

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Plánování výroby ve vybrané společnosti

Bc. Tomáš Korbel

Diplomová práce
2019

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Korbel**
Osobní číslo: **D16335**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Plánování výroby ve vybrané společnosti**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

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

Úvod

1. Charakteristika plánování výroby
2. Analýza plánování výroby ve vybrané společnosti
3. Návrh na úpravu plánování výroby
4. Zhodnocení navrženého řešení

Závěr

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Chocholáč, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **30. října 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **16. ledna 2019**



doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.



doc. Ing. Jaroslava Hyršlová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 11. prosince 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 16. 1. 2019

Bc. Tomáš Korbel

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Janu Chocholáčovi, Ph.D., za vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání diplomové práce. Dále bych poděkoval pracovníkům vybrané společnosti za ochotu, trpělivost a poskytnutá data.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na problematiku plánování výroby ve vybraném výrobním podniku. V teoretické části jsou uvedeny možné způsoby plánování výroby. V druhé části je uveden současný způsob plánování výroby ve vybraném podniku. Třetí část obsahuje návrh pro zlepšení plánování výroby, který je v závěru vyhodnocen.

KLÍČOVÁ SLOVA

plánování výroby, Kanban, skladování, výrobní dávka

TITLE

Production planning in selected company

ANNOTATION

The work focuses on the production planning in selected company. Methods to production planning are presented in theoretical part. In second part there is described present way to production planning in selected company. In third part is proposal to improve production planning which is evaluate in last part.

KEYWORDS

production planning, Kanban, warehousing, production batch

OBSAH

ÚVOD	9
1 CHARAKTERISTIKA PLÁNOVÁNÍ VÝROBY	10
1.1 Plánování.....	10
1.2 Řízení výroby	12
1.3 Výrobní proces	13
1.3.1 Typologie z hlediska řízení zakázek	13
1.3.2 Typologie dle využití technických zařízení.....	14
1.3.3 Typologie z hlediska technicko-výrobního zaměření	14
1.3.4 Typologie z hlediska časové struktury	14
1.3.5 Typologie z hlediska prostorové struktury	15
1.3.6 Typologie podle programu a rozsahu provedených výkonů	15
1.3.7 Typologie podle způsobu transformace vstupů	15
1.4 Plánování výrobního procesu	16
1.5 Logistické technologie ve výrobě.....	17
1.6 Štíhlá výroba (Lean production).....	17
1.7 Kanban.....	22
1.7.1 Princip systému	23
1.7.2 Kanbanová karta.....	24
1.7.3 Druhy Kanbanu	25
1.7.4 Počet Kanbanových karet.....	25
1.7.5 Elektronický Kanban	28
1.8 Shrnutí charakteristiky plánování výroby	29
2 ANALÝZA PLÁNOVÁNÍ VÝROBY VE VYBRANÉ SPOLEČNOSTI.....	30
2.1 Představení společnosti.....	30
2.2 Podniková struktura.....	30
2.2.1 Oddělení výroby	31
2.2.2 Oddělení logistiky.....	32
2.2.3 Ostatní oddělení.....	33
2.3 Proces plánování výroby.....	35
2.3.1 Dlouhodobé plánování výroby ve vybrané společnosti	35
2.3.2 Krátkodobé plánování výroby ve vybrané společnosti	40
2.4 Výrobní proces	43

2.5	Shrnutí analýzy plánování výroby	46
3	NÁVRH NA ÚPRAVU PLÁNOVÁNÍ VÝROBY	47
3.1	Návrh aplikace systému Kanban	47
3.2	Výpočet velikosti výrobní dávky	49
3.3	Výpočet množství kanbanových karet	51
3.4	Vizualizace kanbanových karet	55
3.5	Plánování výroby se systémem kanban	58
3.6	Shrnutí návrhu na úpravu systému krátkodobého plánování výroby	59
4	ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ	60
4.1	Kvantitativní zhodnocení	60
4.2	Kvalitativní zhodnocení	63
4.3	Shrnutí zhodnocení navrhovaného řešení	64
	ZÁVĚR	66
	POUŽITÁ LITERATURA	68
	SEZNAM TABULEK	71
	SEZNAM OBRÁZKŮ	72
	SEZNAM ZKRATEK	73

ÚVOD

Diplomová práce je zaměřena na plánování výroby v závodě vybrané společnosti. Plánování výroby je klíčovou činností ve společnostech vyrábějících produkty. Vhodným plánováním dochází k efektivnímu využití všech vstupů a jejich přeměně na finální výrobek. Nevhodné plánování má za následek zvýšené náklady, neefektivně využitý čas strojů, pracovních sil, nespokojené pracovníky a také zákazníky. Důležitým cílem téměř všech společností je uspokojení potřeb zákazníka. Tuto činnost plánování výroby výrazně ovlivňuje. Plánování výroby není vždy jednoduchou činností. Vyžaduje přesné informace, pohotové a přesné reakce a schopnost do určité míry predikovat budoucí situaci. Toto platí obzvláště v automobilovém průmyslu, který se velice rychle rozvíjí a své produkty silně přizpůsobuje konečnému zákazníkovi. Zároveň se zde vyrábí s vysokými požadavky na kvalitu, bezpečnost a doby výroby či dodání hotových výrobků jsou počítány v řádech minut nebo sekund. Každá chyba má velký dopad na další článek v řetězci. V případě nedodání výrobků musí být zákazníkovi hrazeny vysoké pokuty, ale hlavně narušení důvěry zákazníka, což je klíčové nejen v současné, ale také v budoucí spolupráci.

V první části práce bude uveden teoretický náhled do problematiky plánování výroby. Uvedena budou různá členění, typologie a definice důležitých pojmů. Dále budou uvedeny logistické technologie ve výrobě a nástroje štíhlé výroby – ty jsou velmi často uplatňovány v prostředí automobilového průmyslu.

V druhé části práce bude představen závod vybrané společnosti, respektive prostředí, ve kterém působí. Uvedení konkrétního názvu podniku si nepřálo vedení společnosti. Nastíněna bude organizační struktura pro snadnější pochopení odpovědnosti za činnosti. Dále bude popsán současný proces plánování výroby, který bude v závěru zhodnocen.

Ve třetí části bude uvedeno navrhované řešení pro zlepšení plánování výroby v závodě vybrané společnosti a jeho případná aplikace do praxe. V závěru kapitoly bude uvedeno shrnutí.

Ve čtvrté části bude uvedeno zhodnocení navrhovaného řešení. Vycísleny budou náklady na zavedení, popsány budou přínosy pro závod a případné možnosti do budoucna.

Cílem diplomové práce je navrhnout opatření pro zlepšení plánování výroby v závodě vybrané společnosti.

1 CHARAKTERISTIKA PLÁNOVÁNÍ VÝROBY

Důležitou činností nejen podniků, ale i jednotlivců, je plánování. Správným plánováním podnik snižuje náklady a zvyšuje zisk. Dále zvyšuje kvalitu výrobků, snižuje časy jednotlivých operací a tím spokojenost zákazníků i dodavatelů. Keřkovský a Valsa (2012) definují výrobu jako přeměnu výrobních faktorů (práce, půda, kapitál, informace) na produkty, za které podnik získá od svých zákazníků peníze. „*Výroba umožňuje uspokojení potřeb zákazníků vytvořením věcných statků a služeb. Jde o rozhodující součást hodnototvorného řetězce.*“ (Tomek a Vávrová, 2014, s. 26)

1.1 Plánování

Ať podnik pracuje na základě tlačného nebo tažného systému, nevyhne se plánování. K tomu, aby podnik byl úspěšný, je nezbytné plánování. Umožňuje přípravu na nadcházející situace, včas reagovat, a tak zvýšit efektivitu podniku. Plánování také umožňuje lépe využít výrobní faktory. Keřkovský a Valsa (2012) uvádějí, že využití výrobních faktorů efektivně je hlavní činností z pohledu ekonomiky a managementu. Dle autorů v prostředí tržního hospodářství existují tlaky na efektivní využití zdrojů a omezení jejich plýtvání ze stran konkurence a zákazníků.

Podle Žůrkové (2007, s. 10) zní definice plánování takto: „*Obecný proces formulování věcných cest a cílů k jejich dosažení.*“ Proces plánování odpovídá na otázky: Co se v budoucnosti stane? A jak na to zareagovat? Jak autorka uvádí, společně s plánováním je dalším důležitým pojmem v této oblasti rozpočtování a rozpočet. Rozpočtování je soubor činností, pomocí kterých jsou hodnotově stanoveny cíle a prostředky k jejich dosažení. Autorka uvádí, že rozpočet je hodnotové vyjádření prostředků k dosažení stanovených cílů. Plánů je v praxi použito mnoho. Na každou jednotlivou činnost pracovníka podniku lze zpracovat plán. Plány tedy lze členit do skupin.

Vysušil (1995) člení plány:

- z hlediska času,
- z věcného hlediska,
- na ostatní plány.

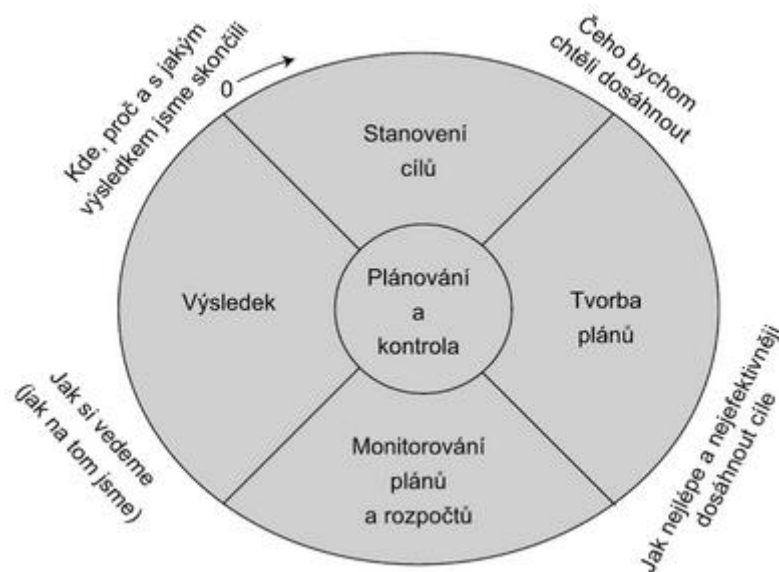
Autor zdůrazňuje, že plánovat je třeba od začátku podnikání a po celou dobu. Plány z pohledu časového členění na dlouhodobé a krátkodobé, což je silně spjata s úrovní rozhodování o plánech ve větších podnicích.

Synek (2010) plány člení na strategické, taktické a operativní. Strategické plány se týkají směřování celého podniku. Zde autor uvádí plány dlouhodobé, které zpracovávají zaměstnanci na nejvyšších manažerských úrovních. Týkají se růstu podniku, nových produktů, expanze na zahraniční trhy, nových technologií apod. Na střední úrovni v hierarchii podniku je rozhodováno o taktickém řízení. Dle autora na rozdíl od strategických plánů, které rozhodují komplexně o celém podniku, jsou taktické plány zpracovány pro různé skupiny činností.

Dle Synka (2010) je pro plánování klíčové:

- stanovení cílů,
- prostředků k dosažení,
- časové určení dosažení cílů.

Proces plánování je členěn do několika fází. Podle Žůrkové (2007) není přesně stanoveno, kolik fází by proces plánování měl mít. Autorka také uvádí, že faktory ovlivňující počet fází jsou např. velikost podniku či velikost odvětví. Na následujícím obrázku č. 1 jsou zobrazeny čtyři základní fáze plánování, které mohou být rozšířeny o další.



Obrázek 1 Základní fáze plánování (Žůrková, 2007, s. 12)

Z obrázku č. 1 je patrné, že plánování je opakující se cyklus. Obsahem je nejprve stanovení cílů, tvorba plánů jak efektivně stanovených cílů dosáhnout, sledování zda průběh odpovídá plánům a nakonec hodnocení výsledků, zda bylo dosaženo cílů. Pokud není dosaženo stanovených cílů, celý cyklus se opakuje.

Veškeré plánování je prováděno proto, aby byl splněn stanovený cíl. Podle Doležala (2016) je cíl definice očekávaného stavu. Autor uvádí, že je třeba cíl přesně definovat jinak projekt nedosáhne očekávaného výsledku. To však není snadné. Kromě stanovení ohodnocení stavu je důležité, aby všechny strany, kterých se projekt týká, chápaly, proč se projekt realizuje a jaké mají být jeho výstupy. Autor uvádí, že pro správné stanovení cíle projektu existuje pomůcka SMART. Dle Doležala (2016) jednotlivá písmena slova znamenají vlastnost, která napomáhá ke správnému stanovení cíle.

- S – specific (konkrétně specifikovat cíl),
- M – measurable (stanovit způsoby měření dosahování cíle),
- A – agreed (zainteresované strany chápou a souhlasí s daným cílem),
- R – realistic (cíle stanovit tak, aby byl reálně dosažitelný),
- T – timed (časové ohraničení naplnění cíle).

Doležal (2016) uvádí, že by formulace cíle neměla obsahovat způsob naplnění cíle. To značně omezuje možnosti, jak cíle dosáhnout. Negativním důsledkem pak mohou být vyšší náklady.

1.2 Řízení výroby

Kavan (2002, s. 35) uvádí: „...*řízení je rozhodovací proces, směřující k vytyčenému cíli prostřednictvím funkcí: plánování, organizování, motivování, regulování, kontroly.*“ Dle Kavana (2002) je plánování součástí řízení. Autor uvádí, že jde o postup v náročných situacích a odvíjí se od něj efektivita výroby. Dle autora jde v organizování výroby o to, poskládat jednotlivé činnosti tak, aby tvořily komplex činností, který bude schopen efektivně plnit výrobní plán. Motivování je pak práce se zaměstnanci. Snaha o to, aby zaměstnanci pracovali rychleji, kvalitněji, efektivněji a co je důležité, aby tím sami sebe uspokojovali. Kavan (2002) uvádí, že motivace je běh na dlouhou trať, který vyžaduje vysvětlování, osobní příklad a budování důvěry. Regulování je dle Kavana (2002, s. 36) reakce na rozdíly skutečného stavu oproti plánu. Autor uvádí, že: „*čím vyšší je kvalitativní úroveň výrobního zařízení, tím nižší je objem regulování a naopak.*“ Dle autora v současné době rychlých změn je třeba pružně reagovat na nastalé situace. V případě velkých změn, například v poptávce, je třeba regulovat i celé marketingové plány a dlouhodobé cíle.

Autor uvádí, že kontrola je důležitou součástí řízení výroby, která dává zpětnou vazbu, zda je řízení efektivní a dosahuje požadovaných výsledků či nikoli. Zároveň je třeba kontrolu správně pojmut tak, aby nepřinášela více škody než užitku a podávala relevantní informace

o stavu kontrolovaných činností. Dle autora dobře nastavená kontrola včas upozorní na rozdíly skutečnosti oproti plánu.

Podle Keřkovského a Valsy (2012, s. 4) je „řízení výroby zaměřeno na dosažení optimálního fungování výrobních systémů s ohledem na vytyčené cíle. Pojem výrobní systém přitom zahrnuje všechny činitele účastníci se procesem výroby: provozní prostory, nezbytná technická zařízení, suroviny, polotovary, energie, informace, pracovníky podílející se na výrobě, rozpracované a hotové výrobky a odpady.“ Podstatou řízení výroby je podle Keřkovského a Valsy (2012) koordinace věcná, časová a prostorová všech výrobních činitelů. Podle stupně řízení lze řízení výroby dělit na strategické, taktické a operativní řízení výroby. Dle autorů lze dále členit z hlediska času na dlouhodobé, střednědobé, krátkodobé. Cíle řízení výroby by měly respektovat vždy cíle podniku. Autor upozorňuje na důležitost návaznosti cílů řízení výroby, kdy krátkodobé cíle by měly vycházet ze střednědobých a ty zase z dlouhodobých. Dle autorů jsou obecné cíle řízení výroby pro různé podniky společné: uspokojení potřeb zákazníků při efektivní spotřebě výrobních činitelů.

1.3 Výrobní proces

Produkce, výroba nebo také přeměna výrobních faktorů na produkty, tak se dá charakterizovat výrobní proces. Tomek a Vávrová (2014) stanovili typologie výrobního procesu. Vycházejí z myšlenky sjednotit vlastnosti různých druhů výroby. Dle autorů jsou zásadní rozdíly ve výrobním procesu statků oproti službám. Dále v případě statků je rozdíl, zda jsou vyráběné ve velkém množství se stejnými vlastnostmi, nebo jsou individuálně vyráběné podle potřeb jednotlivých zákazníků. Autoři uvádějí, že velké rozdíly jsou ve výrobě, kde je velký podíl lidské práce oproti strojům a naopak. Typologie stanovují vlastnosti, kterými lze charakterizovat daný druh výrobního procesu, tím srovnávat a popisovat různé druhy výrobních procesů. Tomek a Vávrová (2014) stanovili sedm typologií, které jsou podrobněji popsány v následujících podkapitolách.

1.3.1 Typologie z hlediska řízení zakázek

Podle Tomka a Vávrové (2014) lze tuto typologii rozdělit na dva řídicí okruhy. Za prvé řídicí okruh, který je orientovaný podle zákaznických zakázek. Za druhé řídicí okruh orientovaný na předpovídání budoucí poptávky. Dle autorů řízení výroby orientované podle zakázek je nejčastěji u finální montáže výrobků, které mohou být od sebe odlišné. Jde o případy, kdy výrobek má několik možností barev, různé povrchové úpravy, několik výkonových stupňů apod. Výroba je řízena podle jednotlivých zakázek. Dle autorů jde tedy o tzv. pull systém. V tomto případě je třeba výrobu řídit dle počtu variant finálního

výrobku, kapacit výrobního zařízení, poptávky a dle časových rozvrhů na výrobu, dodání atd. Tomek a Vávrová (2014) uvádějí, že v tomto případě není ekonomické vyrábět více hotových výrobků, než kolik je aktuálně poptáváno. Je vhodné sladit výrobu s dodávkami potřebných vstupů tak, aby potřebné vstupy byly k dispozici ve chvíli, kdy jsou potřeba. Výhodou takového řešení je snížení nákladů na skladování. Dle autorů je nevýhodou nebezpečí nedostatečného pokrytí poptávky.

Na straně druhé je tu řízení výroby s využitím předvídání budoucí poptávky. Dle Tomka a Vávrové (2014) se to týká výrobků, které jsou součástí finálního produktu, a je možné použít stejný díl do více variant finálních produktů. Takové výrobky se vyrábějí podle prognózované poptávky po finálních produktech. Vyrábějí se tzv. „na sklad“ a průběžně se kontroluje dostupné množství. Jako výhodu autoři uvádějí dostupnost výrobků a tedy jistotu uspokojení poptávky. Dle autorů je nevýhodou potřeba skladových prostor a činností se skladováním spojených. To má za následek zvýšení nákladů.

1.3.2 Typologie dle využití technických zařízení

Podle Tomka a Vávrové (2014) je výroba z tohoto pohledu ovlivněna stupněm vývoje a využitím techniky (výroba pouze ručně, pouze strojně, částečně nebo plně automatizovaná). Dále je ovlivněna hlavní procesní technologií (jednostupňová, vícestupňová). Autoři, také člení podle technologie výroby (fyzikální, chemické, jaderné, biologické) apod.

1.3.3 Typologie z hlediska technicko-výrobního zaměření

Tomek a Vávrová (2014) v této typologii člení výrobní procesy na následující typy. Prvním je prvovýroba. Ta je charakteristická tím, že jde o získávání základních surovin (těžba nerostných surovin, dřeva apod.) Dále existuje druhovýroba. Zde jde o to přepracovat suroviny získané prvovýrobou na polotovary, které jsou dále zpracovávány na finální produkt. Dalšími typy výrobního procesu podle Tomka a Vávrové (2014, s. 42) jsou: „*dělení, montáž, povrchové úpravy a změny substance.*“

1.3.4 Typologie z hlediska časové struktury

Tomek a Vávrová (2014) uvádějí členění podle zajištění časového souladu ve výrobním procesu. Dále uvádějí rozdělení podle přiřazení času, které se odvíjí od možnosti vyrábět na výrobní jednotce pouze jeden druh výrobků či více druhů. Další rozdělení dle autorů plyne z návaznosti materiálového toku. Zde je členěno na výrobu návaznou a nenávaznou. Soukupová a Strachotová (2005) uvádějí, že pro návaznou výrobu je typický nepřerušovaný tok materiálu mezi operacemi. S tímto typem výroby se lze setkat

v potravinářství či v chemickém průmyslu. Opakem je výroba nenávazná, která probíhá ve výrobních dávkách. Příkladem je výroba televizí, automobilů, kuchyňských potřeb apod.

1.3.5 Typologie z hlediska prostorové struktury

Jak Tomek a Vávrová (2014) uvádějí, typologie z hlediska prostorové struktury je úzce spjatá s časovou strukturou. Je tomu tak proto, že výrobnímu času se podřizuje prostorové uspořádání pracoviště proto, aby byl čas využit efektivně. Dle autorů je základní členění na dílenskou výrobu (technologický princip) a proudovou výrobu (předmětný princip). V případě technologického principu jsou podle autorů sdružovány výrobní jednotky provádějící stejné druhy operací do celků. Takovým celkem pak může být lisovna, montáž, obráběcí dílna apod. Výhodou takového řešení je podle Tomka a Vávrové (2014) možná větší různorodost vyráběných výrobků. Další výhodou autoři vidí ve vyšší schopnosti přizpůsobit se změně zákaznických požadavků na výrobky.

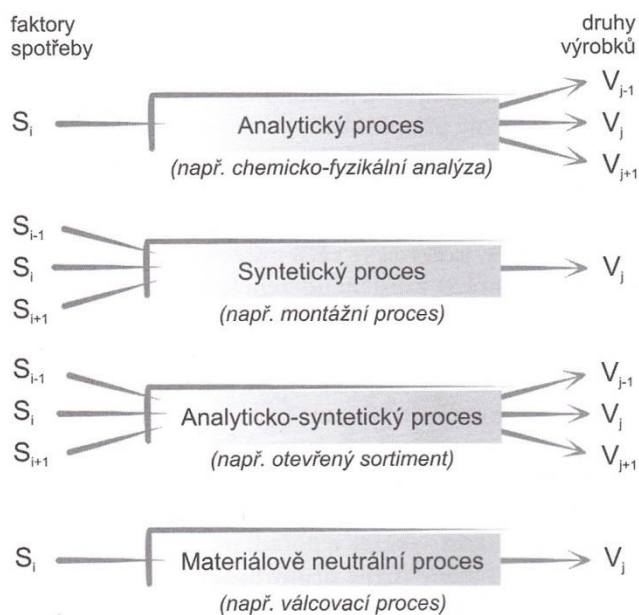
1.3.6 Typologie podle programu a rozsahu provedených výkonů

Tomek a Vávrová (2014) uvádějí, že toto rozdělení se odvíjí od podoby výstupu výroby. Podle vlastností finálního produktu je třeba rozhodovat o počtu druhů výrobků a množství výrobků, které budou vyráběny najednou. Dle autorů těmito vlastnostmi mohou být materiálnost či nemateriálnost produktu. Dále uvádějí příklady vlastností: „...*neformovatelný plynulý – pivo, formovatelný plynulý – plech, kusový – šroub*“ (Tomek a Vávrová, 2014, s. 46). Další možnou vlastností je úroveň složitosti výrobku. Dle autorů jsou na nejnižší úrovni výrobky skládající se z jednoho kusu materiálu, např. šroub. Na druhé straně jsou velmi komplikované a propracované výrobky jako je např. automobil. Další členění autoři uvádějí z hlediska rozsahu provedených výkonů. Zde autoři výrobu členění na:

- hromadnou,
- druhovou,
- sériovou,
- kusovou,
- výrobu šarží.

1.3.7 Typologie podle způsobu transformace vstupů

Předchozí podkapitola popisovala druhy výroby z hlediska výstupů. Tato typologie člení výrobu z hlediska výrobních vstupů. Na následujícím obrázku č. 2 je znázorněn vztah vstupů a výstupů výroby.



Obrázek 2 Struktura výrobního procesu dle materiálového toku (Tomek a Vávrová, 2014, s. 48)

Dle Tomka a Vávrové (2014) jde v prvním případě o proces, kdy je z jednoho vstupního materiálu výrobním procesem získáno několik produktů. Příkladem může být zpracování ropy, jehož výsledkem je benzín, nafta, petrolej, topné oleje a další produkty. Dalším příkladem je syntetický proces. Zde je z několika dílů sestaven finální produkt. Jako příklad autoři uvádí výrobu automobilu, což je jeden finální produkt sestavený z mnoha dílů. Analyticko-syntetický proces dle autorů představuje výrobu, při níž je z několika vstupů vytvořeno několik výstupů. Příkladem pak je výroba desek plošných spojů. Zde lze z několika stejných elektrotechnických komponent vytvořit různé plošné spoje pro televize, rádia, mobilní telefony a další elektroniku. Materiálově neutrálním procesem je úprava surového kovu válcováním. Dle autorů je výsledkem stále stejný kov, který přepracováním získá požadovaný tvar.

1.4 Plánování výrobního procesu

Podle Synka (2010) plánování výrobního procesu vychází z rozhodnutí o tom, jaký výrobek bude vyráběn a v jakém množství. Zbývá rozhodnout, z jakého materiálu bude vyráběno, jakými technologiemi, postupy, stroji apod. Cílem je dle autora najít optimální poměr mezi vstupy a výstupy. Tedy kombinovat výše zmíněné zdroje tak, aby výrobek byl vyroben za co nejkratší dobu a s co nejnižšími náklady. Autor takto popsany způsob výroby popisuje jako Lean production. K tomu, aby byla vytvořena takováto výroba, slouží mnoho různých nástrojů. Např. lineární programování, CPM (Critical Path Method - metoda kritické

cesty), PERT (Program Evaluation and Review Technique - hodnocení a revize programu), RAMPS (Resource Allocation Multi-Project Scheduling - alokace zdrojů a plánování více projektů), CAD (Computer Aided design - počítačem podporovaný design) a další.

Synek (2010, s. 185) uvádí: „*Důležitou součástí plánování výrobního procesu je:*

- *stanovení výrobní dávky,*
- *sestavení lhůtového plánu,*
- *sestavení plánu výrobních kapacit.*“

Štůsek (2007, s. 89) uvádí: “*Výrobní dávka představuje množství jednoho druhu nebo série výrobků, které se vyrábí nepřetržitě bez přerušení či změny výrobního procesu.*“ Velikost výrobní dávky ovlivňuje ekonomickou výhodnost výroby. Jak vysvětluje Synek (2010): výrobní dávka je spojena s jednorázovým vynaložením nákladů na přípravu výroby (fixní náklady). Ty jsou rozpočítávány na počet vyrobených kusů (průměrné fixní náklady). Tudíž čím více se vyrobí výrobků bez změny výrobního procesu (vynaložených dalších fixních nákladů), tím jsou fixní náklady na počet kusů nižší. Autor tento efekt nazývá *degrese fixních nákladů*.

Synek (2007) uvádí, že lhůtové plánování obsahuje stanovení začátků a konců výrobních dávek. Tedy časové rozvržení výroby, oprav, změn ve výrobním procesu atd. Cílem je naplánovat všechny činnosti tak, aby byly efektivně využity všechny zdroje. Dle autora je zdrojem informací pro lhůtové plánování výrobní plán, normy časové nebo kapacitní spotřeby.

Martinovičová, Konečný a Vavřina (2014) uvádějí, že výrobní kapacita je maximální objem vyrobených produktů v žádané kvalitě při ideálním využití výrobního zařízení za určité období. Faktory ovlivňující výrobní kapacitu jsou podle autorů např. technická úroveň strojů a zařízení, organizace práce, schopnosti pracovníků, prostorové rozvržení pracoviště apod. Maximální kapacity je v praxi složité dosáhnout, protože je ovlivněna mnoha faktory. Zejména lidský faktor má největší podíl na neefektivním využití výrobních kapacit. Čím více je výrobní proces automatizován, tím větší efektivnosti lze dosáhnout.

1.5 Logistické technologie ve výrobě

Tomek a Vávrová (2009) uvádějí, že dochází k propojování jednotlivých dodavatelů a odběratelů do navzájem propojených řetězců.

Lukoszová et al. (2012) uvádí, že v rámci těchto řetězců pak dochází k uplatňování logistických technologií, které lze rozdělit do dvou základních skupin:

- tlačné systémy,
- tažné systémy.

Lukoszová et al. (2012) uvádějí, že v případě tlačných systémů je vyráběno tzv. „na sklad“. Na základě předpovídané poptávky po výrobcích jsou stanoveny velikosti zásob. Dle autorů se produkce odvíjí od kapacity a aktuálního využití skladu. Výhodou tohoto systému je, že podnik má stále co dodávat svému odběrateli a tak minimalizuje riziko penalizace za nedodání. Nevýhodou systému je dle autorů držení zásob. V průběhu času dochází k výkyvům v poptávce. V období nižší poptávky jsou vzniklé náklady na skladování vyšší, než je optimální. Podnik tedy „tlačí“ své výrobky svému odběrateli.

Lukoszová et al. (2012) uvádějí, že protikladem jsou tažné systémy. Zde jde o to, vyrábět a dodávat přesně takové množství výrobků, které odběratel vyžaduje. Autoři zdůrazňují, že je třeba úzké napojení mezi jednotlivými články řetězce tak, aby byla zajištěna dostatečná informovanost. Výhodou je jak snížení velikosti skladů, tak i počtu a nákladů s nimi spojených. Nevýhodou je dle autorů riziko nedostatečných dodávek, které mohou ohrozit výrobní proces odběratele. S tím jsou spojené především v automobilovém průmyslu vysoké pokuty.

1.6 Štíhlá výroba (Lean production)

Meredith a Shafer (2007) uvádějí, že štíhlá výroba je název daný systému, který vynalezli Taiichi Óno, Šigeo Šingó a Eidži Tojoda ve společnosti Toyota. Na Toyota Production System (TPS - výrobní systém Toyota) zmínění inženýři pracovali od konce druhé světové války do 70. let 20. stol. Cílem společnosti bylo minimalizovat zdroje výroby, čas operací a plýtvání se zdroji. Společnost Toyota pochází z Japonska a není náhodou, že tento přístup vznikl právě zde. Dle Meredith a Shafer (2007) je Japonsko přelidněná země s nepříliš velkými přírodními zdroji a malou rozlohou. Proto byli Japonci zvyklí šetřit ve všech směrech tak, aby mohli spokojeně žít. Dle autorů byli vždy motivováni získat z minimálních zdrojů maximální zisk. Vždy také respektovali jeden druhého pro spokojené a efektivní soužití v přelidněné zemi. Autoři uvádí, že jejich práce se řídila třemi pravidly:

- Minimalizovat plýtvání ve všech formách,
- Neustálé zlepšování všech procesů a systémů,
- Zachování respektu ke všem pracovníkům.

Meredith a Shafer (2007) uvádějí, že to Japonce vedlo k zaměření se na problémy, které mohou způsobit plýtvání se zdroji. A tyto problémy co nejrychleji a efektivně řešit. Společnost, která se řídí těmito pravidly, je tzv. štíhlá. Dle autorů má tento přístup řadu výhod. Snižování nákladů, investic, vyšší produkce, zkrácení času, vylepšené procesy, vyšší využití všech zařízení, vyšší kvalita, méně poruch atd. Autoři upozorňují, že neustálé zlepšování nepřináší náhlé změny s okamžitými výsledky. Výhodou je dlouhé trvání, které zajišťuje, že podnik bude v budoucnosti lepší, než je teď. V poslední odrážce je zmíněn respekt k pracovníkům. Ten podle autorů v západních společnostech není a zvláště v minulosti nebyl vůbec důležitý. Pro podnik byl pracovník pouze zdroj, který je třeba vyčerpat. Dle japonského smýšlení je respekt velice důležitý a zvyšuje spokojenost. Autoři uvádějí, že pracovník by měl být hrdý na společnost, pro kterou pracuje. To přináší pozitivní myšlení. Pracovníci se těší do práce na to, že budou moci pro svoji společnost být užiteční a pomoci jí být lepší. I západní společnosti vnímají tento důležitý aspekt a mění přístup k pracovníkům.

Wang (2010) uvádí, že Lean manufacturing je výroba produktů nebo služeb s minimální spotřebou zdrojů. Zatím zde byly zmíněny dva pojmy: production a manufacturing, v překladu produkce a výroba. Je tedy třeba vysvětlit rozdíl. Surbhi (2015) vysvětluje pojem manufacturing (výroba) jako proces přeměny materiálu na finální výrobek za pomoci strojů. Production (produkci) autor vysvětluje jako přeměnu určitého vstupu na výstup. To znamená jakákoli činnost, která zvýší užitek výrobku nebo služby je označována jako production. Oba pojmy jsou si velice blízké, ale je v nich rozdíl. Pokud byl produkt vyráběn, znamená to zároveň produkci – došlo ke zvýšení užitku. Pojem production se váže ke službám a také k jednotlivým činnostem, které zvyšují užitek jako je například doprava, balení apod.

Lean manufacturing je filozofie řízení procesů, která vznikla hlavně z TPS, ale i ze zkušeností dalších společností. TPS je podle Wanga (2010) založena na snižování „seven wastes“ (sedm oblastí plýtvání). Redukce v těchto sedmi oblastech má přispět ke zvýšení spokojenosti zákazníka. Autor popisuje „seven wastes“ jako:

- Nadvýroba – znamená vyrobit produkt dříve než je potřeba. To však zvyšuje náklady, zabraňuje hladkému materiálovému toku, snižuje kvalitu a produktivitu,
- Příliš vysoké zásoby – způsobují vyšší náklady, prodlužují dodací lhůty, zabírají prostor, který může být využit efektivněji,
- Čekání – pokaždé, když není produkt zpracováván, dochází k prodlužování času dodání. To je způsobeno špatně vytvořeným materiálovým nebo informačním tokem,

- Přeprava – přesun produktu mezi procesy spotřebovává náklady a nepřináší přidanou hodnotu. Nadměrné přesouvání může způsobit poškození produktu a snížení kvality,
- Nadbytečné pohyby – materiálů, pracovníků, vybavení způsobuje poškození, opotřebení, snížení bezpečnosti, prodlužování času, snižuje kvalitu,
- Nadbytečné zpracovávání – použitím dražších zdrojů, než je třeba také dochází k plýtvání,
- Vady – pokud dochází k vadám na kvalitě výrobků, je třeba tyto výrobky opravit nebo vyhodit. Zde dochází ke vzniku nákladů na snižování kapacity výroby, zásoby určené k opravě, náklady na opravu produktů apod.

Meredith a Shafer (2007) zmiňují několik nástrojů, které jsou součástí štihlé výroby, těmi jsou 5S, „The Visual Factory“, Kaizen, Poka Yoke, Total Productive Maintenance. Zkratka 5S vychází z pěti japonských slov začínajících na písmeno S. Dle autorů jsou to: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu a Shitsuke.

Asefeso (2012) uvádí, že Seiri znamená třídění věci (nástroje, materiál, díly apod.) na potřebné a nepotřebné. Nepotřebné věci je třeba odstranit z pracoviště. Potřebné věci umístit vhodně tak, aby nepřekážely, ale zároveň byly snadno dostupné. Seiton dle autora znamená, že všemu, co se na pracovišti nachází, je třeba stanovit přesné místo a to označit. Umístění musí být vhodné z hlediska materiálového i informačního toku. Autor popisuje Seiso jako udržování pořádku na pracovišti. Na konci směny je nutné vše vrátit na své místo. Seiketsu podle autora znamená standardizovat práci. Každý proces by měl mít stanovený přesný postup, který by měli všichni pracovníci dodržovat. Pracovní pozice mají být stejně koncipované, rozmístění má být stejné tak, aby každý pracovník byl schopný okamžitě pracovat. Autor popisuje Shitsuke jako stálé revidování stávajících standardů a práce na vylepšení ve všech oblastech. Je třeba dbát na udržování standardu.

Dle Meredith a Shafer (2007) je dalším nástrojem štihlé výroby „The Visual Factory“. Tento nástroj slouží k tomu, aby pracovníci byli srozuměni s aktuálním stavem v podniku. Autoři uvádějí, že problémy jsou zobrazovány na tabulích formou grafů a tabulek, které jsou denně aktualizovány. Příklady zobrazovaných informací jsou: počty nekvalitních kusů, dodávky zákazníkům, výrobní časy, velikost produkce (např. v hodinových intervalech), hodnoty zobrazující stav strojů apod.

Dalším nástrojem štihlé výroby je dle Meredith a Shafer (2007) Kaizen. Krišťak et al. (2010) uvádějí, že Kaizen je filozofie každého jednotlivého člověka, kterou se řídí Japonci. Kaizen tedy nelze naučit, každý člověk se musí sám řídit tímto způsobem

myšlení. Znamená zlepšovat sebe sama. Aplikaci Kaizenu v podniku popisují Krišťak et al. (2010, s. 1) jako: „...proces řízený managementem, který v prvním kroku definuje současný stav, v druhém kroku definuje jejich cílový stav a ve třetím kroku provádí mnoho koordinovaných akcí na dosažení cílového stavu.“ Kaizen znamená neustálé zlepšování. V případě podniku napříč všemi pracovními pozicemi, postupy a úkoly. Jde o to být v budoucnu lepší než dnes.

PokaYoke znamená dle Cudney, Furterer a Dietrich (2013) techniku, která předchází vzniku jednoduchých lidských pochybení. Umožňuje předejít defektu ještě před tím, než vznikne. Dle autorů Japonský inženýr Shigeo Shingo svou prací dovedl tuto myšlenku do podoby nástroje, který dokáže zajistit nulovou chybovost. Dle autorů je podstatou sledování podmínek v procesu a náprava chyb u zdroje. Zařízení PokaYoke provádí 100% kontrolu a dokáže dát zpětnou vazbu o každé části procesu. Mohou mít různou podobu, jde však to, aby stále stejné opakující se procesy prováděl stroj a člověk měl více času pro složitější úkony. Jako příklad zařízení PokaYoke autoři uvádějí montážní stůl, na kterém člověk (operátor) nasazuje na příchozí polotovary díly. Montážní stůl je vybaven čidly, která kontrolují správný počet a způsob osazení. V případě nesprávného osazení stroj zahlásí operátorovi chybu, kterou může okamžitě napravit. Výhodou je, že takto vadný díl se nedostane dále v materiálovém toku a nezpůsobí potíže při dalším zpracování. Dochází ke snížení chybovosti, které přímo ovlivňuje náklady na výrobu. Dále tato zařízení mohou rozpoznat další vady, které mohli operátoři před takto vybavenou stanicí přehlédnout.

Total Productive Maintenance (TPM) je dle Agustiady a Cudney (2015) inovativní přístup k údržbě výrobního zařízení. Vyžaduje spolupráci zaměstnanců údržby s operátory výroby, manažery a týmem pracovníků zaměřených na minimalizaci poruch strojů. Jde o systematický přístup, který zlepšuje kvalitu, snižuje náklady, zkracuje čas výroby atd. Dle autorem TPM pracuje se šesti druhy ztrát:

- poruchy,
- nastavení a úpravy,
- zastavení strojů,
- krátkodobá zastavení (mikroporuchy),
- kvalita,
- opravy.

Autorky uvádějí, že poruchy a nastavení strojů mají dopad na dostupnost a připravenost strojů. Delší či kratší zastavení strojů ovlivňují efektivní využití strojů. Kvalita a opravy působí negativně na kvalitu finálních výrobků.

Dle Agustiady a Cudney (2015) má TPM tři základní cíle:

- snižovat neplánované zastavení strojů,
- minimalizovat bariéry mezi odděleními,
- snižovat vady týkající se strojů.

Jak autorky uvádějí, zavedení TPM vyžaduje velké úsilí, dobře připravenou strategii a zapojení všech oddělení společnosti a další nástroje štihlé výroby.

Dalším velmi důležitým nástrojem štihlé výroby je systém JIT (Just In Time – právě v čas). Dle Chenga a Podolského (1996) jde o japonskou filozofii použitou ve výrobních společnostech, která zajistí, že správné výrobky, správné kvality a správného množství budou na správném místě ve správný čas. Dle autorů tato filozofie zvyšuje kvalitu, produktivitu a účinnost. Zároveň snižuje náklady a odpady. Jak autoři uvádí, díky těmto vlastnostem se stala tato filozofie hojně využívána v mnoha společnostech po celém světě. Zakladatelem myšlenky byl Taiichi Ohno, inženýr společnosti Toyota a používána v praxi byla od 70. let dvacátého století. Automobily jsou výrobkem, který je silně přizpůsobován konkrétnímu zákazníkovi. Ten si může vybrat různé barvy laku, prvky výbavy, nebo motorizace. Dle Aimagazine (2007) je skoro nemožné mít na skladě všechny díly tak, aby bylo možno kdykoli vyrobit jakoukoli variantu vozidla. Proto vznikla nadstavba systému JIT zvaná JIS (Just In Sequence – v přesném pořadí). Dle Aimagazine (2007) jde o způsob dodávání dílu na výrobní linku v pořadí, v jaké budou na linku odebírány. Pokud budou vyráběna vozidla např. v pořadí: červené, modré, černé, budou např. nárazníky dodávány na výrobní linku v pořadí červený, modrý, černý. Takový systém dodávek je velmi náročný a vyžaduje úzké propojení dodavatele a zákazníka.

1.7 Kanban

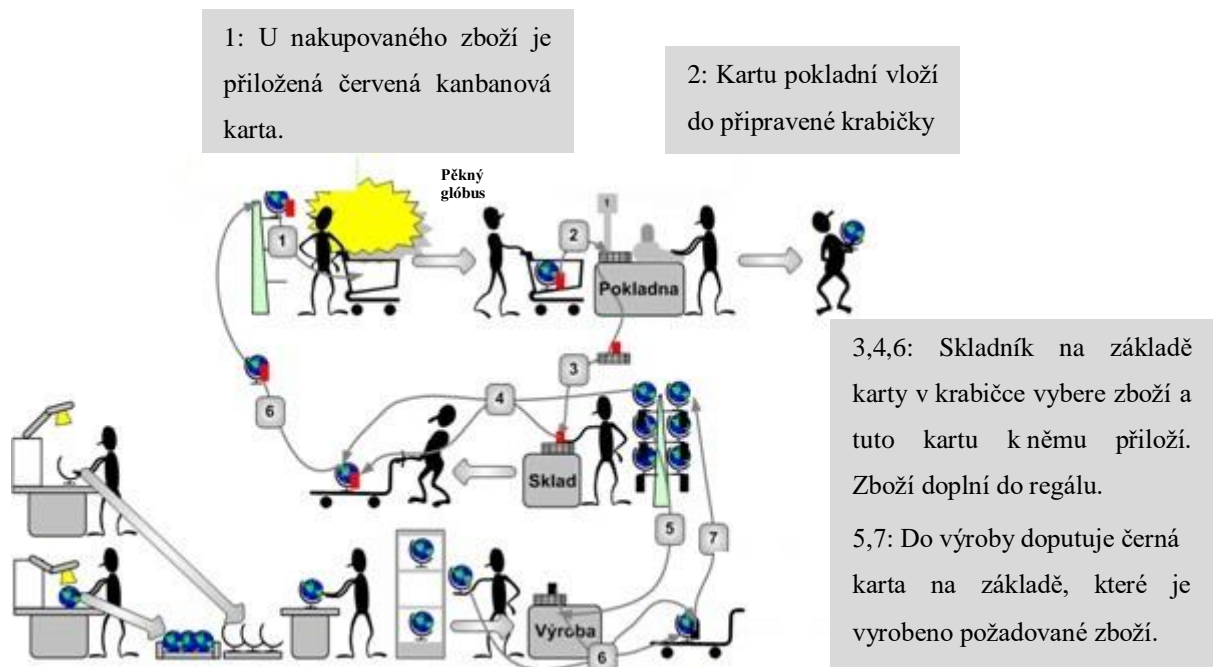
Dalším nástrojem štihlé výroby je Kanban, což je dle Vítka (2012) japonský výraz pro kartu. Systém je založen na kartách, které putují spolu s materiálem, polotovary či hotovými výrobky. Putují mezi články logistického řetězce a zajišťují tok informací. Následující kapitoly se budou podrobně věnovat tomuto systému.

1.7.1 Princip systému

Vítek (2012) popisuje jednotlivé kroky systému následujícími body:

- „Zákazník si z regálu vezme požadované zboží,
- U pokladny jsou ze zboží sejmuty dopravní karty a položeny do skříňky (pošta kanban),
- dopravní karty jsou poslány do skladu,
- poté, co je ze skladu odebráno zboží potřebné pro naplnění regálů, jsou dopravní karty vyměněny za karty výrobní, které se nacházely na zboží,
- výrobní karty jsou dodány zpět do továrny, kde se nyní vyrobí přesné množství stanovené pomocí výrobních karet,
- když je výroba ukončena, jsou na nově vyrobeném zboží umístěny výrobní karty,
- zboží je dáno do skladu, cyklus se uzavře.“

Díky tomuto systému, lze dle autora snižovat skladové zásoby, vyrábět přesně tolik kolik je třeba a lépe dodržovat termíny dodání. Dle autora je systém vhodný pro velkoobjemovou sériovou výrobu a nepotřebuje centrální plánování, protože zákazníkem je každý článek výrobního řetězce. Ten určuje kolik a jakých vstupů potřebuje. Pro snadnější pochopení systému Kanban je přiložen následující obrázek č. 3.



Obrázek 3 Princip kanbanového systému (Kučerák, 2007; úprava autor)

Na obrázku č. 3 je zobrazen princip systému Kanban na využití v běžném supermarketu. Nakupované zboží, v tomto případě glóbus, doprovází dvě kanbanové karty. Červená slouží pro předání informace o doplnění regálu pro skladníka. Černá informuje

výrobu o potřebě vyrobit další glóbus. Pohyb kanbanových karet představuje informační tok, který je nezbytný pro efektivní fungování tohoto systému.

Monden (2011) uvádí, že kanban je informační systém, který hladce řídí vyrobené množství v každém procesu. Dále spojuje procesy ve výrobním závodě, což umožňuje lepší kontrolu nad počtem kusů v materiálovém toku. K tomu, aby kanban správně fungoval je dle autora ve společnosti Toyota podporován:

- hladším průběhem produkce,
- standardizací práce,
- snížením doby potřebné pro nastavení strojů,
- aktivitami zajišťujícími neustálé zlepšování,
- návrhy zlepšující uspořádání strojů,
- autonomií.

1.7.2 Kanbanová karta

Je nositelem informace o potřebném množství, které bude vyžadováno na další výrobní stanici. Dle Japan Management Association (1989) kanbanová karta nese obvykle více informací než pouhé množství. Obsah kanbanových karet si každá společnost stanovuje dle svých potřeb. Autoři uvádějí data, která jsou společná napříč společnostmi:

- název dílu,
- číslo dílu,
- množství dílů v balení.

Dalšími informacemi dle autorů uváděnými na kanbanové kartě mohou být datum a čas výroby, označení výrobní linky, označení balení, číselné i čárové kódy, fotografie dílů atd. Na následujícím obrázku č. 4 lze vidět příklad kanbanové karty ze společnosti Toyota Motors.

Time of Delivery 10:30	Storage Area A 1-1	Toyota Motors Headquarters
Ohashi Iron Works	Item No. 53018-60011	Assembly No. 2
	Item Name R0D S/ANY RADIATOR PRESS LH	Used in FJ Car Type (1)
Store Shelf no. 1 - BOTTOM	21	50
	Box Type SPECIAL Box Capacity 30	
	Parts-ordering Kanban	

Obrázek 4 Kanbanová karta společnosti Toyota Motors (Japan Management Association, 1989)

Karta zobrazená na obrázku č. 4 byla dle autorů používána při dodávání dílů od subdodavatelů. Externí dodavatel, v tomto případě Ohashi Iron Works, přikládal tuto kartu k dílům, které do Toyoty dodávala. Na kartě lze vidět informace o času dodání, skladování, balení, názvu, číslu a počtu kusů výrobku. Japan Management Association (1989) uvádějí, že číslovka 50 znamená číslo brány, ze které jsou díly odebírány.

1.7.3 Druhy Kanbanu

Bilík (2008) člení kanbany na:

- transportní,
- výrobní,
- expresní,
- pomocné.

Transportní kanban je dle Bilíka (2008, s. 20-21) nejjednodušší formou, která se používá mezi dvěma po sobě následujícími pracovišti. Dává pokyn předchozímu pracovišti dodat díl na následující pracoviště. Jako další příklad autor uvádí pohyb materiálu mezi centrálním skladem a výrobním pracovištěm. Nevýhodu tohoto provedení autor vidí v tom, že: *„Disponibilita materiálu na dodavatelském pracovišti je považována v systému transportního kanbanu za samozřejmost.“* Pokud by dodavatelské pracoviště nemělo dostatečnou zásobu, způsobí zastavení činností na zákaznickém pracovišti. Taková situace je ve výrobě nežádoucí.

Výrobní kanban, jak Childe (1997) uvádí, slouží jako impuls k započetí výroby produktu. Pracovníci tedy začnou zpracovávat materiál na začátku pracovní linky, který je označený transportním kanbanem. Ten pošlou zpět do skladu materiálu. Vyrobene kusy označí výrobním kanbanem a zašlou do skladu hotových výrobků. Dle autora je pro zajištění informačního toku mezi prodejnou a výrobním závodem opět použit transportní kanban. Při odebrání hotových výrobků ze skladu je výrobní kanban odeslán na výrobní linku a výrobky jsou označeny transportním kanbanem. Bilík (2008) uvádí další druh kanbanu – expresní. Ten dle autora slouží při výskytu abnormality a taková karta má přednost a zpracovává se před ostatními. Časté využití této karty poukazuje na špatné nastavení systému. Obdobně dle autora funguje pomocný kanban. Dle autora je rozdíl pouze v tom, že expresní kanban má před ostatními přednost. Pomocný je zpracováván, když je na řadě.

1.7.4 Počet Kanbanových karet

Stěžejní otázkou, kterou je třeba při implementaci systému Kanban zodpovědět je: Kolik karet je třeba mít v oběhu? Dle Rosera (2017) počet karet přímo ovlivňuje výkon

systemu. Pokud je množství karet v oběhu nízké následují přerušení výroby, což má za následek opožděné dodávky a nízké vytižení operátorů výroby. Vyšší počet karet dle autora způsobí vyšší zásoby ve výrobě, které zabírají prostor a vážou zbytečně vynaložené náklady. Jak autor uvádí, z těchto dvou možností je přijatelnější mít vyšší zásoby než ohrozit dodávky zákazníkům a proto doporučuje mít v oběhu karet více než méně. Způsobů výpočtu je několik a dále budou vybrané způsoby popsány. Dle Schacherl (2009, s. 44) je třeba si nejprve zjistit několik základních informací o materiálovém toku, ve kterém je třeba kanban zavést:

- „Kolik výrobků se vejde na paletu?,
- Kolik transportních dávek je potřeba pro danou četnost transportů?,
- Může se transportovat smíšená dávka nebo ne?“

Model maximálního stavu zásob

$$PK = \frac{MaxZ}{Q} [ks] \quad (1)$$

kde:

PK ... počet karet v oběhu [ks]

MaxZ ... maximální zásoba (včetně pojistné) [ks]

Q ... množství v přepravce [ks]

Uvedený vzorec č. 1 není náročný na výpočet a potřebná data. Dle Schacherl (2009, s. 44) je však díky tomu nepřesný. Autorka uvádí: „*Oproti některým ostatním modelům však postrádá zahrnutí intervalu dodávek nebo času znovu dodání, což je velmi významný faktor ovlivňující výši maximální zásoby.*“ Maximální zásoba se odvíjí od výše pojistné zásoby, kterou každý člověk stanoví individuálně. Počet kanbanových karet tak může být přebytný. Autorka uvádí, že vzorec je vhodný pro dodávky mezi podniky (dodavatel – zákazník) i pro vnitropodnikové procesy.

Model dle Toyoty I

$$PK = \frac{AC*(T\check{c}+Ts)*(1*\alpha)}{Q} [ks] \quad (2)$$

kde:

PK ... počet karet v oběhu [ks]

AC ... denní spotřeba dílů [ks]

Tč ... průměrný čas čekání na výrobní dávku (čas, kdy se karta dostane z výstupního místa na vstup) [desetina dne]

Ts ... průměrný čas zpracování výrobní dávky v desetinách dne [desetina dne]

α ... pojistný koeficient [-]

Q ... množství v přepravce [ks]

Tento způsob výpočtu č. 2 je oproti výše uvedenému modelu přesnější, protože počítá s průměrnou zásobou a tu lidský faktor neovlivní. Vzorec je vhodný pro vnitropodnikové procesy, jak uvádí Schacherl (2009)

Model dle Toyota II

$$PK = \frac{Q+\alpha}{KP} [\text{ks}] \quad (3)$$

kde:

PK ... počet karet v oběhu [ks]

Q ... maximální zásoba [ks]

α ... pojistný koeficient [-]

KP ... kapacita přepravní jednotky [ks]

Tento vzorec č. 3 dle autorky vychází z myšlenky zlepšení celého procesu tak, aby se minimalizovala velikost výrobních dávek, časů potřebných pro nastavení strojů pro změnu výroby a velikost pojistných zásob.

Model Wiendahl

$$PK = \frac{AC*PC*(1+\alpha)}{Q} [\text{ks}] \quad (4)$$

kde:

PK ... počet karet v oběhu [ks]

AC ... denní spotřeba dílů [ks]

PC ... pojistná zásoba [ks]

α ... pojistný koeficient [-]

Q ... maximální zásoba [ks]

Dle Schacherl (2009) model č. 4 podobně jako model Toyota I (č. 2) počítá s průměrnou zásobou. Zároveň počítá s časy přípravy na výrobu a výrobní dávku a také s pojistnou zásobou. Autorka uvádí, že počet kanbanových karet je u této metody částečně ovlivněn lidským faktorem. Výpočet je však přesnější než uvedené vztahy a lze ho využít jak pro vnitropodnikové tak mezi podnikové procesy.

Model Wildemann

$$PK = \frac{AC*(PPD*Ts*KP+TPZ+T\check{c}+\frac{1}{ID})*\alpha}{Q} [\text{ks}] \quad (5)$$

kde:

PK ... počet karet v oběhu [ks]

AC ... denní spotřeba dílů [ks]

PPD ... počet palet ekonomického objednacního množství [ks]

Ts ... průměrný čas zpracování výrobní dávky v desetínách dne [desetina dne]

KP ... kapacita přepravní jednotky [ks]

TPZ ... čas přípravy a ukončení dodávky [desetina dne]

Tč ... průměrný čas čekání na výrobní dávku v desetinách dne (čas, kdy se karta dostane z výstupního místa na vstup) [desetina dne]
 ID ... interval dodávky [desetina dne]
 α ... pojistný koeficient [-]
 Q ... maximální zásoba [ks]

Dle Schacherl (2009) je model č. 5 poměrně náročný na získání vstupních dat. Je třeba nejdříve spočítat ekonomické objednávací množství na základě vzorce č. 6. Výhodou je dle autorky počítání s intervalem dodávek, což zpřesňuje výpočet.

Ekonomické objednávací množství

$$EOQ = \sqrt{\frac{2*P*D}{C*V}} \text{ [ks, kg,...]} \quad (6)$$

kde:

EOQ ... ekonomické objednávací množství [ks, kg, ...]
 P ... objednávací náklady na jednu objednávku [Kč]
 D ... roční poptávka nebo spotřeba produktu [počet jednotek]
 C ... roční náklady na udržování zásob [procento z výrobních nákladů nebo hodnoty]
 V ... průměrné náklady nebo hodnota jednotky zásoby [Kč]

Schacherl (2009) uvádí, že vzorec č. 6 slouží ke stanovení ekonomického objednávacího množství. Vstupními daty jsou náklady objednání a udržování zásob. Dle autorky model předpokládá konstantní velikost poptávky, přepravní náklady jsou nezávislé na množství a mezi dodavatelem a zákazníkem neexistují žádné zásoby. Autorka uvádí, že modelů pro výpočet množství kanbanových karet je celá řada, v této práci jsou uvedeny nejpoužívanější.

1.7.5 Elektronický Kanban

Kanban systém existuje už poměrně dlouhou dobu – přes 60 let. Bylo tedy třeba přizpůsobit tento systém dnešním podmínkám. V současné době je téměř vše zpracováváno elektronicky a jinak tomu není i u kanbanu. Vznikla elektronická varianta tzv. e-kanban. Houti, El Abbadia, Abouabdellah (2017) uvádějí, že klasický kanban je omezen manipulací s fyzickými kartami. Právě při manipulaci s kartami může dojít ke zpoždění oběhu a tím i celého systému. Případně může dojít ke ztrátě karet, což vede k narušení systému. Dle autorů jsou u e-kanbanu karty v elektronické podobě a obíhají pomocí elektronické výměny dat. E-kanban bývá součástí ERP (Enterprise Resource Planning – plánování podnikových zdrojů) systémů. Drickhammer (2005) uvádí možnost používat e-kanban jako internetovou aplikaci. U klasického kanbanu je karta přiložena k balení výrobku a společně s ním vyslána na další pracoviště. Dle autora je u e-kanbanu karta poslána na základě naskenování čárového kódu případně jiných signálů. Na svých internetových stránkách společnost Axima (2018)

nabízí systém pro e-kanban, který nevyžaduje ani skenování čárových kódů. Senzory uchycené v regálu rozpoznají odběr přepravního boxu. Systém následně vyšle signál pomocí bezdrátového přenosu dat, pro zaslání elektronické kanbanové karty. Dle Axima (2018) poté dojde k doplnění boxu s díly do regálu. Veškeré pohyby je možné sledovat v reálném čase a tak je možné veškeré odchylky analyzovat a případné problémy snadno vyřešit. Tento systém výrazně snižuje nepříznivý vliv lidského faktoru.

1.8 Shrnutí charakteristiky plánování výroby

V první kapitole této diplomové práce byla uvedena teorie spjatá s plánováním výroby a logistickými technologiemi pocházejícími z Japonska. Nejprve bylo vysvětleno plánování výroby a jeho členění. Dále bylo uvedeno řízení výroby, které se jak uvádí Kavan (2002, s. 35) skládá z: „*plánování, organizování, motivování, regulování, kontroly*.“ Dále byl uveden výrobní proces a jeho typologie, která se do značné míry odvíjí od toho, o jaký výrobek jde, kde a jakými postupy je vyráběn a jaký čas je pro produkci potřebný. Další část první kapitoly se věnovala logistickým technologiím. Vysvětlen byl princip tlačných a tažných systémů, štlíhlé výroby včetně jejich nástrojů. Těmi byli např. 5S, „The Visual Factory“, Kaizen, Poka Yoke, Total Productive Maintenance, JIT, JIS. Tyto technologie mají velký vliv na plánování výroby. Závěr kapitoly byl věnovaný systému Kanban, popsání jeho principu, způsobu výpočtu kanbanových karet. Na základě těchto znalostí je možno lépe pochopit činnosti stávajícího plánování výroby ve vybrané společnosti a navrhované řešení, které bude uvedeno ve třetí kapitole této práce.

2 ANALÝZA PLÁNOVÁNÍ VÝROBY VE VYBRANÉ SPOLEČNOSTI

Tato kapitola je zaměřena na rozbor plánování výroby ve vybraném podniku. Pro snadnější chápání problematiky plánování výroby je v této kapitole popsáno odvětví, ve kterém společnost působí. Na konci kapitoly budou uvedeny klady a zápory a celkové zhodnocení současného procesu plánování výroby. Na základě této analýzy budou v další kapitole uvedeny návrhy pro zlepšení tohoto procesu. Tato kapitola je zpracována s využitím interních materiálů vybrané společnosti, jejíž název není dle požadavku společnosti v celé diplomové práci uveden.

2.1 Představení společnosti

Vybraná společnost je mezinárodní a po celém světě má stovky výrobních závodů. V České republice jich je hned několik. Zaměřuje se na výrobu různých dílů do automobilového průmyslu (automotive). Prostředí automotive je průmyslové odvětví, které zahrnuje široké spektrum činností. Dle Nývltové (2010) do něho patří vývoj, výroba, marketing a prodej osobních i nákladních automobilů, autobusů, motocyklů a náhradních dílů. Dle autorky je toto odvětví pilířem českého národního hospodářství. Nývltová (2010, s. 196) dále uvádí: „*Na výrobcích motorových vozidel jsou v České republice závislé stovky podniků, desítky měst a více než sto padesát tisíc zaměstnanců. Ze zahraničních údajů přitom vyplývá, že na každého zaměstnance dále připadá pět až sedm míst u subdodavatelů vyrábějících součásti (včetně gumárenského, textilního, plastikářského či sklářského průmyslu)...*“. Je třeba upozornit na skutečnost, že tato data byla uvedena v knize, která byla vydána před osmi lety a v současné době mohou být tyto hodnoty ještě vyšší. Automobilový průmysl je odvětví náročné na technologie, know-how, investice do výzkumu a technického vybavení, infrastrukturu. Dle autorky je toto odvětví ovlivňováno globálními vlivy a konkurencí. Dalšími vlastnostmi jsou vysoké tempo technického pokroku a závislost na hospodářském cyklu. Vlivem vysokého tempa růstu a velké konkurence vzniká tlak na dobu potřebnou pro vývoj, výrobu, logistické operace a další činnosti v automotive. Jde tedy o odvětví, kde se pracuje hekticky a vše se rychle mění.

2.2 Podniková struktura

Společnost, ve které autor prováděl analýzu plánování výroby, patří mezi dodavatele podnikům vyrábějícím motorová vozidla. Pobočka, ve které působí autor, vyrábí plastové

díly. Pro další zkoumání procesu plánování výroby je třeba nastínit podobu podnikové organizační struktury. Výrobní závod je rozdělen na oddělení, kterými jsou:

- oddělení výroby,
- oddělení logistiky,
- oddělení kvality,
- oddělení projektů,
- oddělení údržby strojů a nástrojů,
- oddělení bezpečnosti na pracovišti,
- oddělení lidských zdrojů,
- finanční oddělení,
- IT oddělení.

V následujících podkapitolách jsou popsány činnosti pracovníků jednotlivých oddělení.

2.2.1 Oddělení výroby

Pro proces plánování výroby je toto oddělení stěžejní, jelikož se spolupodílí na tvorbě plánů a především musí dané plány dodržet.

Výrobní proces je pro většinu produktů stejný. Výrobky či polotovary jsou vyráběné vstřikovacími lisami, do kterých je dopravován základní materiál v podobě plastového granulátu. Případně mohou být doplněny další příměsi. Materiál je ve stroji zahříván na teploty v řádech stovek stupňů celsia. Takto zahřátý materiál je pod tlakem vstříknut do formy, kde získá požadovaný tvar. Po zchladnutí je automaticky dopravován na pracovní stůl, kde probíhá kontrola kvality. Hotové výrobky jsou zabaleny a odeslány zákazníkovi. Polotovary jsou odeslány na montážní linku, kde jsou spojovány a doplňovány o další nakupovaný materiál. Na konci linky jsou výrobky kontrolovány a následně proběhne balení a odeslání zákazníkovi.

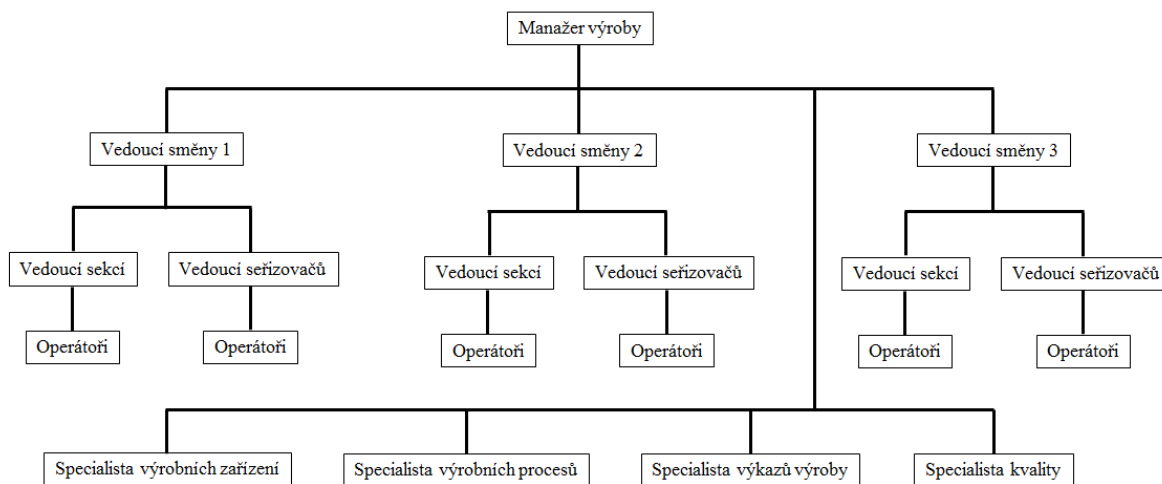
Do oddělení spadají operátoři výroby a jejich vedoucí pracovníci. Operátoři kontrolují kvalitu výrobků, provádějí jejich montáž a balení. Výroba je rozdělena do několika sekcí, z nichž každá sekce má svého vedoucího. Ten má na starosti hladký průběh výroby ve své sekci, řídí své podřízené, spolupracuje s dalšími zaměstnanci z jiných oddělení, kontroluje kvalitu výrobků a proces výroby. V případě potřeby krátkodobě nahrazuje operátora, provádí audity a vyplňuje interní dokumenty.

Výrobní závod pracuje v tří-směnném provozu. Každá směna má svého vedoucího, který je nadřízený vedoucím sekcí. Jejich pracovní náplní je opět zajistit hladký průběh interních procesů, provádějí audity, vytvářejí a vyplňují interní dokumenty, podílí se na

plánování výroby, spolupracují s dalšími odděleními, dohlíží na docházku pracovníků. Vedoucí směny zodpovídá za celou výrobní halu.

Všechny dosud zmíněné zaměstnance má na starosti manažer výroby. Jeho pracovní náplní je plánování výroby, spolupráce s dalšími odděleními závodu, vytváření interních dokumentů, řízení pracovníků, rozhodování v rámci svého oddělení o krátkodobých i dlouhodobých činnostech a plánech.

Kromě vedoucích sekcí a vedoucích směny jsou členy výrobního oddělení seřizovači strojů. Ti provádějí výměny forem ve strojích, případně upravují parametry strojů při problémech s kvalitou výrobků. Dále jsou členy specialisté na výrobní zařízení, kteří jsou nadřízení seřizovačům. Dalšími členy týmu jsou specialista kvality, správce systému výkazu výroby a specialista procesu výroby. Pro snadnější orientaci je na následujícím obrázku č. 5 vyobrazena organizační struktura v oddělení výroby.



Obrázek 5 Organizační struktura oddělení výroby (Interní materiály vybrané společnosti, 2018)

Z obrázku č. 5 je patrné, že organizační struktura ve vybrané společnosti je hierarchická. Manažer výroby je podřízený řediteli závodu.

2.2.2 Oddělení logistiky

Dalším důležitým oddělením z pohledu plánování výroby je logistika. Podobně jako oddělení výroby lze oddělení logistiky rozdělit na pracovníky ve výrobě a v administrativě. Ve výrobě se jedná o operátory, kteří manipulují s baleními hotových výrobků a nakupovaným materiálem mezi výrobními halami a sklady. Dále nakládají a vykládají nákladní vozidla, pomocí skenerů zajišťují informační tok v elektronické podobě a provádějí další logistické činnosti jako balení, etiketování, vychystávání atd.

Administrativní pracovníci se starají o nákup materiálu, správu elektronického informačního systému, sledování a regulování stavů zásob, sledování ukazatelů efektivity výroby a logistiky, řeší vznikající problémy v logistice atd. Z pohledu tématu této práce je však nejpodstatnější pracovník zajišťující kontakt se zákazníkem. Takový pracovník je v přímém spojení s logistickým oddělením u zákazníka. Získává tedy informace o požadovaných objemech výrobků, které předává oddělení výroby a společně vytváří plán výroby. Celé oddělení logistiky vede manažer, který zajišťuje plynulý chod logistických operací, spolupracuje s dalšími odděleními, krátkodobě i dlouhodobě plánuje a rozhoduje v rámci svého oddělení.

2.2.3 Ostatní oddělení

Dále se vybraná společnost dělí na personální oddělení, kvalitu, projekty, údržbu a oddělení bezpečnosti na pracovišti. Dále budou krátce popsány činnosti výše zmíněných oddělení.

Pro výrobu je oddělení kvality velmi důležité, protože sleduje kvalitu výrobků, dodávaného materiálu i procesu výroby. Součástí oddělení výroby je specialista kvality, který kontroluje výrobky a radí operátorům v případě, kdy si nejsou kvalitou jistí. Dalším důležitým zaměstnancem kvality je zákaznický kontakt, který zpracovává reklamace. V případě, že zákazník shledá nějaký výrobek jako nevhodný z hlediska kvality, vystaví reklamaci. Tento zaměstnanec následně ve spolupráci s výrobou zajistí, aby byly zkontrolovány již vyrobené kusy, zda nemají reklamovanou vadu. Dále jsou upozorněni operátoři výroby na reklamovanou vadu, aby nedošlo k další reklamaci. Další pracovníci kvality zajišťují pravidelné kontroly vstupních materiálů, periodické kontroly výrobků, audity kvality, vytváření podnikových standardů kvality, tvorbu a správu dokumentace související s kvalitou atd.

Oddělení projektů má za úkol implementovat nový projekt do výrobního závodu. Projektem v oblasti automotive jsou automobily. Ty se v průběhu času mění, dochází k jejich omlazení (facelift). Vznikají nové generace, které jsou kompletně přepracované. Případně vznikají nové modely. Každý automobil má své interní označení, které používá výrobce automobilů. Toto označení přebírají i dodavatelé dílů pro interní označení svých výrobků a je tomu tak i ve vybrané společnosti. Pod projekt spadají výrobky, které jsou určeny do jednoho automobilu. Zákazník posílá své zaměstnance na návštěvy výrobních závodů a poté na základě získaných informací sám stanoví, v jakém výrobním závodě budou komponenty pro jejich vůz vyráběny. Výrobní závod jen velmi málo ovlivní jaké výrobky a pro jaké vozidlo

bude vyrábět. Rozhodující je cena, ukazatele obratu, zmetkovosti a nákladů. Po rozhodnutí o nové výrobě začne plně nasazení projektových inženýrů výrobního závodu pracovat na implementaci nového projektu. Je třeba komunikovat se všemi odděleními a připravit:

- materiální stránku (stroje, nástroje, pracovní stanoviště, regály, manipulační prostředky, a další vybavení),
- prostorové rozmístění (ve spolupráci s výrobou),
- pracoviště z hlediska bezpečnosti,
- informační systémy pro hladký informační tok,
- finanční plánování,
- kvalitativní aspekty (výrobků, výrobního procesu),
- plánování výroby v testovacích fázích a na začátku sériové výroby.

Projektoví inženýři mohou zasáhnout do plně sériové výroby v případě, že se zákazník rozhodne provádět změny. V takovém případě musí opět zajistit výše zmíněné.

Za bezporuchové fungování strojů a zařízení zodpovídá oddělení údržby a nástrojů. Do týmu patří jednotliví údržbáři, kteří provádějí opravy a pravidelné údržby strojů, výrobních zařízení a nástrojů. Jejich vedoucí plánují a organizují jejich činnosti. Další členové jsou specialisté na stroje a nástroje. Pomáhají běžným údržbářům opravit složitější poruchy. Spolupracují na zefektivnění výrobních procesů. Další člen týmu má na starosti sklad náhradních dílů a materiálu potřebného pro opravy a údržbu. Další zaměstnanec spravuje informační systémy a zajišťuje informační tok.

Oddělení bezpečnosti na pracovišti spolupracuje při tvorbě nových pracovišť, případně úpravě stávajících, pro zajištění bezpečnosti, ochrany zdraví a životního prostředí. Dále dává podněty pro úpravy s cílem zvýšit bezpečnost v celém výrobním závodě. Provádí pravidelné audity, kontroluje dodržování interních pravidel společnosti i legislativy, spravuje dokumentaci, školí zaměstnance, komunikuje s integrovaným záchranným systémem či krajskou hygienickou stanicí a dalšími institucemi. Neustále monitoruje bezpečnost práce v celém závodě, komunikuje s ostatními závody vybrané společnosti a reportuje stav nadřízeným osobám.

Oddělení lidských zdrojů, v podniku označováno zkratkou HR (Human Resources - personální oddělení) má za úkol vyhledávat, uvést, vzdělávat a celkově se starat o zaměstnance. V současné době se společnost potýká s problémem nedostatku pracovních sil, což je problém ve všech odvětvích v celé republice. Dalším velkým problémem je velká fluktuace zaměstnanců. Výroba vyžaduje zaměstnance, kteří mají znalosti ohledně kvality

výrobních a interních procesů výroby. Praxe je při získávání těchto znalostí klíčová. Nejvyšší fluktuace je mezi operátory výroby a seřizovači strojů. Dotýká se i jejich vedoucích pozic, což má přímý vliv na kvalitu plánování výroby. Je tedy potřebná intervence oddělení lidských zdrojů, která vede ke stabilizaci zaměstnanců a jejich dlouhodobého udržení. To je velmi důležité, protože doba zaučení vedoucího pracovníka operátorů výroby, který je zodpovědný za nejnižší stupeň plánování výroby, je cca 6 až 12 měsíců. Nově přichozí pracovník se musí dokonale vyznat ve vyráběných dílech, kterých je cca 100. Musí znát časová okna pro expedici, pojistné zásoby, efektivní využití strojů, operátorů, plánované údržby a musí být schopný rychlé reakce při případné poruše. HR zabezpečuje trénování nových i stávajících zaměstnanců ve spolupráci se všemi odděleními. Vybraná společnost také spolupracuje s několika personálními agenturami, aby naplnila potřebné stavy pracovníků vzhledem k současné situaci na trhu práce, kdy nabídka pracovních míst převyšuje počet pracovních sil.

Oddělení financí provádí controlling závodu a spravuje finanční stránku závodu. Stanovuje, kontroluje a provádí postupy a vyplňuje potřebné dokumenty týkající se účetnictví, objednávání materiálu, zařízení, služeb atd. Dále stanovuje rozpočty jednotlivých oddělení a řeší finanční stránku pojistných událostí. Provádí kalkulace nákladů, výnosů, cashflow a dalších finančních ukazatelů. Provádí finanční analýzy. Spolupracuje s externími auditory či úřady. Také spolupracuje s interními odděleními při plánování dalšího rozvoje. Pravidelně reportuje finanční výsledky závodu nadřízeným pracovníkům a oddělením.

IT (informační technologie) je oddělení, které má za úkol zajistit funkčnost IT systémů a pomáhat uživatelům v případě problémů. Dále zajišťuje zálohu dat, případně objednává a implementuje software i hardware řešení jak ve výrobě, tak v kanceláři.

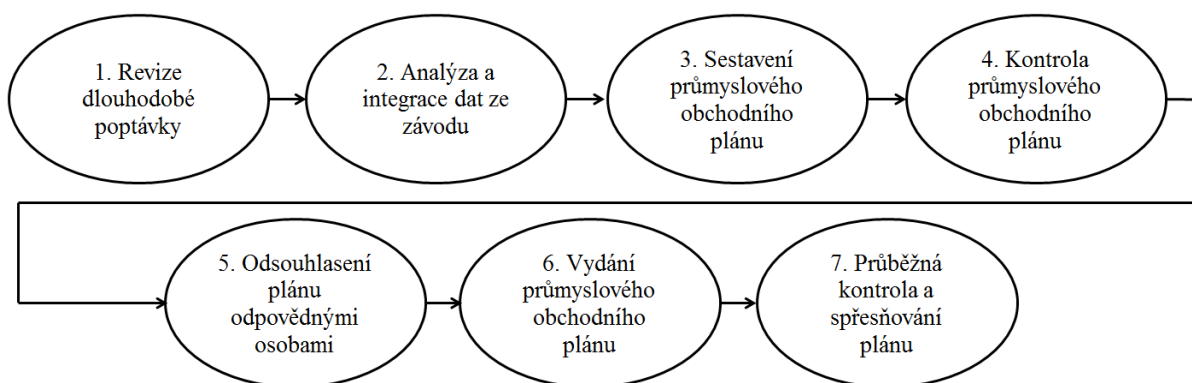
2.3 Proces plánování výroby

V následujících podkapitolách je popsán postup plánování výroby. Vybraná společnost člení plánování výroby na dlouhodobé a krátkodobé. Dlouhodobé plánování je pro období od jednoho týdne do tří měsíců. Krátkodobé plánování je dle společnosti pro období od několika hodin po jeden týden.

2.3.1 Dlouhodobé plánování výroby ve vybrané společnosti

Vybraná společnost plánuje v dlouhodobém období pomocí dvoustupňového plánování. Prvním stupněm je průmyslový obchodní plán (POP). Druhým stupněm je výrobní plán manažera výroby (PMV), který doplňuje každodenní rozhodování manažera. POP je sestavován každý měsíc a obsahuje výhled na následující 3 až 6 měsíců. Hlavním úkolem je uspokojit obchodní potřeby a spravovat důležité zdroje. Celý proces řídí ředitel závodu. Plán

je zpracováván zaměstnancem oddělení logistiky, který spolupracuje s manažery: výroby, HR, nákupu (pracovník nad závodovou úrovní, který spravuje více závodů), finančního oddělení, kvality a se specialistou výrobních zařízení. Celý plán je prezentován na pravidelných schůzkách výše zmíněných pracovníků. Při schůzkách jsou sledovány důležité ukazatele. V případě, že se reálné hodnoty daného ukazatele pohybují mimo cílové hodnoty, jsou navržena nápravná opatření. Sledované hodnoty mají dlouhodobý význam a patří mezi ně potřeba pracovních sil, předpokládaná velikost zásob či rozpočty jednotlivých oddělení. Celý proces má sedm kroků, které jsou schematicky znázorněny na obrázku č. 6.



Obrázek 6 Schéma sedmi kroků průmyslového obchodního plánu (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

V prvním kroku se na základě komunikace se zákazníkem získává a reviduje dlouhodobá poptávka. Má podobu počtu kusů výrobků vztažených na časové období dle kalendáře.

V druhém kroku jsou analyzována a zahrnována závodová data:

- prodeje,
- kalendářní a objemové výhledy výroby,
- stav zásob,
- stav výrobních zařízení,
- další události, které mají dopad na výrobní kapacity (plánované údržby strojů a jiná omezení kapacity strojů),
- data o nových projektech,
- změny ve výrobě,
- kalendář výroby,
- plán směn,
- důležité výrobní ukazatele.

V dalším kroku zaměstnanec logistiky sestaví dokument POP, který je prezentovaný na zmíněné pravidelné schůzce manažerů. Tento dokument obsahuje:

- výrobní kalendář,
- plánované objemy výroby na následujících šest měsíců,
- plán počtu pracovníků na následující tři měsíce,
- konfiguraci výrobních linek,
- POP ve verzi pro dodavatele,
- předpokládanou úroveň zásob hotových výrobků,
- maximální úroveň zásob hotových výrobků.

Ve čtvrtém kroku manažer logistiky zkontroluje vytvořený POP. Zaměřuje se hlavně na pokrytí poptávky zákazníků, úroveň zásob, uspokojení potřeb výroby, výrobní kapacity strojů, dostupnost vstupních materiálů a kapacitu dodavatelů. Po kontrole zmíněných faktorů manažer logistiky stanoví možné problémy, které se mohou za daných okolností vyskytnout. Účelem je stanovit opatření pro odstranění či zmírnění dopadů problémů, které se ve vypracovaném výhledu mohou vyskytnout.

Dalším krokem je schůzka manažerů. Je vedena ředitelem závodu. Nejprve dojde ke zhodnocení předchozího plánu POP. Dále oddělení logistiky prezentuje aktuální POP. Dochází k diskusi o možných problémech a stavech důležitých ukazatelů. Jsou vzneseny návrhy, jak vyřešit problémy, které mohou v budoucnu nastat. Jakmile jsou vyřešena všechna témata a všichni manažeři souhlasí s POP, ředitel daný plán potvrdí a stane se tak závazným. Krokem šest je vytvoření souvisejících dokumentů a distribuce k jejich uživatelům. K tomu musí dojít do tří pracovních dnů po schůzce. Posledním krokem je průběžná úprava plánu v reakci na neočekávané situace. Např. výpadek dodávky vstupních materiálů, výpadek dodávky energií či rozsáhlejší porucha strojů. Reakce probíhá okamžitě po vzniku takové situace. Následující obrázek č. 7 zobrazuje plán POP, který je prezentován na schůzkách.

Vybraná společnost	POP - 09/2018 Průmyslový obchodní plán	A23 Skupina výrobků
Datum:	21.09.18	

Kalendář		Září	Říjen	Listopad			
Pracovní dny		19	23	22			
Pracovní dny zákazníka	Vybraná společnost	19	21	21			
	Zákazník	19,5	20,5	21			

Objemy		Září	Říjen	Listopad			průměr
Celková poptávka zákazníka [ks.]		16 680	18 046	16 784			18 000
Celková měsíční poptávka zákazníka	VÝROBEK Levý	14 350	15 702				13 835
	VÝROBEK Pravý	2 330	2 344				4 150
Celková denní poptávka zákazníka	VÝROBEK Levý	755	748				
	VÝROBEK Pravý	123	112				
Teoretický výrobní plán		878	859	799			
Vyrovňovací množství		880	860	800			

Počet aut		16680	18046	16784			
Zásoby na skladě (konec měsíce)		1 080	1 095	1 112			
	(počet dní)	1,2	1,3	1,4			
Pojistná zásoba	(počet dní)	2,0	2,0	1,0			
Celkové zásoby	(počet dní)	3,2	3,3	2,4			



Počet pracovníků				
Denní pracovní doba	23,0	23,0	23,0	aktualizovat
Počet kusů na pracovníka a hodinu	30,0	30,0	30,0	
Potřebný počet pracovníků	1,3	1,2	1,2	

Kapacita strojů				
Celková kapacita	1270	1270	1270	aktualizovat
Využitelnost strojů	85%	85%	85%	
Potřebný počet strojů	0,81	0,80	0,74	

Komentář:

Obrázek 7 Průmyslový obchodní plán (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Obrázek č. 7 zobrazuje tabulku průmyslového obchodního plánu. V hlavičce tabulky je zapsáno období, pro které je plán vytvořen a také skupina výrobků (kódové označení vozidla). Data v tabulce jsou s výhledem na tři měsíce. Tabulka obsahuje údaje o počtu pracovních dnů, jak ve vybrané společnosti, tak u zákazníka. Odlišnost je způsobena tím, že zákazníci jsou z různých zemí a počet pracovních dnů tak bývá odlišný. Počet pracovních dní slouží pro výpočet počtu potřebných pracovníků. Dále tabulka obsahuje poptávané počty kusů dle výrobků i celkově, velikost zásob, výpočet potřebného počtu operátorů výroby a strojů.

V případě potřeby může být doplněn komentář. V tabulce je také tzv. vyrovnávací množství, které je stanovováno proto, aby byly vyrovnány výkyvy v poptávce. Potřebný počet strojů slouží k efektivnímu využití výrobních zařízení. Hodnota počtu potřebných strojů na měsíc září 0,81 znamená, že k dispozici bude ještě 19 % výrobní kapacity strojů. Ta může být použita k výrobě jiných výrobků, pro testování nových výrobků, případně k servisu výrobního zařízení. Na základě této tabulky je tak umožněno plánování v řádech měsíců. Pokud všichni manažeři souhlasí s plánem, ředitel se v horní části podepíše a tím se stane POP závazným.

Druhým stupněm v dlouhodobém plánování výroby ve vybrané společnosti je výrobní plán manažera výroby (PMV). Slouží ke stanovení objemů výroby po týdnech. Celý proces má sedm kroků a je řízen manažerem logistiky. PMV vychází z POP. Prvním krokem je kontrola POP, kdy jsou objemy výroby stanovené na měsíc rozpočítány a upřesněny na jednotlivé týdny. Ve druhém kroku je průběžně kontrolováno, zda se odvolávky od zákazníka shodují s POP i PMV. Pokud vznikne neshoda pracovník logistiky (hlavní plánovač) komunikuje se zákazníkem důvody změny v poptávce. Případné změny zavede jak do PMV tak do POP. Ve třetím kroku musí hlavní plánovač:

- získat informace o aktuálním stavu výroby,
- porovnat tyto informace s PMV,
- předvídat možné problémy, které mohou nastat,
- získávat informace o plánování vstupních materiálů,
- identifikovat možné problémy s dodavateli,
- získávat informace o změnách ve výrobě (poruchy, údržba...),
- získávat informace o počtu pracovníků,
- získávat informace ze schůzek týkajících se změn na výrobcích, výrobních zařízeních nebo výrobních postupech.

Ve čtvrtém kroku, na základě výše zmíněných informací, hlavní plánovač upravuje stávající a sestavuje PMV na další období. V pátém kroku dochází ke kontrole sestaveného PMV. Plán musí respektovat výrobní časy, se kterými bylo plánováno v předchozím PMV a POP. Dále musí respektovat úroveň zásob tak, aby byla uspokojena poptávka zákazníka a zásoby se pohybovaly mezi stanoveným minimem a maximem. Dále je třeba zahrnout dobu výroby, respektovat dobu trvání pravidelné údržby a tvořit rezervy pro neočekávané poruchy. Šestáým krokem je schůzka manažerů logistiky, výroby, HR, údržby, financí včetně ředitele závodu. Na schůzce je předkládán PMV pro další období. Dochází k diskuzi o sledovaných ukazatelích výkonnosti výroby a možných rizikových situacích. Manažer výroby musí

potvrdit, že daný plán je oddělení výroby schopné splnit. Stejně tak manažer HR potvrdí, že plánovaný počet pracovníků bude k dispozici. Pokud všichni zmínění manažeři potvrdí PMV, manažer logistiky vydá dokument PMV a plán se stává závazným. Na následujícím obrázku č. 8 je dokument PMV vyobrazen.

		PMV							A23																				
Výrobní závod VS		Plán manažera výroby							Skupina výrobků																				
Datum 30.8.2018		Potvrzeno výrobou				Potvrzeno logistikou																							
		Týden 34		35		36						37		38		39		40											
		Minulý týden		Současný týden		Další týden		PO		ÚT		ST		ČT		PÁ		SO		NE									
Počet výrobních dní		1		5		Výrobní dny		5														5		5		4		5	
Vyjádřeno počtem kusů za den																													
POP		0		950																									
POP/PMV shoda		-		102%																									
PMV		Ks/balení		1020		970																							
1389387XZD		Výrobek 1 Levý		900		850		830		830		830		830		830		0		0		760		760		740		693	
1389386XZD		Výrobek 1 Pravý		120		120		100		100		100		100		100						120		120		120		108	
1389860XZD		Výrobek 2 Levý		750		950		780		780		780		780		780						780		760		750		612	
1389861XZD		Výrobek 2 Pravý		101		140		110		110		110		110		110						130		120		120		108	
1390000XZD		Výrobek 3 Levý		820		820		680		680		680		680		680						760		760		760		702	
1389999XZD		Výrobek 3 Pravý		150		110		120		120		120		120		120						120		120		120		108	

Obrázek 8 Plán manažera výroby (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Tabulka plánu manažera výroby, zobrazena na obrázku č. 7, obsahuje údaje o poptávaných množstvích výrobků na jednotlivé dny v týdnu. V hlavičce tabulky je uvedeno o jakou skupinu výrobků se jedná. Dále je uvedeno číslo týdnů a uvedené údaje o množstvích jsou pro předcházející, současný a čtyři nadcházející týdny. Dalším údajem je shoda POP/PMV. Pokud hodnota tohoto ukazatele činí 100 %, znamená to, že oba plány se shodují. Denně však zaměstnanec logistiky komunikuje se zákazníkem a poptávaná množství se často upravují a mírně liší od původního plánu. V tabulce je pro týden 36 hodnota shody 98 %. To znamená, že týdenní výrobní plán počítá s vyšším množstvím, než měsíční předpověď. Naopak hodnoty nad 100 % ukazují, že týdenní plán počítá s nižším množstvím než měsíční předpověď. Snahou je snížit výkyvy v poptávce a dosáhnout 100% shody. Schválený dokument je zaslán manažerovi výroby, vedoucím směn a vedoucím sekcí.

2.3.2 Krátkodobé plánování výroby ve vybrané společnosti

Jak už bylo zmíněno, krátkodobé plánování vybraná společnost stanovuje pro období od několika hodin po jeden týden. Na základě dokumentu PMV vedoucí směny plánují výrobu na své směně případně další směně. Manažer výroby se účastní krátkodobého plánování výroby jako konzultant, se kterým se vedoucí směn radí v případě neočekávaných situací (porucha strojů, výpadky dodávek energií, materiálů, nedostatek operátorů výroby apod.) Celý proces krátkodobého plánování začíná u zaměstnance logistiky (zákaznický

kontakt). Kromě toho, že komunikuje se zákazníkem o poptávce, sleduje stav zásob hotových výrobků i polotovarů. Hotové výrobky jsou k zákazníkům přepravovány nákladními automobily, které opouští výrobní závod v pravidelných časech. Zákaznický kontakt logistiky také sleduje a zabezpečuje včasné odbavení nákladních automobilů. Každé ráno na začátku směny zákaznický kontakt logistiky vytváří tabulku Sledování pokrytí. Do tabulky vyplňuje aktuální stav zásob. Na obrázku č. 9 je uvedena tabulka Sledování pokrytí.

17.9.2018		38. týden				Sledování pokrytí																
A23						časy odjezdu																
Výrobky	číslo dílu	sklad bez pojistné zásoby	počet palet	ks na paletě	Pojistná zásoba	VZ	17.9.2018					18.9.2018					Pojistná zásoba chybí	Pojistná zásoba plán				
							8:05	12:05	15:35	21:05	23:50	3:35	8:05	11:50	15:35	20:05			23:50			
Výrobek 1 levý	1389387XZD	30	68	10	650	240	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	110	0	650
Výrobek 1 pravý	1389386XZD	0	12	10	120	40	20	20	20	20	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	150
Výrobek 2 levý	1389860XZD	64	68	8	490	232	120	112	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	112	0	480
Výrobek 2 pravý	1389861XZD	0	13	8	104	40	24	16	16	24	16	16	24	16	24	16	24	16	24	24	8	112

Obrázek 9 Sledování pokrytí (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

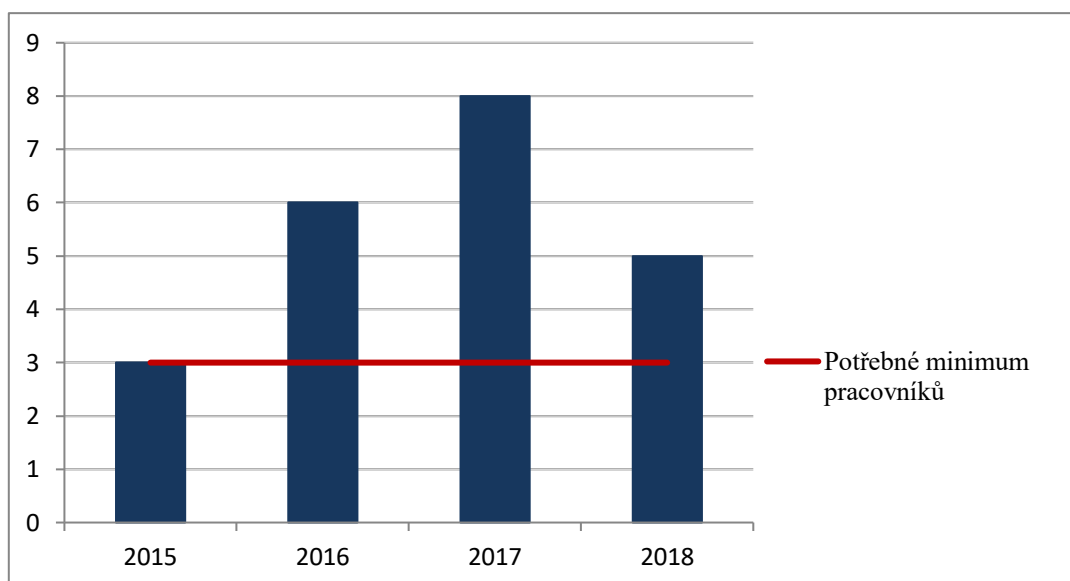
Tabulka Sledování pokrytí (na obrázku č. 9) v hlavičce obsahuje datum, číslo týdne a označení skupiny výrobků. Dále počet kusů na skladě, počet palet a kusů na jedné paletě. Následuje ukazatel počtu kusů pojistné zásoby a počtu kusů ve vychystávací zóně logistiky. V další části tabulky jsou uvedeny časy odjezdu nákladních vozidel s počtem kusů výrobků, které odváží. Zeleně jsou zvýrazněny položky, které jsou v době vyplnění tabulky vyrobeny. Červená zvýrazňuje položky, které nejsou vyrobeny a je třeba je vyrobit tak, aby byly v čase odjezdu připraveny. Zvýrazněny jsou také položky, u kterých je nedostatečná výše pojistné zásoby. Tato tabulka je zaslána manažerovi výroby, vedoucímu směny a vedoucímu sekce, kde se dané výrobky vyrábějí. Na základě tohoto dokumentu začne vedoucí směny plánovat výrobu pro svou směnu. Nejprve musí obejít výrobní halu zjistit stav výrobního procesu na všech lisech a montážích. Zjišťuje, zda výroba probíhá hladce, případně zda nedošlo k poruše stroje, nebo k jiné události, která by zpomalovala, případně zastavila výrobu. Na výrobní hale se nachází regálové systémy, do kterých operátoři výroby ukládají balení se zkontrolovanými hotovými výrobky. Odtud skladníci odebírají balení s výrobky do skladu. Zde musí vedoucí směny zkontrolovat stav zásob. Následně porovná stav zásob všech výrobků s tabulkou Sledování pokrytí. Následně vypočítá kolik kusů je třeba vyrobit a jaký výrobek bude na daném lise/montáži vyráběn poté. Sestaví plán, který každé ráno konzultuje s manažerem výroby na pravidelné schůzce. Manažer výroby odsouhlasí daný plán, případně oba pracovníci společně upraví daný plán v případě vzniku nečekané události. Takové situace nastávají několikrát do týdne. Příčinou těchto situací může být porucha stroje, nedostatek operátorů výroby, nedostatek přepravních balení pro výrobky, naplněný regálový systém,

kvalitativní nedostatky výrobku, kvalitativní nedostatky dodávaných komponentů nebo materiálu, reklamace výrobku od zákazníka, atd. Jakmile taková situace vznikne, musí vedoucí směny rychle reagovat překontrolovat stav zásob ve výrobě i ve skladu a zhodnotit jaký způsobem vyřešit danou situaci, tak aby neohrozil dodání dílů zákazníkovi. Ke správnému a rychlému rozhodování je třeba určité množství zkušeností a výborná znalost:

- zastupitelnosti strojů, výrobních a nevýrobních zařízení,
- doba trvání výměny forem pro lisování dílů,
- doba trvání úpravy pracoviště pro výrobu jiného výrobku,
- doba seřízení strojů,
- doba úpravy/opravy strojů, forem, výrobních zařízení,
- postup při zjištění kvalitativní nedostatků,
- doba trvání logistických operací,
- doba trvání přípravy materiálu pro výrobu.

Všechny zmíněné body musí vedoucí směny zvážit při plánování výroby pro efektivní využití strojů a pracovníků. Zároveň tyto znalosti vedoucí načerpá převážně ze zkušeností. To je dáno tím, že doby trvání některých zmíněných činností nejsou přesně stanovené a odvíjí se od dané situace, velikosti poškození zařízení nebo povahy kvalitativního nedostatku. Dále musí být vedoucí směny dokonale informován o dění na výrobní hale. Minimálně každou hodinu tedy prochází halu, jednotlivé výrobní sekce a kontroluje výrobní proces. Celkem zabere vedoucímu směny plánování výroby cca 175 min za směnu.

Problémem je náročnost krátkodobého plánování pro nové pracovníky na pozici vedoucích směny. V současné době je ve vybrané společnosti velká fluktuace zaměstnanců. Grafické znázornění celkového počtu zaměstnanců na pozici vedoucí směny je uvedeno na obrázku č 10.



Obrázek 10 Celkový počet pracovníků na pozici Vedoucí směny (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Pracovníci na pozici vedoucí směny pracují ve třisměnném provozu. Závod vybrané společnosti tedy potřebuje tři pracovníky na tuto pozici. Z obrázku č. 10 vyplývá, že v roce 2015 nedošlo k odchodu žádného pracovníka z této pozice. Za celý rok 2016 pracovalo na zmíněné pracovní pozici celkem 6 pracovníků. Bylo třeba zapracovat tři nové pracovníky. V roce 2017 se počet pracovníků zvýšil. Pětkrát za rok bylo třeba zapracovat nového pracovníka. V roce 2018 došlo ke snížení celkového počtu pracovníků na zmíněné pozici. U dvou směn ze tří došlo ke změně vedoucího pracovníka. Za poslední tři roky došlo několikrát k obměně vedoucího směny na všech směnách. Nový pracovník vyžaduje dlouhou dobu zácvičku, aby se naučil současný systém plánování výroby. Každá chyba nese velké riziko nedodání výrobků zákazníkovi. Případné nedodání, může způsobit zastavení výrobní linky zákazníka, z čehož plynou vysoké pokuty a narušení důvěry zákazníka ve vybranou společnost. V extrémních případech může být zrušena spolupráce, čímž dojde ke ztrátě projektu a propouštění zaměstnanců, proto bude vypracován návrh na úpravu krátkodobého plánování výroby ve vybrané společnosti, jehož cílem je snížení skladových zásob a snížení náročnosti plánování výroby na pracovníky vedoucích směny.

2.4 Výrobní proces

Vybraná společnost vyrábí díly pro mnoho projektů. Analýza systému plánování se zejména týkala nejvýznamnější výrobní linky v závodě. Nejvýznamnější je proto, že prodeje z tohoto projektu mají největší podíl na celkových prodejích vybrané společnosti. Pro snadnější pochopení plánování výroby je v této podkapitole podrobně popsán proces výroby.

Daný výrobek je plastový díl, který se v závodě vybrané společnosti vylisuje a osadí komponenty. Na začátku procesu tedy je vstříkovací lis, který nahřeje vstupní materiál (plastový granulát) na teplotu cca 200°C a pod tlakem ho vstříkne do formy, kde plast získá požadovaný tvar. Následně je díl robotickým ramenem vyjmut z formy a dopraven na dopravníkový pás, po kterém se díl dopraví k operátorovi výroby, který provede kontrolu kvality. Zkontrolovaný díl je odložen do vozíku, který má kapacitu 5 kusů. Manipulant následně s vozíkem zajede ke skladovacímu systému, kam přesune díly z vozíku. Zmíněný systém tvoří kovové trubky, které slouží jako dráha, na níž jsou zavěšeny háky. Na háky jsou navěšovány díly. Na obrázku č. 11 je vyobrazen obdobný systém použitý v jiné společnosti.



Obrázek 11 Závěsný systém pro skladování výrobků (Imeguisa Portugal, 2017)

Na obrázku č. 11 je vyobrazený skladovací systém portugalské společnosti Imeguisa. Tento systém slouží ve vybraném závodě jako mezisklad mezi operacemi lisování a montáží výrobků. Je určen k zajištění požadované doby chlazení dílů po vstříkování (technologická pauza) a k vykrytí nevýrobního času (lis vyrábí jiný výrobek než je aktuálně potřebný na montáži). Dále slouží k vyrovnání výkyvů mezi výrobou a montáží. Výkyvy mohou být způsobeny poruchou strojů nebo forem, dále špatným plánováním výroby, výpadkem elektrické či jiných energií, nedostatkem pracovníků atd. Vylisovaný díl se dále přesune na výrobní linku, kde je opracován. Namontují se různé komponenty, které jsou buď ručně nasazeny, nebo jsou výrobním zařízením zavařeny. Na konci výrobní linky je konečná kontrola kvality, kde je zkontrolován daný výrobek a založen do přepravního balení.

Pracovníci logistiky pomocí vysokozdvížného vozíku přepraví balení s díly do skladu. Zde jsou balení nakládána do nákladního automobilu, který 6x denně odjíždí k zákazníkovi. Na stejné výrobní lince se vyrábí dva druhy tohoto výrobku. Verze levá pro automobily s řízením na levé straně a verze pravá pro automobily s řízením na straně pravé. Na lince není možné najednou vyrábět obě verze výrobku. Každá verze má své formy, které je třeba při změně výroby vyměnit. Při změně výroby se musí přizpůsobit i jiná zařízení na výrobní lince. Celková doba potřebná pro změnu verze na výrobní lince je 15 minut a vyžaduje spolupráci všech pracovníků na této lince.

Plánování výroby se dá rozdělit na část lisovny a montáže. Pro plánování výroby na lisovně vedoucí směny sledují naplnění výše zmíněného skladového systému, dále plán manažera výroby a sledování pokrytí. Na základě těchto informací musí sami vytvořit harmonogram kolik kusů, jakého výrobku bude na jakém stroji vyrobeno. Čas, který je potřeba k přípravě lisování jiného výrobku je 25 min. Během tohoto času dochází k výměně vstřikovací formy. Při této činnosti může nastat chyba lidského faktoru, kdy vedoucí směny nařídí výměnu formy, po výměně však vedoucí směny zjistí, že je třeba na daném stroji vyrábět jiný výrobek a proces výměny je třeba provést znovu. Standardně by stroj byl zastaven na 25 min. Díky tomuto pochybení stroj nevyrábí 50 min. Taková situace je v automotive nežádoucí. Toto se stává spíše nezkušeným pracovníkům vedoucí směny, těch je ale v současné době více. K tomu aby vedoucí směny mohli kvalitně plánovat je třeba mnoho zkušeností, protože podmínky se mění takřka z hodiny na hodinu, proto je třeba velmi často sledovat zmíněné podmínky a být připraven na danou situaci reagovat.

K plánování na montáži je třeba sledovat výrobní plán manažera výroby, sledování pokrytí a skladové zásoby. Je třeba sledovat, aby byly včas připraveny výrobky pro každé nákladní vozidlo, které denně odjíždí. Opět na základě získaných informací vedoucí směny stanoví plán výroby na své směně, který i několikrát do hodiny kontrolují. Toto se týká pouze jednoho projektu a vedoucí směny má na starosti všechnu výrobu na svém výrobním oddělení. Případné usnadnění plánování výroby ulehčí vedoucím pracovníkům, kteří by se mohli lépe věnovat dalším činnostem, které jsou potřeba pro zajištění výroby, např. komunikace s dalšími odděleními, plánování potřebných pracovníků (dovolená, přesčasy atd.), administrativa, navštěvování pracovních schůzek, pohovory s novými pracovníky, dohlížení na kvalitu výrobního procesu atd.

2.5 Shrnutí analýzy plánování výroby

Jelikož vybraný závod patří do poměrně velké mezinárodní společnosti, existují zde jasná pravidla směrnice či postupy na různé činnosti napříč všemi odděleními. Systém dlouhodobého plánování, tak jak je chápán ve vybrané společnosti, dle manažerů funguje dobře a není třeba zde nic měnit. Manažer výroby však spatřuje prostor pro zlepšení u krátkodobého plánování. Konkrétně jde o činnosti vedoucího směny. Dle manažera výroby problém způsobuje chybovost lidského faktoru. Dlouhodobě zaměstnaní pracovníci dosahují nižší chybovosti díky nabitým zkušenostem. V současné době je zvýšená fluktuace zaměstnanců na pozici vedoucí směny. Zde došlo za poslední tři roky několikrát k obměně pracovníků. Na zmíněnou pracovní pozici je však třeba poměrně dlouhá doba zaškolení a zapracování. Nový pracovník je naprosto samostatný přibližně po roce zaměstnání ve vybrané společnosti. V současné době nastávají situace, kdy nastoupí nový pracovník a dochází k jeho adaptaci a zaškolování. Dle interních směrnic společnosti by měl odstupující pracovník zaškolit nového pracovníka během výpovědní doby. V praxi se však stává, že odstupující pracovník odejde po dohodě dříve. Směna, na které pracoval, je vedena nedostatečně. Činnosti, které prováděl odstupující vedoucí směny, musí být provedeny jinými pracovníky z ostatních směn, případně musí manažer výroby provádět některé činnosti. Tím je však omezen jeho čas i čas ostatních pracovníků určený jejich povinností. Zvýšená fluktuace způsobuje, že po určité době zaškolení, kdy je od pracovníka očekávaná určitá míra samostatnosti, pracovník odchází ze společnosti. Manažer výroby by uvítal usnadnění zapracování nového zaměstnance na pozici vedoucí směny, které by umožnilo kratší dobu zapracování, zjednodušení každodenních činností a především snížení vlivu lidského faktoru na krátkodobé plánování.

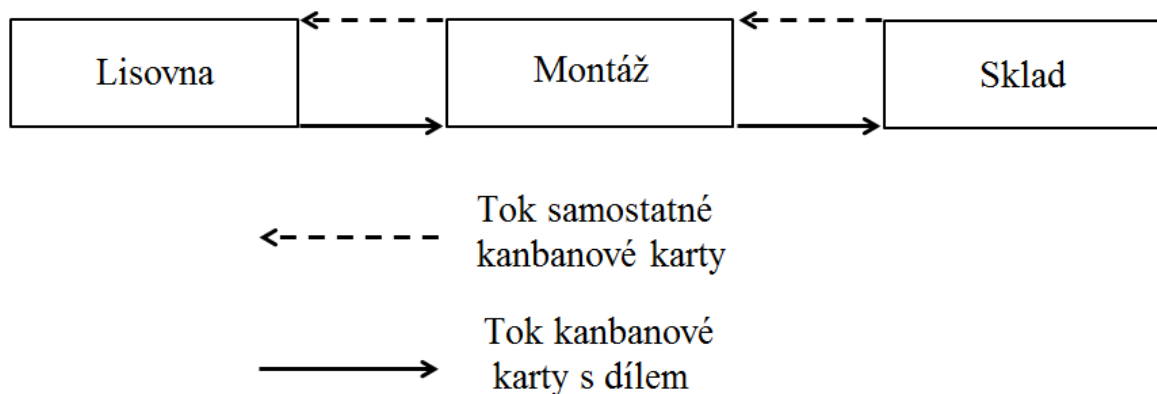
Ve vybrané společnosti, která je zkoumána v této diplomové práci, dochází ke změnám ve výrobě poměrně často. Je to dáno odvětvím (automotive). Toto odvětví pružně reaguje na změny v poptávce po automobilech. Výrobci vyžadují, aby stejně pružně dokázali reagovat i jejich dodavatelé. Společnosti, které jsou součástí automobilového průmyslu, tak musí být neustále otevřeny změnám. Dle manažera je zkoumaný závod vybrané společnosti v současné době atraktivní pro své zákazníky. Takovouto zpětnou vazbu vedení závodu získává z pravidelných auditů. Zákazníci tedy mají zájem vyrábět komponenty pro své výrobky v analyzovaném závodu. Skladovací prostory jsou limitovány a nezůstává prostor pro přijetí nových projektů. Vedení závodu hledá řešení, které by uspořilo skladovací prostor, který by umožnil přijmout nové projekty.

3 NÁVRH NA ÚPRAVU PLÁNOVÁNÍ VÝROBY

Na základě pozorování a konzultace s kompetentními osobami bylo možno sestavit návrh pro zlepšení situace v krátkodobém plánování. Navrhovaným řešením je aplikace systému Kanban. Tento systém nevyžaduje plánování výroby, nýbrž dochází automaticky k regulaci výroby na základě oběhu kanbanových karet. V následujících podkapitolách bude uveden návrh aplikace systému do závodu vybrané společnosti.

3.1 Návrh aplikace systému Kanban

Navrhovaným řešením je zavést systém Kanban pro proces výroby uvedený v podkapitole 2.4. Jelikož je výroba v současnosti členěna na lisovnu a montáž, bude třeba dvou kanbanových okruhů. První okruh by byl vložen mezi lisovnu a montáž a druhý mezi montáž a logistický sklad. Na obrázku č. 12 je zobrazeno schéma kanbanového systému.



Obrázek 12 Schéma kanbanového systému (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Ze schématu na obrázku č. 12 je patrné, že na začátku procesu se nachází sklad. Po odebrání hotového dílu z montáže, by kanbanová karta byla umístěná do tabule na odběrném místě. Po nahromadění počtu karet, které odpovídá velikosti výrobní dávky, by skladník odnesl všechny karty na začátek montáže. To je signál pro započítí výroby na montáži. V okamžiku odebrání dílu k montáži bude kanbanová karta zaslána na lisovnu. Nahromaděním počtu karet odpovídajícím výrobní dávce vzniká signál k výrobě požadovaných dílů na lisovně. Výhodou tohoto systému je snížení skladových zásob jak ve výrobě, tak ve skladu. Oba procesy tento systém více prováže a tak není třeba držet vysoké množství polotovarů a hotových dílů na skladě. Toto řešení vyžaduje úpravu pracovišť, aby pracovníci logistiky neztráceli čas s donáškou kanbanové karty po každém odebraném balení, je třeba na konec montážní linky umístit tabuli. Zde by byly ukládány kanbanové karty

ze skladníky odebraných balení dokud množství karet nedosáhne velikosti výrobní dávky. Příklad tabule je vyobrazen na obrázku č. 13.



Obrázek 13 Tabule na kanbanové karty (SESA-SYSTEMS, 2015)

Tabule na obrázku č. 13 je příklad, jak by mohla vypadat tabule pro potřeby navrhovaného řešení. Tabule bude rozdělena na dva sloupce, jeden pro levou verzi a druhý pro pravou verzi. Každé „okénko“ by bylo určeno pro jednu kartu. Počet „okének“ odpovídá velikosti výrobní dávky. Díky tomu by byla zaručena přehlednost. Při pohledu na tabuli bude přehledně vidět kolik a jaké verze výrobku je třeba vyrobit. Zavedení systému kanban vyžaduje provést následující aktivity:

- instalace tabule na kanbanové karty 2x,
- instalace dráhy pro dopravu kanbanových karet mezi montáží a lisovnou,
- výroba kanbanových karet,
- proškolení pracovníků,
- pravidelná inventura kanbanových karet,
- pravidelná kontrola funkčnosti systému a úprava dle aktuálních potřeb.

Jedna tabule pro kanbanové karty by byla umístěna do prostoru, kde skladníci odebírají balení hotových výrobků a druhá tabule na začátek montážní linky. Skladníci budou přenášet kanbanové karty mezi těmito dvěma tabulemi. Dopravu karet mezi lisovnou

a montáží by zajistila zmíněná dráha. Pravidelná inventura karet je velmi důležitá. Systém kanban je pro pracovníky ve výrobě i logistice nový a mohou nastat situace, že karty se budou ztrácet. Je tedy třeba řádně zaškolit pracovníky, aby prováděli činnosti v souladu se systémem kanban. Inventurou karet lze zajistit správné množství karet v oběhu a v případě ztráty včasné doplnění potřebného množství. Celý systém je třeba pravidelně kontrolovat a sledovat jeho funkčnost, aby byl přínos pro závod co nejvyšší.

3.2 Výpočet velikosti výrobní dávky

Jelikož se na dané lince vyrábí dva druhy výrobků, je třeba pracoviště upravit pro změnu vyráběné verze. Tato úprava zabere 15 minut. V případě častějších změn verzí může docházet k neefektivnímu využití strojů a pracovníků, proto je třeba vyrábět ve výrobních dávkách. Tomek a Vávrová (2007, s. 132) uvádí: „*Výrobní dávka je množství výrobků (součástí, dílů), které jsou současně zadávány nebo z výroby odváděny, jsou opracovávány v těsném časovém sledu nebo současně, a to na určeném pracovišti a s jednorázovým konstantním vynaložením nákladů na přípravu a zakončení příslušného procesu (operace)*“. Dle interních dokumentů vybrané společnosti se velikost výrobní dávky stanovuje jako desetinásobek času potřebného pro změnu vyráběné verze. V tomto případě se vyrábí na téže lince výrobky pravé a levé. Zmíněný čas zahrnuje všechny činnosti, které jsou prováděny od vyrobení posledního dílu levého výrobku po začátek výroby pravého a obráceně.

$$VD = \frac{10 \cdot \frac{\check{C}V}{60} \cdot 3600}{\check{C}C} \text{ [kusů]} \quad (7)$$

kde:

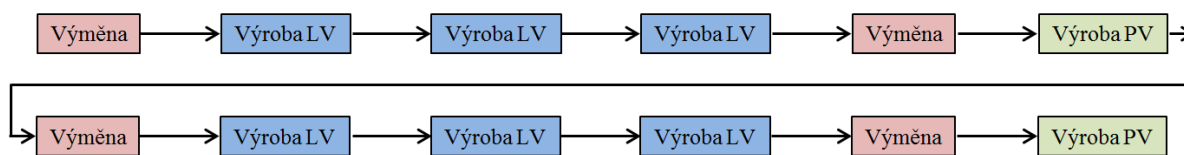
VD ... velikost výrobní dávky [kusy]

ČV ... čas potřebný pro změnu verze [minuty]

ČC ... čas cyklu výrobní linky [sekundy]

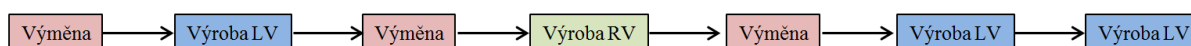
Kromě času potřebného pro změnu verze je k výpočtu třeba znát čas cyklu výrobní linky. Tento čas zahrnuje všechny činnosti prováděné všemi operátory na lince při výrobě jednoho dílu. Je to tedy čas potřebný pro výrobu jednoho dílu. Čas potřebný pro změnu verze činí 15 min a jeden výrobek je vyroben za 67 sekund. Výsledná velikost výrobní dávky je 135 kusů. Tento výsledek je dán teoretickým výpočtem a je třeba přihlídnout k okolnostem v praxi. Například počet kusů v balení. Není vhodné stanovovat velikost výrobní dávky tak, že na konci vznikne neúplné balení. Poté mohou vznikat problémy kde neúplné balení uskladnit, jak ho označit, jak s ním pracovat atd. Počet kusů v balení tohoto výrobku je 10. Po zaokrouhlení výsledku s přihlédnutím k počtu kusů v balení by velikost výrobní dávky činila 140 kusů. Dalším faktorem rozhodujícím o velikosti výrobní dávky je počet změn verzí.

Je třeba správně vybalancovat počet přechodů mezi verzemi a dobu výroby tak, aby byl efektivně využit produktivní čas. K určení počtu výměn je využito schéma na obrázku č. 14.



Obrázek 14 Schéma výrobního cyklu s velikostí dávky 140 kusů obou verzí (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Z obrázku č. 14 vyplívá, že při vypočtené dávce 140 kusů je maximální počet výměn čtyři za den. Výroba analyzovaného výrobku podléhá mezinárodním bezpečnostním předpisům, protože obsahuje bezpečnostní prvek – airbag. Funkčnost airbagu má přímý vliv na bezpečnost posádky automobilu. Z tohoto důvodu musí po každé změně verze dojít k otestování funkčnosti airbagu u prvního vyrobeného kusu. Výroba musí být zastavena, dokud není proveden úspěšný test. Z tohoto důvodu je vhodné stanovit velikost výrobní dávky tak, aby byl snížen počet výměn a nenarůstal neefektivně využitý čas (testování výrobků). Z celkových denních objemů zabírá levá verze přibližně 80 % a pravá 20 %. Denně je tedy třeba vyrobit výrazně více levé verze než pravé, proto bylo rozhodnuto, že velikost výrobní dávky levé verze bude 250 kusů a pravé verze výrobku bude 200 kusů. Maximální počet výměn lze vyčíst z obrázku č. 15.



Obrázek 15 Schéma výrobního cyklu s velikostí dávky 250 ks levé a 200 ks pravé verze (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Z obrázku č. 15 vyplívá, že maximální počet výměn se stanovenou velikostí dávky je tři za den. Počet výměn je ovlivněn pořadím odběru hotových výrobků na sklad. V pořadí v jakém byly odebrány výrobky na sklad, jsou umístěny kanbanové karty na začátek výrobní linky. Úpravou pořadí odbírání na straně oddělení logistiky lze snížit počet výměn na dvě denně. Porovnání vypočtené velikosti dávky oproti stanovené je uvedeno v tabulce č. 1.

Tabulka 1 Porovnání velikostí výrobních dávek

	Výrobní dávka: levá verze: 140 pravá verze: 140	Výrobní dávka: levá verze: 250 pravá verze: 200
Počet vyrobených kusů za den	1311	1091
Maximální počet výměn	4	3

Zdroj: Vybraná společnost (2018), úprava autor

Z tabulky č. 1 vyplývá, že vypočtená velikost výrobní dávky způsobuje více změn verzí než stanovená velikost dávky. Při výrobě v dávkách je výroba ukončena po dokončení poslední celé výrobní dávky. Celkový počet vyrobených kusů za den je u vypočtené velikosti dávky vyšší než u stanovené velikosti dávky, což způsobuje větší skladové zásoby. Vhodnější je stanovená velikost dávky díky nižšímu počtu změn verzí a celkovému počtu vyrobených kusů. Pro další výpočty bude výrobní dávka stanovena na 250 kusů pro levou verzi a 200 kusů pro pravou. Velikost výrobní dávky bylo také třeba stanovit pro lisovnu. Zde byla velikost dávky stanovena shodně pro levé i pravé díly na 250 kusů.

3.3 Výpočet množství kanbanových karet

Na základě výpočtu velikosti výrobní dávky lze stanovit potřebný počet kanbanových karet. Dále budou uvedeny dva výpočty potřebného množství kanbanových karet z teoretické části této práce. Doplněny budou výpočtem, který byl použit v jiných závodech vybrané společnosti. Následně budou výpočty společně porovnány. Následující výpočty se týkají okruhu mezi montáží a skladem. Prvním výpočtem je model dle Toyoty I, který je uvedený v podkapitole 1.7.4, vztah č. 2.

Model dle Toyoty I

$$PK \text{ pro výrobek levý} = \frac{750 \cdot (0,17 + 0,19) \cdot (1 + 0,1)}{10}$$

$$PK \text{ pro výrobek levý} = 30$$

$$PK \text{ pro výrobek pravý} = \frac{194 \cdot (0,6 + 0,16) \cdot (1 + 0,1)}{10}$$

$$PK \text{ pro výrobek pravý} = 17$$

Denní spotřeba dílů je počet kusů, které jsou denně vyrobeny. Čekání na výrobní dávku je čas, za který se karta dostane z výstupního místa na vstup. Doba zpracování výrobní dávky je čas potřebný pro výrobu takového počtu kusů, které se rovná velikosti výrobní

dávky. Pojistný koeficient α se dle Strachoty (2018) pohybuje od 0,05 do 0,1. Dle modelu Toyota I je třeba 30 kanbanových karet pro levou verzi a 17 karet pro verzi pravou. Následuje vztah č. 4 dle modelu Wiendahl, uvedený v podkapitole 1.7.4.

Model Wiendahl

$$PK \text{ pro výrobek levý} = \frac{750 * 720 * (1 + 0,1)}{1240}$$

$$PK \text{ pro výrobek levý} = 48$$

$$PK \text{ pro výrobek pravý} = \frac{194 * 240 * (1 * 0,1)}{480}$$

$$PK \text{ pro výrobek pravý} = 10$$

Denní spotřeba dílů je počet kusů, které jsou denně vyrobeny. Pojistná zásoba je počet kusů, který je dlouhodobě udržován na skladě pro pokrytí neočekávaných výkyvů mezi spotřebou a výrobou. Pojistný koeficient α byl stejně jako u modelu Toyota I stanoven na 0,1. Maximální zásoba je maximální počet kusů, který je závod schopen držet. Výsledek je třeba vydělit počtem kusů v balení, protože kanbanovou kartou bude označováno celé balení. Potřebný počet karet je 48 kusů pro levou verzi a 10 pro pravou verzi. Dále je uveden vzorec pro výpočet množství kanbanových karet, který používá vybraná společnost ve svých závodech.

Vzorec pro výpočet množství kanbanových karet ve vybrané společnosti

$$PK = \frac{VD}{Q_b} + \left(\frac{(N_v - 1) * t_{vd} + N_v * t_v + \frac{t_{vd}}{2}}{60} + LT_{var} \right) * \frac{Q_k}{O_t * Q_b} \text{ [ks]} \quad (8)$$

kde:

PK ... počet karet v oběhu [ks]

VD ... velikost výrobní dávky [ks]

Q_b ... počet kusů v balení [ks]

N_v ... počet verzí [ks]

t_{vd} ... doba výroby jedné dávky [min.]

t_v ... čas potřebný pro změnu verze [min.]

LT_{var} ... LT variace [-]

Q_k ... počet vyrobených dílů za den [ks]

O_t ... dostupný produktivní čas [hod.]

$$PK \text{ pro výrobek levý} = \frac{250}{10} + \left(\frac{(2 - 1) * 266 + 2 * 15 + \frac{266}{2}}{60} + 0,5 \right) * \frac{750}{22,5 * 10}$$

$$PK \text{ pro výrobek levý} = 51$$

$$PK \text{ pro výrobek pravý} = \frac{200}{10} + \left(\frac{(2-1) * 266 + 2 * 15 + \frac{266}{2}}{60} + 0,5 \right) * \frac{194}{22,5 * 10}$$

$$PK \text{ pro výrobek pravý} = 27$$

Interní vzorec vybrané společnosti vyžaduje větší množství vstupních dat oproti uvedeným modelům Toyota I a Wiendahl. Hodnoty denní spotřeby dílů jsou zohledňovány při výpočtu u všech zmíněných modelů. Doba výroby je zohledněna u modelu Toyota I a interního vzorce vybrané společnosti. Model Wiendahl k výpočtu vyžaduje pouze množství spotřebovaných dílů a pojistné zásoby, nezahrnuje dobu výroby ani počet kusů v balení. Modely Wiendahl a Toyota I počítají s pojistným koeficientem α . Dle Strachoty (2018) se uvedený koeficient pohybuje od 0,05 do 0,1. Pro výpočet byla stanovena hodnota α 0,1. Vzorec vybrané společnosti zohledňuje počet verzí výrobku, které mohou být vyráběny a čas, který je třeba pro změnu vyráběné verze. Dále počítá s koeficientem LT variace. Díky tomuto koeficientu je do výpočtu zaneseno plánované zdržení či neefektivita procesu. Plánovaným zdržením může být doba, kdy nelze výrobek dále zpracovávat z důvodu získání určitých vlastností (chladnutí, zrání apod.). Dále model zohledňuje velikost výrobní dávky, což je také zohledněno u modelu Toyota I. Model Wiendahl velikost výrobní dávky do výpočtu nezahrnuje. Modely Toyota I a Wiendahl nezohledňují počet verzí výrobku, pro které je systém Kanban navrhován. Interní vzorec vybrané společnosti zohledňuje počet verzí a dobu dostupného produktivního času. V následující tabulce č. 2 je uveden přehled vypočítaných množství kanbanových karet.

Tabulka 2 Přehled vypočítaných množství kanbanových karet

	Levá verze výrobku	Pravá verze výrobku
Toyota I	30	17
Wiendahl	48	10
Model vybraného závodu	51	27

Zdroj: Vybraná společnost (2018), úprava autor

Z tabulky č. 2 je patrné, že největší počet karet vyšel u interního vzorce závodu vybrané společnosti. Nejméně karet pro levou verzi předpokládá model Toyota I, pro pravou verzi model Wiendahl. Bude-li uvažována velikost dávky 250 kusů levé verze výrobků, počet kanbanových karet bude 25. Při použití množství karet dle modelu Toyota I by došlo k zastavení výrobní linky po vyrobení první dávky. V tomto okamžiku by v čekací frontě bylo pět karet. Toto množství není signálem k další výrobě, což znamená, že by výrobní linka čekala na doplnění karet. Stejná situace by nastala při použití 48 karet modelu Wiendahl. U pravé verze je výrobní dávka 200 kusů, tzn. 20 karet. V tomto případě by ani nedošlo k započítání výroby první dávky, protože počet karet je nižší, tzn., neexistuje signál k výrobě.

Vzorců pro výpočet karet existuje mnoho, některé jsou více a některé méně přesné. Nelze brát jakýkoli výsledek jako normu, se kterou bude systém spolehlivě fungovat. Výsledky je vhodné brát jako doporučení a reálný počet karet v oběhu je třeba přizpůsobovat reálné situaci. Funkčnost systému je třeba sledovat zvláště po zavedení, kdy je systém pro všechny nový. Je třeba komunikovat s pracovníky, odhalovat tak nedokonalosti v systému a následně je odstraňovat. Počet karet výrazně ovlivňuje funkci systému kanban. Aby nedošlo k ohrožení funkčnosti systému, je lepší mít na začátku v oběhu karet více. Později může být počet snižován, čímž by došlo ke snížení skladových zásob hotových výrobků. Snižování počtu karet je vhodné provádět po menších množstvích, aby nedošlo k narušení oběhu karet. Dlouhodobě je také třeba systém sledovat a přizpůsobovat měnící se situaci.

Dosavadní výpočty se týkaly oběhu karet mezi montáží a skladem. Dále bude uveden výpočet potřebného počtu karet pro oběh mezi lisovnou a montáží. Pro výpočet byl zvolen interní vzorec vybrané společnosti (vztah č. 8)

$$PK \text{ pro výrobek levý} = \frac{250}{8} + \left(\frac{(3-1) * 215 + 3 * 25 + \frac{215}{2}}{60} + 1 \right) * \frac{553}{22,5 * 8}$$

$$PK \text{ pro výrobek levý} = 66$$

$$PK \text{ pro výrobek levý} = \frac{250}{8} + \left(\frac{(3-1) * 215 + 3 * 25 + \frac{215}{2}}{60} + 1 \right) * \frac{298}{22,5 * 8}$$

$$PK \text{ pro výrobek levý} = 50$$

Z výpočtů vyplývá, že bude třeba vyrobit pro levou verzi 66 karet pro lisovnu a 51 pro montáž. Pravá verze bude vyžadovat 50 karet na lisovně a 27 karet na montáži. Celkem je tedy třeba 194 karet.

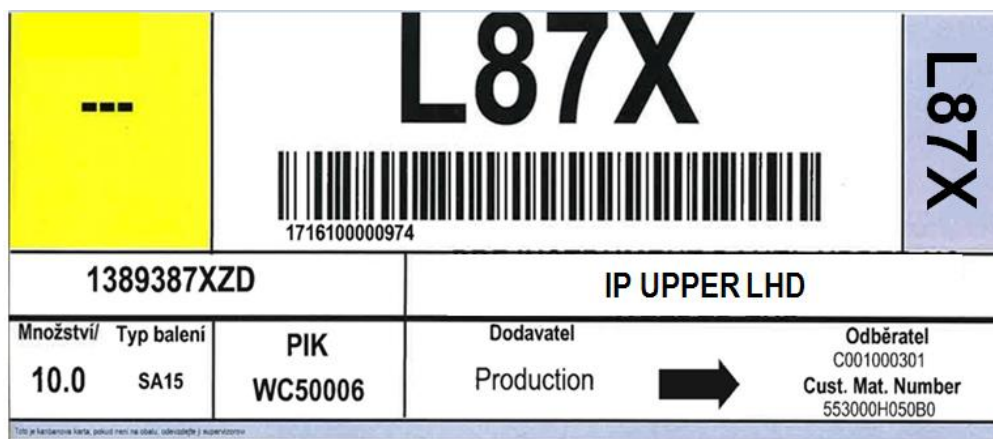
3.4 Vizualizace kanbanových karet

Po zjištění kolik karet je k zprovoznění systému potřeba, následuje stanovení vzhledu karet. Na základě konzultace s manažerem výroby a dalšími pracovníky vybrané společnosti byla navrhována dále uvedená podoba. Cílem bylo vytvořit takovou kartu, která má požadovanou velikost odpovídající velikosti zakládacích kapes na balení hotových výrobků. Dále aby obsahovala dostatek informací potřebných pro uživatele karet, ale zároveň aby informace byly přehledné. Novým operátorům výroby trvá jistý čas, než se naučí názvy všech výrobků. Stejný případ je u nově vyráběných dílů, proto byla do návrhu karty přidána fotka výrobku a balení, do kterých se výrobky ukládají. Po zahrnutí veškerých požadavků a následných úpravách vznikla finální podoba kanbanových karet, která je zobrazena na obrázku č. 16 a č. 17. Tato vizualizace se týká karet pohybujících se mezi montáží a skladem.



Obrázek 16 Přední strana kanbanové karty pro montáž (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Velikost kanbanové karty vyobrazené na obrázku č. 14 je 200 x 90 mm. Tento rozměr byl stanoven tak, aby bylo možné karty umístit do všech přepravních jednotek, které jsou používány v závodě vybrané společnosti. Navrhované karty tak mohou být v budoucnu použity pro další projekty. Nejdůležitějšími údaji na kartě je číslo dílu uvedené v levém horním rohu karty. Dále počet kusů v balení a název výrobku (vnitropodnikový a název, který používá zákazník). Uprostřed karty je umístěno foto výrobku. Na pravé straně je uveden název pracoviště a foto plného balení výrobků. Na základě požadavků vedení společnosti byla do spodní části uvedena věta, která uvádí co dělat v případě nálezku ztracené karty. Na kartu bylo třeba uvést ještě další informace. Z tohoto důvodu bylo stanoveno, že karta bude oboustranná a ponese informace na obou stranách. Na obrázku č. 17 je vyobrazena rubová strana karty.



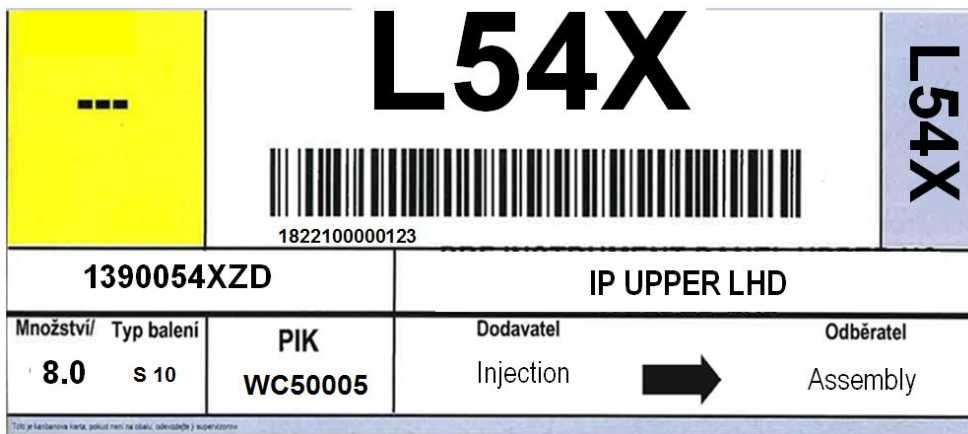
Obrázek 17 Zadní strana kanbanové karty pro montáž (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Nejvýraznější informací na této straně je část čísla dílu. Ta pomáhá k rychlejší orientaci pracovníkům logistiky. Ti se neorientují dle názvu dílu ani podle obrázku, protože díly uložené v balení nejsou vidět. Pamatovat si celá čísla u stovky dílů je prakticky nemožné. Proto se orientují hlavně podle uvedené části čísla dílu L87X. Písmeno L označuje, že jde o levý díl, 87X pak označuje Výrobek 1. Podnik používá elektronický systém pro sledování výrobků. Na různých pozicích ve výrobě se nachází skener a každý díl je označen čárovým kódem. Při naskenování čárového kódu dojde k zaznamenání informací, že daný výrobek se nacházel na daném pracovišti v daný datum, čas. Oddělení logistiky odebírá celá balení výrobků a neskenuje jednotlivé díly. Místo toho skenuje čárový kód uvedený uprostřed zadní části kanbanové karty, která je umístěna na boku balení. Pod čárovým kódem je uveden číselný kód pro případ, že by čárový kód nešel načíst. Pracovník logistiky v tomto případě zadá číselný kód a do systému budou zadána stejná data jako při načtení čárového kódu. Na levé straně karty je znovu uvedeno celé číslo dílu. Pod tímto údajem je uveden počet kusů v balení a dále kód balení. PIK je zkratka z Production Instruction Kanban. Jde o označení druhu kanbanu, konkrétně jde o výrobní kanban (viz podkapitola 1.7.3). Kód WC50006 je používán v podnikovém informačním systému pro označení pracovního stanoviště. Na pravé straně karty je uveden název, který používá zákazník. Dále je uvedeno mezi jakými stanicemi kanbanová karta putuje. Cust.mat. number je zkratka slov Customer Material Number neboli číslo dílu, které pro tento díl používá zákazník ve svém informačním systému. Na spodní části je uvedena věta co dělat v případě nálezů ztracené karty.

Kanbanová karta pohybující se mezi lisovnou a montáží vypadá velice podobně jako výše zmíněná. Formát karty je zachován. Vizualizace kanbanové karty pro lisovnu je zobrazena na obrázku č. 18 a č. 19



Obrázek 18 Přední strana kanbanové karty pro lisovnu montáž (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)



Obrázek 19 Zadní strana kanbanové karty pro lisovnu (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Z obrázku č. 18 a č. 19 je patrné, že kanbanová karta pro lisovnu se liší pouze v uvedených údajích. Na přední straně je to jiné číslo dílu, označení pracoviště, jiné foto dílu a balení. Jak bylo zmíněno v podkapitole 3.1, díly jsou zavěšovány na vozíky. Na jeden vozík je umístěno osm kusů a tento údaj je použit jako počet kusů v balení. Na zadní straně karty je odlišnost opět v čísle dílu, jiný je čárový kód, počet kusů v balení, typ balení, kód pracoviště. Dodavatelem je lisovna (Injection), odběratelem je montáž (Assembly). Kanbanové karty pro pravé verze dílů jsou vizuálně podobné jako pro verzi levou. Odlišnost je ve výše zmíněných informacích, které karta nese. Karty jsou na první pohled velmi podobné a mohlo by dojít k záměně karet mezi verzemi. Pro zvýraznění, že jde o karty pro pravou verzi je na přední straně bílá plocha zbarvena žlutou barvou viz obrázek č. 20.



Obrázek 20 Vizualizace kanbanové karty pro pravou verzi výrobku (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Řešení vyobrazené na obrázku č. 20 umožňuje na první pohled rozeznat pro jakou verzi je daná kanbanová karta určená. Díky tomu by mělo dojít ke snížení rizika záměny karet. Na zadní straně výraznější rozdíl mezi verzemi není. Důvodem je fakt, že většina pracovníků se bude při manipulaci s kartou orientovat dle obrázku výrobku nebo části čísla dílu. Tento hlavní rozpoznávací znak tak byl doplněn barevným rozlišením verzí.

3.5 Plánování výroby se systémem kanban

Nový systém plánování by neměl vliv na dlouhodobé plánování výroby, které bylo popsáno v podkapitole 2.3.3. Významný dopad by měl na krátkodobé plánování uvedené v podkapitole 2.3.4. Současný systém vyžaduje vysokou úroveň informovanosti, znalostí a praktických zkušeností. To však novým pracovníkům chybí. Při zavedení navrhovaného řešení pracovníci výroby nemusí získávat informace o skladových zásobách, sledovat stav meziskladů ve výrobě a zdlouhavě propočítávat kolik kusů je třeba vyrobit pro další nakládku. Nový systém tento požadavek odstraňuje. Vyráběné množství se vždy měnilo na základě aktuální situace a vznikala pravděpodobnost špatného plánování. Stačila drobná chyba výpočtu, či nepřesné informace o stavu zásob a nebylo možné včas provést nakládku. Systém kanban zvyšuje přehlednost. Pokud vedoucí směny přijdou v jakýkoli čas na výrobní linku, tak jednoduše vidí, kolik kusů je třeba vyrobit, aby byla dokončena výrobní dávka, případně jakou verzi výrobku je třeba vyrábět poté. Zde vzniká úspora času, který ve stávajícím systému věnují plánování. V navrhovaném systému není plánování výroby prováděno vedoucími směny, kteří uspořené čas mohou věnovat dalším činnostem, např. dohlížení na kvalitu výrobního procesu, komunikace s dalšími odděleními, plánování potřebných pracovníků (dovolená, přesčasy atd.), administrativa, navštěvování pracovních schůzek, pohovory s novými pracovníky atd.

3.6 Shrnutí návrhu na úpravu systému krátkodobého plánování výroby

Navrhovanou úpravou systému plánování je zavedení systému kanban. Tento systém by propojil lisovnu s výrobní linkou a skladem. Vedoucí směny by dle navrhovaného řešení proces plánování neprováděl. Uspořený čas může být použit pro další činnosti pracovníka. Počet kusů, který má být vyroben ovlivňuje množství, které odeberou skladníci z výroby. Odebrané množství dá impuls k další výrobě na montáži. Ta odebere vylišované díly, což by vedlo k výrobě dílů na lisovně. Zde by došlo k odstranění vlivu lidského faktoru na plánování výroby. Tím by došlo ke snížení chybovosti a snížení rizika nedodání. K zavedení tohoto systému je třeba přidat na pracoviště zařízení pro distribuci karet. Nezbytné je také zaškolení pracovníků ve výrobě a oddělení logistiky pro efektivní fungování celého procesu. Důležitý je také dohled nad celým procesem při jeho zavedení a po dobu, než si na nový systém navyknu všichni pracovníci. Pravidelná inventura kanbanových karet zajistí jejich správný počet. Před samotným spuštěním systému je třeba vypočítat velikost výrobní dávky a potřebného počtu kanbanových karet. Tyto výpočty jsou důležité pro správnou funkci systému, efektivní využití strojů, pracovních sil a skladových prostor. Výsledek teoretického výpočtu výrobní dávky musel být přizpůsoben praktickému použití. Výrobní dávka na montáži byla stanovena na 250 kusů pravé verze a 200 levé verze. Na lisovně byla výrobní dávka stanovena shodně 250 kusů pro obě verze. Na základě této a dalších hodnot výrobního procesu byl stanoven počet kanbanových karet. Porovnáno bylo několik možných způsobů výpočtu. Jako nejvhodnější byl vedením závodu stanoven interní vzorec vybrané společnosti. Díky množství dat, která jsou pro jeho výpočet potřebná, je nejpřesnější. Výsledkem je počet 66 kanbanových karet pro levou verzi na lisovně a 51 na montáži. Pro pravou verzi je třeba 50 karet na lisovně a 27 na montáži. Dále bylo třeba stanovit vzhled karet. Vedení závodu stanovilo informace, které by měla kanbanová karta nést. Na základě těchto požadavků vznikl návrh pro vizualizaci kanbanové karty, který byl vedením závodu schválen. Kvůli množství informací byla kanbanová karta navrhována jako oboustranná a její velikost stanovena, tak aby ji bylo možno umístit do všech přepravních jednotek.

4 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ

V této podkapitole bude zhodnocen navrhovaný systém krátkodobého plánování. Zhodnocení je rozděleno na část kvantitativní a kvalitativní. Zhodnocení kvantitativní je provedeno na základě dat získaných z interních materiálů vybrané společnosti. Kvalitativní hodnocení je provedeno na základě konzultace s vedením závodu vybrané společnosti.

4.1 Kvantitativní zhodnocení

Pro zavedení navrhovaného systému je třeba vynaložit určité množství nákladů na úpravu pracovišť. Je třeba zakoupit:

- dvě tabule na kanbanové karty,
- dráhu pro dopravu kanbanových karet mezi montáží a lisovnou,
- kanbanové karty.

Požizovací cena dvou kanbanových tabulí je celkem cca 4 000 Kč. Dráha pro dopravu karet by stála cca 11 000 Kč. U kanbanových karet je možnost výroby v externí společnosti nebo v závodu vybrané společnosti. Karty byly naceněny společností vyrábějící reklamní předměty. Tato společnost byla vybrána na základě dlouhodobější spolupráce se závodem vybrané společnosti. Cena za množství 194 karet je 2 361 Kč. Dle manažera výroby je závod vybaven tak, že karty mohou být vyrobeny zde. Práce může být zadána brigádníkovi, který pravidelně do závodu dochází. Návrh karet může vytvořit v počítačové aplikaci Microsoft Excel, následně vytisknout a pomocí laminátoru papírové karty zatavit do plastové folie. Tím se karta stane výrazně odolnější než v případě čistě papírové verze. Laminátor je součástí stálého kancelářského vybavení závodu vybrané společnosti. Náklady na interní výrobu karet jsou na papír, tisk, laminovací folie a odpracovaný čas brigádníka. Náklady na tisk 194 karet jsou 458 Kč, náklady na laminaci stejného množství jsou 215 Kč. Celkové náklady na materiál jsou 673 Kč. Doba výroby karet je přibližně 8 hodin. Mzdové náklady jsou 120 Kč/hodinu. Náklady na pracovníka vyrábějícího kanbanové karty jsou přibližně 960 Kč. Celkové náklady jsou 1 633 Kč za 194 karet vyrobených interně. Výhodou interní výroby karet je doba výroby, možnost úprav a rychlé doplnění v případě ztráty. Interně je možno kartu vyrobit v řádu minut, protože elektronická verze karet určená k tisku může být uložena v počítači. Vedoucí směny umí pracovat s laminátorem, takže pokud by při inventuře karet zjistil jejich nedostatečné množství, může ihned karty vyrobit a doplnit. Doba dodání karet externí společností je tři týdny a dalším limitem je minimální množství, které je externí společnost schopna vyrobit. V případě pořízení karet u externí společnosti by bylo třeba

vyrobit karet více, aby bylo určité množství karet připraveno pro doplnění v případě ztráty. Po konzultaci s manažerem výroby byl počet karet určených k doplnění stanoven na 10 kusů pro každou verzi a pracoviště, celkem tedy 40 kusů navíc. Externě je tedy třeba vyrobit 234 kusů karet. Cena za výrobu by pak byla 2 848 Kč. Pro přehlednost je v tabulce č. 3 uvedeno porovnání nákladů na výrobu kanbanových karet.

Tabulka 3 Porovnání nákladů na výrobu kanbanových karet

Výroba	Interní	Externí
Jednotková cena [Kč]	8,42	12,17
Počet karet [ks]	194	234
Celkové náklady [Kč]	1 633	2 848

Zdroj: Vybraná společnost (2018), úprava autor

Díky možnosti vyrobit karty interně v řádu několika minut je možné pro zavedení systému vyrobit vypočtené množství. V případě externí výroby je třeba přičíst celkem 40 karet, které by sloužily pro doplnění v případě ztráty nebo zničení karet v oběhu. Díky výrazně nižší ceně výroby a doby dodání je výhodnějším řešením interní výroba karet. V následující tabulce č. 4 jsou shrnuty náklady na zavedení systému kanban.

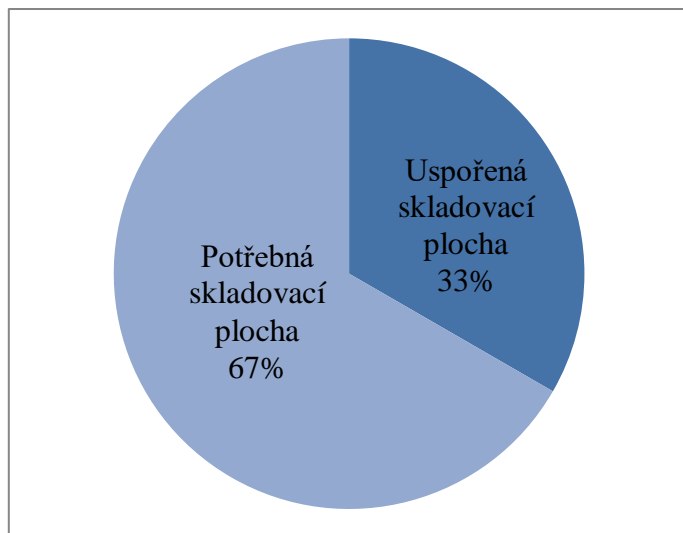
Tabulka 4 Shrnutí nákladů na zavedení systému kanban

Položka	Cena položky
Kanbanové tabule 2x	4 000 Kč
Dráha pro dopravu karet	11 000 Kč
Kanbanové karty	1 633 Kč
Celkem	16 633 Kč

Zdroj: Vybraná společnost (2018), úprava autor

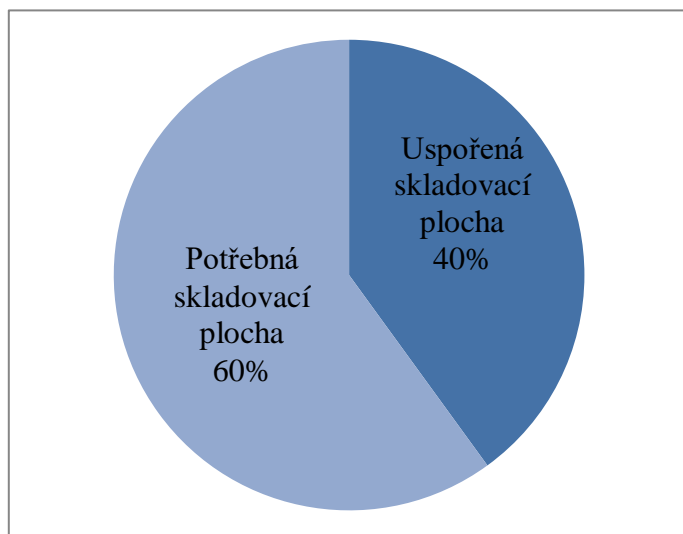
V podkapitole 3.1 bylo uvedeno, že je třeba provést zaškolení pracovníků. Toto zaškolení může být provedeno v rámci interního vzdělávání bez přímých nákladů. Proto tato položka není uvedena v tabulce č. 4. Po sečtení nákladů na všechny kanbanové pomůcky jsou celkové náklady na zavedení systému kanban 16 633 Kč.

Nový systém plánování výroby ušetří skladovací prostor jak ve výrobě, tak ve skladu. Ve výrobě jsou díly skladovány z důvodu vyrovnání zpracovávaného počtu dílů mezi lisovnou a montáží. Na následujícím obrázku č. 21 je grafické znázornění úspory skladovacího prostoru na výrobní hale.



Obrázek 21 Velikost úspory skladového prostoru na výrobní (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Původní skladovací systém zabírá plochu 106 m² a obsahuje prostor pro 867 kusů. Díky novému systému plánování lze tento prostor zredukovat na 73 m² a 306 kusů. Tím by došlo k úspoře 66 % skladového prostoru ve výrobě. Taktéž v oddělení logistiky by došlo k redukci potřebného prostoru. Velikost úspory je uvedena na obrázku č. 22



Obrázek 22 Velikost úspory skladového prostoru na ve skladu (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Skladový prostor může být zmenšen z původních 400 m² na 240 m². Velikost úspory je 40 %. Tyto prostory mohou být využity pro skladování výrobků nových projektů, které má závod vybrané společnosti možnost získat.

Při zavádění systému kanban bylo třeba stanovit počet kanbanových karet, který vycházel z velikosti výrobní dávky. Dle interního vzorce vybrané společnosti byla výsledná velikost 140 kusů pro obě verze výrobku. Takto nastavené výrobní dávky však neefektivně využívaly produktivní čas strojů a pracovníků. Důvodem byl vyšší počet změn verzí, který je spojen s testováním výrobku, během kterého výrobní linka nevyrábí. Stanovená velikost výrobní dávky vyžadovala méně skladového prostoru oproti vypočtené velikosti výrobní dávky. Důvodem je nižší celkový počet vyrobených kusů za den. Levé verze se vyrábí výrazně více než pravé, konkrétní poměr je přibližně 80 % levé a 20 % pravé verze, proto byla velikost výrobní dávky stanovena na 250 kusů levé verze a 200 kusů pravé verze výrobku.

4.2 Kvalitativní zhodnocení

Rozhodování vedoucích směny má přímý vliv na dodávky vyráběných dílů. Novým systémem plánování výroby by došlo ke snížení rizika nedodání. Dále by byly sníženy nároky na požadované schopnosti zaměstnanců na těchto pozicích a také by došlo ke zjednodušení jejich práce. Některé činnosti by nebyly prováděny a tak by měli pracovníci více času na další pracovní povinnosti. Stávající systém plánování vyžadoval, aby každý vedoucí směny věnoval přibližně 58 minut svého času denně plánování výroby. Díky systému kanban není třeba plánovat, postačí pouze kontrolovat proces výroby. To však vedoucí směny provádí již nyní. Zde by tedy došlo k úspoře přibližně 58 min za směnu, které by mohli vedoucí směny věnovat jiným činnostem. Díky tomu, že plánování výroby zmíněného výrobku by nově neprováděli vedoucí směny, zapracování nového zaměstnance by bylo snadnější. Plánování by ubylo. Nebylo by odstraněno úplně, protože návrh počítá se zavedením systému kanban jen na část lisovny a jednu montážní linku. Do budoucna by však mohlo dojít k rozšíření systému i na další projekty, což by dále snížilo čas, který by vedoucí směny věnovali plánování. Další možností do budoucna je přechod na elektronický kanban, který by odstranil fyzickou manipulaci s kanbanovými kartami a přinesl i další výhody - např. další redukci chyb, propojení s informačními systémy v závodě, automatické objednávání materiálu atd. Dle manažera výroby by tyto technologie a procesy zvýšily atraktivitu závodu pro současné a potenciální zákazníky. Při výběru závodu pro svůj nový projekt zákazníci sledují

technologickou úroveň technického vybavení a procesů. Vybírají takové závody, kde jsou technologie na co nejvyšší úrovni a proces výroby je nejvíce efektivní.

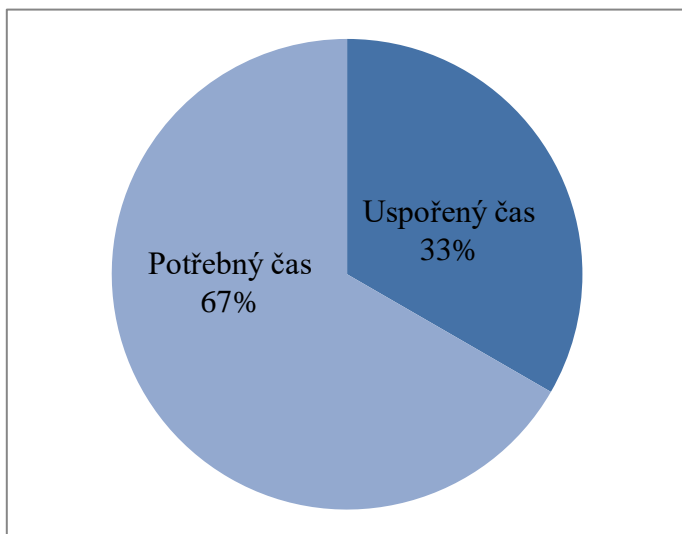
Kromě vedoucích směn by případná změna v plánování výroby usnadnila práci na oddělení logistiky. Zde by vznikla možnost činnosti operátorů logistiky standardizovat a tím upravit jejich pracovní rutiny. Výsledkem může být snížení náročnosti psychické i fyzické, snížení časů jednotlivých činností, zvýšení efektivity využití logistických strojů, zařízení, prostoru, stabilizace procesů, snížení nákladů atd. Systém kanban také pomáhá vyrovnávat výkyvy v poptávaných množstvích, protože se vyrábí ve stanovených výrobních dávkách.

Dle manažera výroby by případná úspora skladových prostor umožnila vybrané společnosti přidat do portfolia nový projekt. Výsledkem může být rozvoj společnosti, získání nových technologií, zajištění práce na dalších několik let, zvýšení konkurenceschopnosti, navázání nové výhodnější spolupráce jak se stávajícími tak s novými partnery. Nový projekt umožní získat nové významnější zákazníky a navázat s nimi dlouhodobou spolupráci.

4.3 Shrnutí zhodnocení navrhovaného řešení

Na zavedení systému kanban je třeba investovat 16 633 Kč. Návrh této investice nebyla uvedena z důvodu složitosti výpočtu návratnosti. Úspory, které by systém přinesl, jsou komplexní a jejich finanční vyjádření je prakticky nemožné. V této kapitole došlo k porovnání nákladů na výrobu karet externě a interně. Výhodněji se ukázala interní výroba. Kromě nižší ceny je velkým benefitem rychlost výroby. V případě ztráty je možno kartu doplnit v řádu několika minut pracovníkem vedoucí směny. Externí výroba byla zhodnocena jako finančně nákladnější s dlouhou dobou dodání. Kvůli tomu by bylo třeba nechat karet vyrobit více, což opět zvyšuje náklady tohoto řešení. Kvantitativně lze vyjádřit úsporu skladovacího prostoru, která je 33 % ve výrobních prostorech a 40 % ve skladu. Tato úspora je poměrně vysoká a přinesla by záводу vybrané společnosti benefit, který očekává. Díky úspoře skladových prostor by bylo možno přidat do portfolia nové projekty. Ty by závodu a potažmo celé vybrané společnosti mohly přinést jistotu práce do dalších let, nové technologie, upevnění a rozvíjení vztahů mezi dodavateli i zákazníky atd. Pro zavedení navrhovaného systému bylo třeba vhodně stanovit počet kanbanových karet. Ten se odvíjí od velikosti výrobní dávky. Na zkoumané výrobní lince se vyrábí dvě verze výrobku, které mají odlišná vyráběná množství. Vypočtenou velikost výrobní dávky bylo třeba přizpůsobit praxi. Pro lepší využití produktivního času strojů a pracovníků byla stanovena odlišná velikost výrobní dávky od vypočtené. Dalším kvantitativním benefitem je snížení času pracovníka vedoucího směny,

který by věnoval plánování výroby. Velikost úspora času vedoucího směny je uvedena na obrázku č. 23.



Obrázek 23 Velikost úspory času vedoucího směny (Vybraná společnost, 2018; úprava autor)

Původní systém plánování vyžadoval, aby vedoucí směny věnoval přibližně 175 minut za směnu plánování výroby. V případě zavedení nového systému by to bylo 117 minut za směnu. Velikost této úspory je 58 minut, které by mohl pracovník věnovat jiným činnostem. Další zhodnocení návrhu je kvalitativní. Více času na práci snižuje stres pracovníků. Ti se mohou lépe soustředit na další své činnosti. Výrazným benefitem navrhovaného řešení je snížení vlivu lidského faktoru na plánování výroby, potažmo dodávky výrobků zákazníkovi. Navrhovaný systém nevyžaduje plánování výroby od pracovníků vedoucích směny. To by bylo nově řízeno odebíráním dílů oddělením logistiky. Nízké množství karet nebo jejich nesprávná distribuce by mohla zapříčinit kolaps systému a nedodání dílů zákazníkovi. Vyšší počet karet by pak zapříčinil nadbytečné množství zásob, které zabírá skladový prostor a nese nadbytečné náklady. Doporučený počet karet je uveden v podkapitole 3.4. Zavedení systému kanban by přineslo pozitiva i do oddělení logistiky. Zde by mohlo dojít ke standardizaci některých činností, nastavení rutin a pracovních postupů, které by mohly snižovat čas potřebný na jednotlivé činnosti, zvyšovat využití logistických zařízení a prostoru.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout opatření pro zlepšení plánování výroby v závodě vybrané společnosti. Plánování výroby je klíčovou činností ve společnostech vyrábějících produkty. Správným plánováním dojde k efektivní přeměně vstupů na výstupy. Díky dobrému plánování je efektivně využit čas, náklady, výrobní prostor atd. V první části práce byly uvedeny pojmy týkající se plánování výroby, logistických technologií ve výrobě a štíhlé výroby. V druhé kapitole práce bylo představeno prostředí automobilového průmyslu společně s podnikovou strukturou. Dále byl představen současný systém plánování. Ten je rozdělen na plánování dlouhodobé (v rámci několika měsíců) a krátkodobé (v rámci týdnů). V dlouhodobém plánování nebyl zjištěn žádný problém a proces probíhá v pořádku. Na toto plánování přímo navazuje proces krátkodobého plánování, které neprobíhalo správně. Klíčovými pracovníky byli vedoucí směny. Závod se potýkal v poslední době s velkým odchodem pracovníků na této pozici. Jedním z nejdůležitějších úkolů těchto pracovníků je plánování, které však nově přichozí pracovníci nezvládají samostatně. Plánování výroby je komplexní činnost, která vyžaduje dobré znalosti. Důležité jsou znalosti výrobků, nahraditelnost strojů, časová náročnost výrobních, logistických činností i doba oprav i údržby strojů. Dále je třeba mít přehled o dodávaném množství k jednotlivým zákazníkům a termíny dodání. Důležitá je schopnost pohotové reakce na neočekávanou událost a schopnost předpovídat možné budoucí situace. Na nově přichozí pracovníky tak vznikal tlak co nejdříve se popsané činnosti naučit a stát se samostatnými. To poměrně často vedlo k brzkému odchodu nových pracovníků. Dalším problémem, se kterým se společnost potýká, je nedostatek skladových prostor. Zákazníci závod vnímají pozitivně a to se odráží v jejich poptávce po výrobě nových výrobků právě zde. Stávající skladové prostory jsou však naplněny a prostor pro nové výrobky nezbývá. Ve třetí části proto byl popsán návrh pro zavedení systému Kanban. Návrh se zaměřuje na nejvýznamnější výrobní linku ve společnosti. Tato linka přináší více jak 60 % z celkových výnosů závodu. Zde byly navrženy dva kanbanové okruhy mezi výrobou polotovarů a montáží. Druhý okruh mezi montáží a skladem. Popsány byly potřebné prvky systému, které bylo třeba zakoupit či provést. Dále byl uveden výpočet velikosti výrobní dávky. Pro efektivní využití času byly vypočtené velikosti upraveny. Dále byly uvedeny a porovnány tři vybrané modely pro výpočet potřebného množství kanbanových karet. Dva z těchto výpočtů byly uvedeny v teoretické části práce. Posledním je interní model vybrané společnosti. Ten byl díky množství vstupních dat a dalším důvodům vyhodnocen jako nejpresnější. Po konzultaci s vedením závodu byla stanovena data,

která nese kanbanová karta. Dále byl uveden vizuální návrh kanbanových karet. V závěru práce je zhodnocen navrhovaný systém plánování. Byly vyčísleny náklady na zavedení systému. Finanční zhodnocení přínosů systému uvedeno není pro složitost zjištění dat. Uvedený systém však přináší usnadnění práce vedoucích směn. Ti díky zavedení systému nemusí plánovat výrobu na zmíněné výrobní lince. Plánování nově zajišťuje systém. Díky tomu dojde ke snížení času potřebného pro plánování, který může pracovník využít pro jiné své činnosti. Zároveň dojde ke snížení náročnosti pracovní náplně a tím snadnějšímu zaškolení nového pracovníka. Systém by do budoucna mohl být přenesen na další výrobní linky, čímž by došlo k dalšímu snížení náročnosti a času potřebného pro plánování. Další možností do budoucna je přechod na elektronický kanbanový systém. Díky tomuto řešení by došlo k odstranění fyzické manipulace s kartami, propojení s informačním systémem v závodě, odstranění chyb lidského faktoru, rychlejší přizpůsobení systému změnám atd. Díky zavedení systému kanban dojde k snížení skladových zásob a tím vznikne volný prostor. Ten může být využit pro nové výrobky. Rozšířením systému na další výrobu by opět došlo k dalším úsporám na skladových zásobách a uvolnění dalšího skladovacího prostoru. Díky těmto přínosům bylo navrhované řešení vedením závodu zhodnoceno jako přínosné a bylo zavedeno do praxe.

POUŽITÁ LITERATURA

AGUSTIADY, Tina a Elizabeth CUDNEY, 2015. *Total Productive Maintenance: Strategies and Implementation guide*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4822-5540-9.

AIMAGAZINE, 2007. Just-in-sequence aneb na rudé auto rudá zrcátka. *AIMagazine* [online]. [cit. 2018-10-2]. Dostupné z: <http://aimagazine.cz/2007/12/14/just-in-sequence-aneb-na-rude-auto-ruda-zrcatka/>

ASEFESO, Ade, 2012. *5s Lean manufacturing: (Key to Improving Net Profit)*. Swindon: AA Global Sourcing. ISBN 978-1-4716-6746-6.

AXIMA, 2018. Inteligentní skladový systém Kanban 3. *Axima* [online]. [cit. 2018-08-29]. Dostupné z: <https://www.axima-obchod.cz/novinky/inteligentni-skladovy-system-kanban-3>

BILÍK, Tomáš, 2008. *Řízení materiálového toku pomocí elektronické podoby metody kanban*. Zlín. Disertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

CUDNEY, Elizabeth, Sandra FURTERER, David DIETRICH, 2013. *Lean Systems: Applications and Case Studies in Manufacturing, Service, and Healthcare*. Boca Raton: CRC press. ISBN 978-1-4665-5680-5.

DOLEŽAL, Jan a kol., 2016. *Projektový management: Komplexně, prakticky a podle světových standardů*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5620-2.

DRICKHAMMER, David, 2005. The Kanban E-volution. *Material Handling & Logistics* [online]. [cit. 2018-08-29]. Dostupné z: <https://www.mhlnews.com/technology-amp-automation/kanban-e-volution>

HOUTI, Mariam, Laila EL ABBADI, Abdellah ABOUABDELLAH, 2017. E-kanban the new generation of traditional Kanban system, and the impact of its implementation in the enterprise. In: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* [online]. [cit. 2018-10-11]. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKEwi_kfbU2u_fAhUD6aQKHTxMDvQQFjADegQIABAC&url=http%3A%2F%2Fieomsociety.org%2Fieom2017%2Fpapers%2F372.pdf&usg=AOvVaw2HEOYKt1OqNSJUXusvfaV9

CHENG, T.C.E. a S. PODOLSKY, 1996. *Just-in-time manufacturing and introduction*. London: Chapman & Hall. ISBN 0412 73540 7.

CHILDE, Stephen, 1997. *An introduction to computer aided production management*. London: Chapman & Hall. ISBN 0 412 62010 3.

IMEGUIA PORTUGAL, 2017. Maximum recourse to space, maximum efficiency on the production and assembly line. *Imequisa Portugal* [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné z : <http://imeguisa.pt/en/solutions/handling-packaging/shop-stock-ponto-unico/shop-stock/>

INTERNÍ MATERIÁLY VYBRANÉ SPOLEČNOSTI, 2018. *Interní materiály vybrané společnosti*. Vybraná společnost.

- JAPAN MANAGEMENT ASSOCIATION, 1989. *Kanban Just-in Time at Toyota: Management Begins at the Workplace*. New York: Productivity Press. ISBN 0-915299-48-8.
- KAVAN, Michal, 2002. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-247-0199-5.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KRIŠŤAK, Jozef et al., 2010. *Kaizen - osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2349-2.
- KUČERÁK, Dušan, 2007. Kanban. *IPA CZECH* [online]. [cit. 2018-06-16] Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/kanban>
- LUKOSZOVÁ, X. et al., 2012. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-86929-89-7.
- MARTINOVIČOVÁ, Dana, Miloš KONEČNÝ a Jan VAVŘINA, 2014. *Úvod do podnikové ekonomiky*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5316-4.
- MEREDITH, Jack a Scott SHAFER, 2007. *Operations management fo MBAs*. Hoboken: John Wiley. ISBN 978-0-471-35142-9.
- MONDEN, Yasuhiro, 2011. *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4665-0451-6.
- NÝVLTOVÁ, Romana, 2010. *Finanční řízení podniku*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3158-2.
- ROSER, Christoph, 2017. Kanban karty: Kolik je jich potřeba? #1. *Průmyslové inženýrství* [online]. [cit. 2018-08-26]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/kanban-karty-kolik-je-jich-potreba-1/>
- SESA-SYSTEMS, 2015. KANBAN batching box BOXPLAN. *Sesa-systems* [online]. [cit. 2018-12-4]. Dostupné z: <https://www.sesa-systems.com/en/5s-tpm-kanban-lean/kanban-sequencing-planification/kanban-batching-box-boxplan-sticky>
- SCHACHERL, Lucie, 2009. *Řízení zásob v dodavatelsko-odběratelském řetězci*. Pardubice. Disertační práce. Univerzita Pardubice
- SOUKUPOVÁ, V. a D. STRACHOTOVÁ, 2005. *Podniková ekonomika*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 80-7080-575-7.
- STRACHOTA, Svatopluk, 2018. Řízení materiálových toků. *Academy of Productivity and Innovations* [online]. [cit. 2018-11-18]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/wcd/docs/vzdelavani/cespi-xvii/blok_8/cespithllogistika2018002.pdf
- SURBHI, S., 2015. Difference between production and manufacturing. *Key Differences* [online]. [cit. 2018-05-01] Dostupné z: <https://keydifferences.com/difference-between-manufacturing-and-production.html>
- SYNEK, Miloslav, Eva KISLINGEROVÁ, a kol., 2010. *Podniková ekonomika*. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7400-336-3.

- ŠTŮSEK, Jaromír, 2007. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-534-6.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1479-0.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2009. *Jak zvýšit konkutenční schopnost firmy*. Praha: C.H. Beck. ISBN 978-80-7400-098-0.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80.247-4486-5.
- VÍTEK, Václav, © 2012. Kanban. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2018-06-10].
Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kanban.htm>
- VYSUŠIL, Jiří, 1995. *Plánování není přežitek*. Praha: Profess. ISBN 80-85235-18-8.
- WANG, John, 2010. *Lean Manufacturing: Business Bottom-Line Based*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4200-8603-4.
- ŽŮRKOVÁ, Hana, 2007. *Plánování a kontrola: klíč k úspěchu*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1844-6.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Porovnání velikostí výrobních dávek.....	51
Tabulka 2 Přehled vypočítaných množství kanbanových karet.....	53
Tabulka 3 Porovnání nákladů na výrobu kanbanových karet.....	61
Tabulka 4 Shrnutí nákladů na zavedení systému kanban.....	61

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Základní fáze plánování.....	11
Obrázek 2 Struktura výrobního procesu dle materiálového toku	16
Obrázek 3 Princip kanbanového systému.....	23
Obrázek 4 Kanbanová karta společnosti Toyota Motors	24
Obrázek 5 Organizační struktura oddělení výroby	32
Obrázek 6 Schéma sedmi kroků průmyslového obchodního plánu	36
Obrázek 7 Průmyslový obchodní plán	38
Obrázek 8 Plán manažera výroby	40
Obrázek 9 Sledování pokrytí	41
Obrázek 10 Celkový počet pracovníků na pozici Vedoucí směny	43
Obrázek 11 Závěsný systém pro skladování výrobků.....	44
Obrázek 12 Schéma kanbanového systému.....	47
Obrázek 13 Tabule na kanbanové karty	48
Obrázek 14 Schéma výrobního cyklu s velikostí dávky 140 kusů obou verzí	50
Obrázek 15 Schéma výrobního cyklu s velikostí dávky 250 ks levé a 200 ks pravé verze	50
Obrázek 16 Přední strana kanbanové karty pro montáž.....	55
Obrázek 17 Zadní strana kanbanové karty pro montáž.....	56
Obrázek 18 Přední strana kanbanové karty pro lisovnu montáž.....	57
Obrázek 19 Zadní strana kanbanové karty pro lisovnu	57
Obrázek 20 Vizualizace kanbanové karty pro pravou verzi výrobku	58
Obrázek 21 Velikost úspory skladového prostoru na výrobní.....	62
Obrázek 22 Velikost úspory skladového prostoru na ve skladu	62
Obrázek 23 Velikost úspory času vedoucího směny.....	65

SEZNAM ZKRATEK

CAD	Computer Aided Design Počítačem podporované projektování
CPM	Critical Path Method Metoda kritické cesty
ERP	Enterprise Resource Planning Plánování podnikových zdrojů
HR	Human Resources Personální oddělení
JIT	Just In Time Metoda dodání právě v čas
PERT	Program Evaluation and Review Technique Metoda hodnocení a posuzování projektů
PMV	Plán manažera výroby
POP	Průmyslový a obchodní plán
RAMPS	Resources Allocation and Multi-Project Scheduling Metoda rozmístování a více projektového plánování zdrojů
TPM	Total Productive Maintenance Systém údržby ve společnosti Toyota Motors
TPS	Toyota Production System Výrobní systém společnosti Toyota Motors