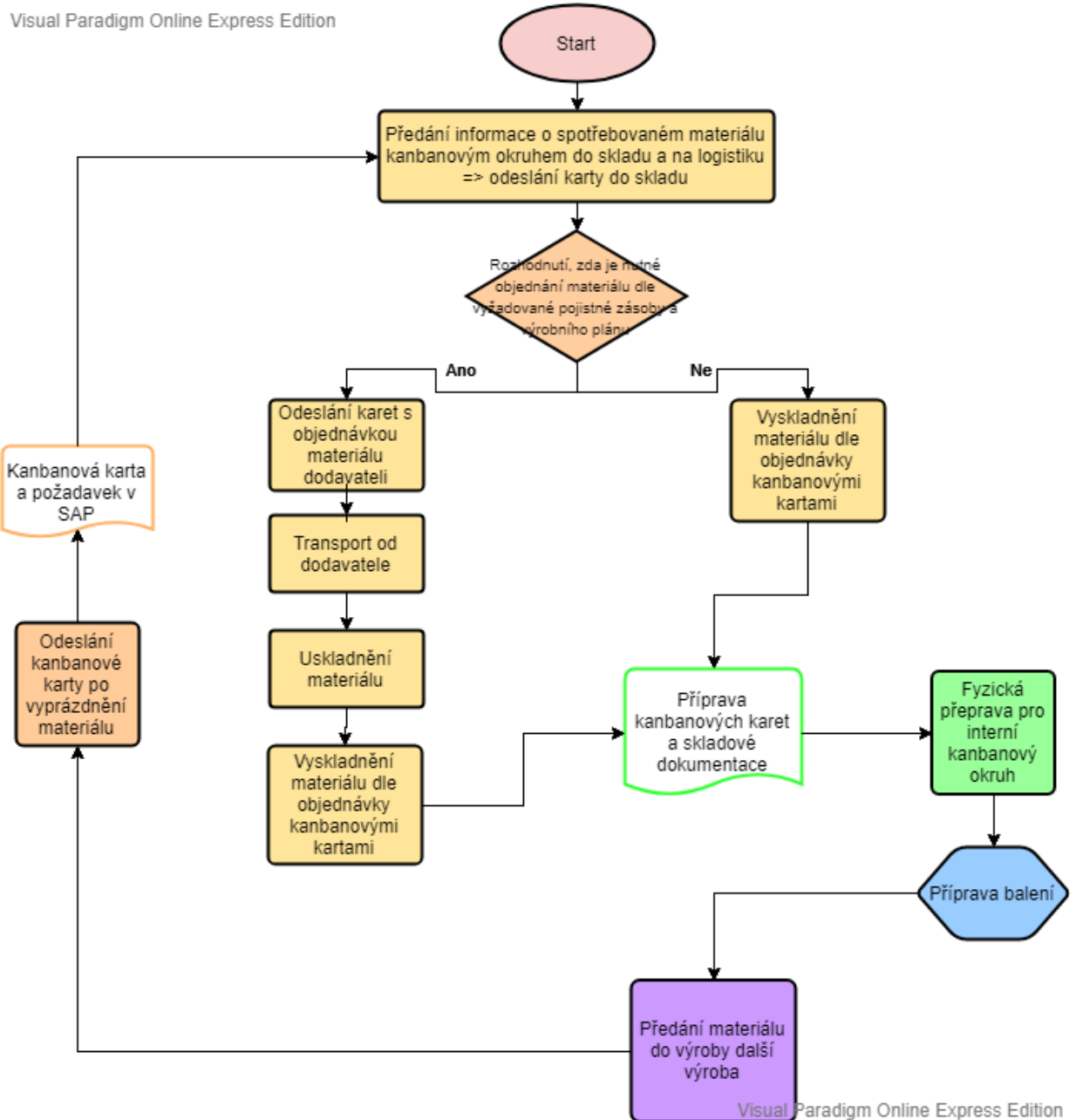
SEZNAM UŽITÝCH POJMŮ

OK výrobky	Výrobky v odpovídající kvalitě
NOK výrobky	Defektní výrobky
ABC analýza	Analýza pro třídění dle Paretova pravidla
Kaizen	Japonská metoda podnikání a řízení kvality
Poka-Yoke, Baka-Yoke	Japonská metoda předcházení chyb lidským zaviněním
Kanban	System objednávání materiálu tahem pomocí informačních karet
Heijunka	Informační a řídicí tabule ve výrobních odděleních
ANOVA	Statistická metody analýzy rozptylů
DEA	Metoda analýzy pomocí lineárního programování (Data Envelopment Analysis)
P-hodnota	Statistický ukazatel hladiny významnosti

PŘÍLOHY: PROCESNÍ MAPY

Příloha 1:

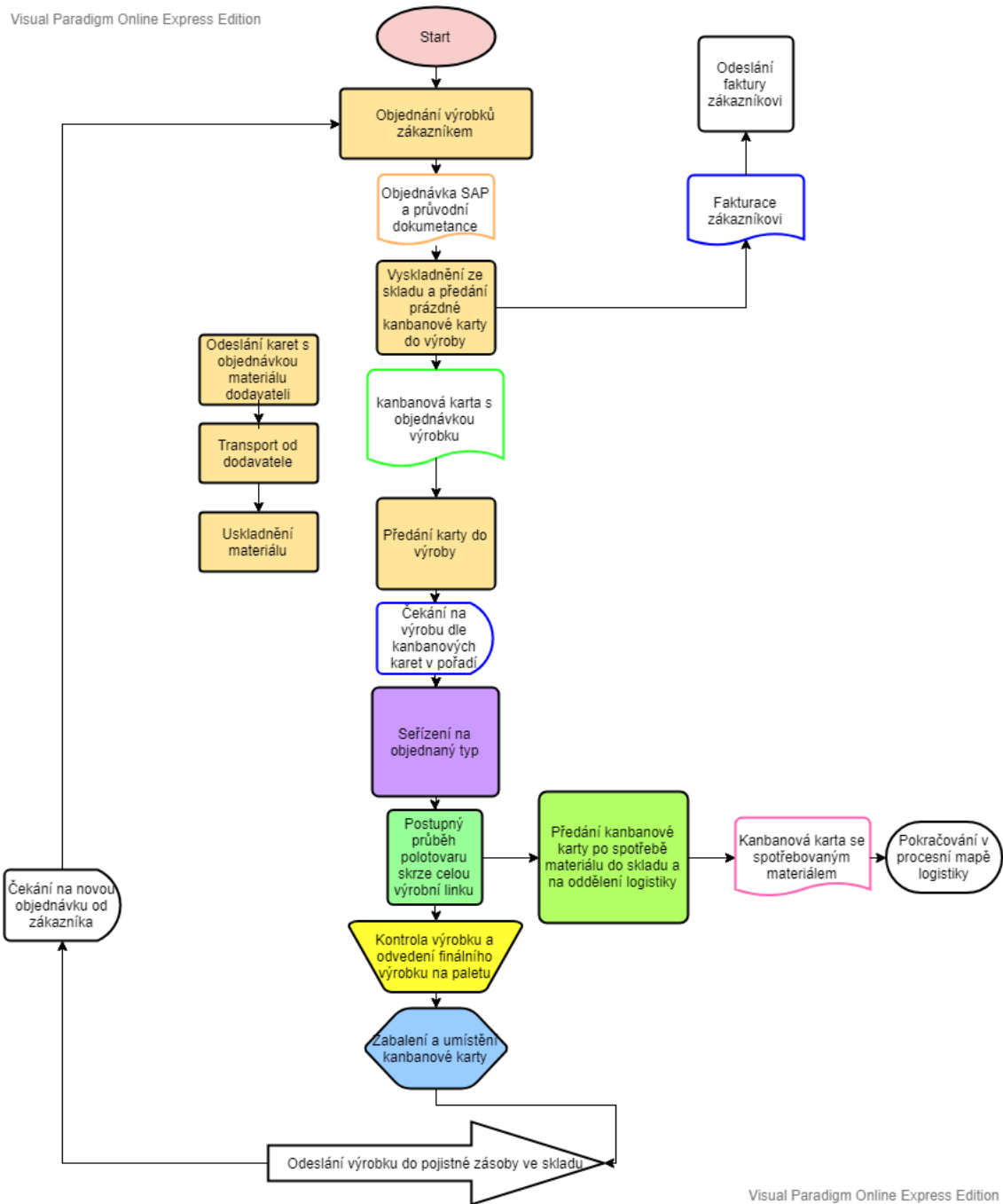
Obrázek 13: Procesní mapa interního kanbanového okruhu materiálu



Zdroj: Program Visual Paradigm Express Edition / autor.

Příloha 2:

Obrázek 14: Procesní mapa výroby, řízené principem tahu / objednávkou od zákazníka



Zdroj: Program Visual Paradigm Express Edition / autor.