

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.**

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: 6208R088 Podniková ekonomika a management  
provozu

## **Využití metody Value stream mapping v malosériové výrobě automobilů**

### **Diplomová práce**

**Bc. Jakub ZÍSKAL**

Vedoucí práce: Ing. David Holman, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel: **Bc. Jakub Získal**

Studijní program: Ekonomika a management

Obor: Podniková ekonomika a management provozu

Název tématu: **Využití metody Value stream mapping v malosériové výrobě automobilů.**

Cíl: Cílem diplomové práce je charakterizovat plánování výrobního programu, řízení výrobní kapacity, problematiku úzkého místa a principy Lean. Východiskem bude praktické využití těchto metod pro optimalizaci výrobního procesu v oblasti virtuální prototypové dílny.

Rámcový obsah:

1. Teoretická východiska v oblasti plánování výrobního programu. Určení a využití výrobní kapacity. Analýza výrobních procesů z hlediska časové efektivity.
2. Principy štíhlé výroby a jejich využití. Uplatnění metody úzkého místa v oblasti výroby.
3. Analýza výroby virtuální karoserie pomocí metody Value Stream mapping. Definování úzkého místa ve výrobě.
4. Návrh optimalizace zvolených procesů výrobního programu. Zhodnocení časové úspory při novém uspořádání výrobní dílny.

Rozsah práce: 55 – 65 stran


Seznam odborné literatury:

1. JUROVÁ, M. *Výrobní procesy řízené logistikou*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.
2. LIKER, J. *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, s.r.o., 2015. 392 s. ISBN 978-80-7261-173-7.

Datum zadání diplomové práce: únor 2019

Termín odevzdání diplomové práce: květen 2020

L. S.

  
**Ing. David Holman, Ph.D.**  
Vedoucí práce

  
**Mgr. Petr Šulc**  
Průřektor ŠAVŠ

  
**prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.**  
Vedoucí katedry

  
**Bc. Jakub Ziskal**  
Autor práce

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval(a) samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil(a) vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnici OS.17.10 Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom(a), že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne 23. 5. 2020

Děkuji Ing. Davidu Holmanovi, PhD. za odborné vedení závěrečné práce, poskytování rad a informačních podkladů. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Adamu Brabcovi za odborné vedení diplomové práce a získávání podkladů pro praktickou část. Nejvíce bych chtěl poděkovat rodičům za podporu v průběhu celého studia.

## Obsah

Úvod.....	7
1 Řízení výroby.....	8
1.1 Plánování a řízení podniku.....	10
1.2 Výrobní program .....	12
1.3 Plánování a řízení výrobních kapacit.....	13
1.4 Výrobní procesy a jejich charakteristika .....	15
1.5 Struktury a uspořádání výrobního procesu.....	16
2 Progresivní koncepty řízení výroby .....	19
2.1 Lean management .....	19
2.2 Kaizen .....	33
2.3 Just-in Time.....	40
3 Návrh optimalizace výroby .....	42
3.1 Vývoj prototypů ŠKODA AUTO a.s. ....	42
3.2 Stavba prototypů .....	44
3.3 Stávající uspořádání procesů výroby .....	47
3.4 Nové uspořádání procesů výroby.....	56
3.5 Zhodnocení úspory nového uspořádání výrobních procesů.....	61
Závěr .....	64
Seznam literatury .....	66
Seznam obrázků a tabulek.....	69

## **Seznam použitých zkratk a symbolů**

MRP	Material requirements planning
APS	Advanced planning system
SCM	Supply chain management
VSM	Value Stream Mapping
TPM	Total Productive Maintenance
TQM	Total Quality Management
MRP	Material Resource Planning
QRM	Quick Response Manufacturing
TOC	Theory of Constraints
TEI	Total Employee Involvement
OPT	Optimized Production Technology
JIT	Just in Time
JIS	Just in Sequence
OPF	One-piece Flow
SMED	Single-Minute Exchange of Dies
PDCA	Plan-do-check-act
SDCA	Standardize-do-check-act
DBR	Drum-Buffer-Rope
EBITDA	Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization

## Úvod

Od poloviny 20. století docházelo k intenzivnímu vývoji řízení výroby. Metody se zaměřovaly na konkrétní výrobní procesy. Nároky na snižování zásob a rozpracované výroby vedly k požadavkům na vyšší využitelnost výrobních zařízení. Vznikaly metody řízení údržby strojů s aktivním zapojením všech zaměstnanců. Provázanost výrobních procesů postupně vedla k vytvoření komplexních koncepcí řízení podniku s cílem neustálého zlepšování. To charakterizuje koncepce štíhlé výroby (angl. Lean production). Řízení podniku pomocí souboru těchto metod umožňuje eliminovat plýtvání v celém výrobním procesu.

Tato diplomová práce se zabývá efektivním řízením výrobního programu a metodami, která poskytují vhodná řešení v průmyslovém prostředí. Vzhledem k rostoucím požadavkům zákazníků a aplikaci efektivních metod při výběru dodavatelů je pro podniky nezbytné snižovat výrobní náklady a poskytovat zákazníkům požadovanou hodnotu. Aktuální politicko-ekonomická situace přináší nátlak na firmy a dodavatele, zpomalení německé ekonomiky a růst mezd způsobuje pokles tržeb, to se promítá do poklesu EBITDA, zejména u firem napojených na automobilový průmysl. ŠKODA AUTO a.s. (dále jen ŠA) snižuje náklady na dodávané díly v řádu procent každý rok. V těchto podmínkách firmy hledají efektivní metody snižování nákladů pro setrvání na trhu.

Cílem této práce je analyzovat výrobní procesy metodou Value stream mapping (angl. mapování hodnotových toků, dále VSM). Následně navrhnout vhodné řešení, které přispěje k efektivnější výrobě. Tato práce by zároveň měla ukázat, že metoda VSM lze uplatnit i pro oblast vývoje. VSM je součástí lean metod, které slouží zejména k zeštíhlování výroby a snižování nákladů. Pro optimalizaci současného stavu výroby lze implementovat ostatní metody lean, které by měly sloužit k odhalení plýtvání. Z toho důvodu se VSM prolíná napříč celou diplomovou prací, zejména v kontextu řízení výroby a moderních koncepcí pro snižování nákladů. Na základě aplikace metody VSM lze očekávat přínosy zejména snížením výrobního taktu a zásob. Podnik by měl spotřebovávat méně, objem výroby přizpůsobit požadavkům zákazníků – Pull princip. Tato opatření by měla vést ke „štíhlejším“ podniku v kontextu zásob, rozpracované výroby a výrobní plochy za podpory všech zaměstnanců.



# 1 Řízení výroby

Výrobu lze chápat jako transformaci jednotlivých výrobních faktorů na ekonomické statky a služby, které jsou poté určeny ke spotřebě (Keřkovský, Valsa, 2012). Jako statky se považují v ekonomii fyzické komodity, přispívající k ekonomickému blahobytu. Služby jsou označovány jako nehmotné statky, jsou to činnosti, po kterých existuje poptávka.

Výrobní zdroje (též výrobní faktory) jsou zdroje využívané v procesu výroby (Keřkovský, Valsa, 2012). Jsou to tedy vstupy do výroby, ze kterých vznikají dále výstupy, ve formě hotového výrobku, nebo polotovaru, záleží na zaměření konkrétního podniku.

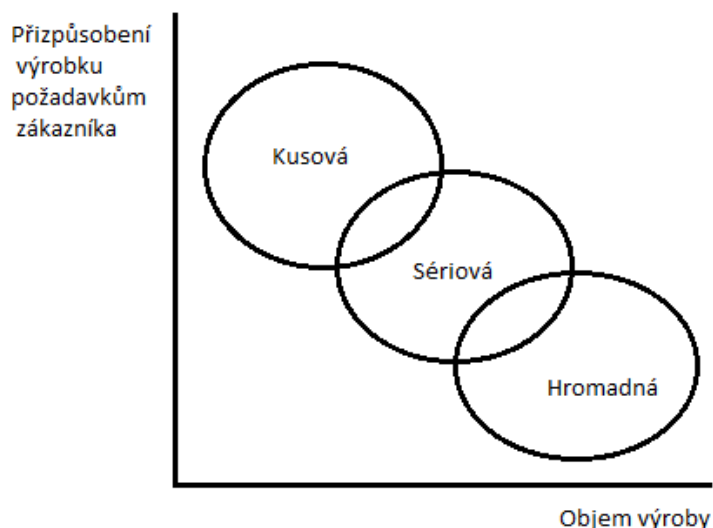
V ekonomii se obvykle rozlišují 3 skupiny, pro výrobu je důležitá rovněž 4. skupina:

- přírodní zdroje,
- práce,
- kapitál,
- technologie.

Půda představuje přírodní zdroje např. ornou půdu, vodu, vzduch, lesy a nerostné suroviny. Prací se rozumí lidské zdroje, které lze uplatnit ve výrobním procesu. Kapitál představuje výrobní faktory, vznikající v průběhu výroby, které slouží jako vstupy k dalším procesům (Keřkovský, Valsa, 2012). V tom je kapitál odlišný od práce a půdy, u kterých je předpoklad, že nejsou předmětem výroby. Technologie (popř. informace), jako výrobní zdroj, jsou nutnou součástí výrobního procesu. Know-how zahrnují technologické a informační předpoklady pro výrobu a jednotlivé činnosti podniku. Je to zvláštní forma kapitálu, která má nehmotnou podobu. Jedná se převážně o myšlenky, nápady, postupy.

Vstupy ve výrobě zahrnují suroviny, komponenty, materiál, polotovary, modely, know-how, software (Počta, 2012). Výstupy dělíme na hmotné a nehmotné. Hmotné zahrnují výrobky materiální povahy – upravené suroviny, strojírenské výrobky, spotřební zboží. Mezi nehmotné výstupy se řadí služby – montáž, servis, softwarový vývoj a údržba, školení zaměstnanců.

Cílem výroby je dosažení efektivního využití všech zdrojů a vyloučení plýtvání se zdroji, které jsou omezené a dále jejich využití pro dosažení zisku. Konkurence na trhu působí pro podniky jako motivační faktor k efektivnímu využívání zdrojů pro dosažení co nejnižších nákladů.



Zdroj: (Keřkovský, 2009, str. 11)

### **Obr. 1 Členění výroby**

Výrobu lze členit (viz obrázek č. 1) z hlediska velikosti výrobních dávek, rozsahu produkce a rytmu výroby (Novák, 2012):

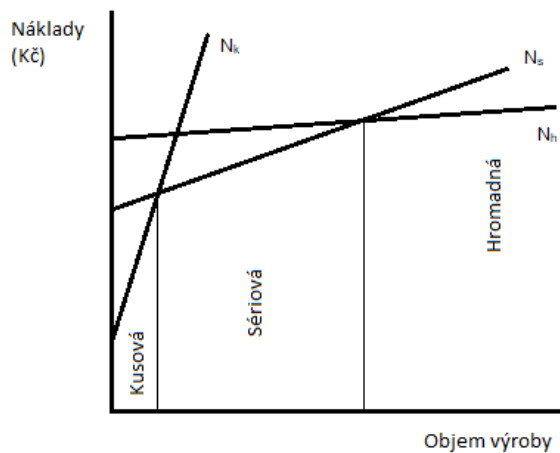
- Kusová výroba – umožňuje prostor pro plnění individuálních potřeb zákazníků, často se jedná o výrobu na zakázku. Variabilní náklady bývají zpravidla vysoké. Vyrábí se široké množství různých výrobků. Opakují se nepravidelně, nebo vůbec. Vyžaduje univerzálnost výrobních zařízení a vysoce kvalifikované zaměstnance.
- Sériová výroba – dokončením jedné série výrobků se přechází na výrobu dalšího druhu výrobku. Do výroby se zadává velké, či malé množství stejných výrobků. Množství zadané do výroby se nazývá výrobní dávka a jednotlivé dávky se obvykle opakují. V porovnání s kusovou výrobou není potřeba využívat tak kvalifikované zaměstnance.

Nerytmická sériová výroba – série se pravidelně opakují, velikost produkce je stejná.

Nerytmická sériová výroba – série se neopakují pravidelně, nebo je velikost produkce různá.

Výrobní proces je stabilnější ve srovnání s kusovou výrobou. Fixní náklady jsou vyšší, než v kusové výrobě a nižší ve srovnání s hromadnou výrobou. Variabilní náklady (viz obr. 2) nerostou tak strmě, jako u kusové výroby, zároveň jsou strmější ve srovnání s hromadnou výrobou.

- Hromadná výroba – ve velkém množství se vyrábí jeden, nebo několik málo druhů výrobků. Výrobní tok mezi pracovišti je plynulý, optimalizovaný. Obvykle se využívají jednoúčelové stroje s vysokou výkonností (Tomek, Vávrová, 2007). Dosahuje se relativně nízkých variabilních nákladů a vysokých fixních nákladů.



Zdroj: (Keřkovský, 2009, str. 11)

**Obr. 2** Struktura nákladů v závislosti na objemu produkce

## 1.1 Plánování a řízení podniku

Proces plánování a řízení výroby podniku se skládá ze strategické úrovně plánování a řízení, taktické úrovně plánování a operativní úrovně plánování a řízení.

**Strategickou úroveň** lze chápat jako nejvyšší formu řízení a plánování uvnitř podniku a plánování je dlouhodobé (3-10 let). Strategie v tomto kontextu bývá model vycházející z historického vývoje, současné pozice do budoucna. Účel a smysl podniku vyjadřuje poslání podniku. Vize je zaměřena do budoucna a vyjadřuje to, čím by podnik měl být a čeho by chtěl dosáhnout. Bez vize by podnik v dlouhodobém horizontu nemohl uspět (Buffa, Sarin, 2007). Míse proti tomu nahlíží

i do minulosti, vyjadřuje poslání podniku, proč je na trhu a pro koho podnik funguje (Čermák, 2018). Z toho dále vychází strategické řízení jako proces, který určuje dlouhodobé cíle a záměry. Zaměřuje se na rozsah podnikových činností v dlouhodobém časovém horizontu pro vytvoření souladu mezi podnikovými zdroji a vnějším prostředím. Strategické plánování vychází obvykle z analýzy okolního prostředí, analýzy vnitřních zdrojů a konkurence. Výstupem strategické analýzy je Mission statement, tento dokument definuje základní směr, kterým by se měla společnost rozvíjet, stanovení cílového segmentu trhu, vymezuje vlastní výrobky, poskytované služby a způsob řízení.

**Taktický management** má za úkol uskutečnění střednědobé strategie umožňující konkurenční výhodu u daného systému výrobků s požadovaným výrobním systémem. Akční parametry jsou blíže k výrobnímu úseku a jejich povaha je značně dezagregovaná. V tomto případě již nelze hovořit o ptačí perspektivě, která je charakteristická pro strategickou úroveň, ale taktický management řeší následující rozhodnutí:

- o výrobku – výrobková politika společnosti,
- o projektu – vybavenost výrobního systému a organizace výrobního procesu.



Zdroj: (Tomek, Vávrová, 2007, str. 178)

**Obr. 3 Zaměření taktických cílů**

Taktické cíle zajišťují v duchu přijaté strategie růst hospodárnosti, kvality, flexibility. Výchozím bodem bývá obvykle Business plan. Ten zahrnuje plánovaný počet, typ a kvalitu výrobků. Segment trhu a zákazníci, pro které jsou výrobky určeny a zdroje včetně kapacit, které budou potřeba pro realizaci výroby. Informační podporu o výrobě pro případné optimalizování výrobních zdrojů slouží primárně balíky MRP, APS a SCM. Přijaté strategie lze vyjádřit schématem na obr. 3. V případě cílů zaměřených na výrobní systém se jedná zejména o růst flexibility výrobků a kvality výroby (Tomek, Vávrová, 2007). Komplexně chápaná kvalita výrobků zahrnuje zvyšování užité hodnoty, konkurenční schopnosti výrobků a vlastní technické kvality. Flexibilitou se rozumí přizpůsobení se požadavkům zákazníků do druhu, rozsahu i času. Taktické cíle zaměřené na výrobní systém umožňují zvýšení hospodárnosti, kvality práce zahrnující i pracovní prostředí. Hospodárnost zahrnuje široké množství opatření, které by měly vést ke zvýšení produktivity práce. Zvyšování kvality práce znamená zajištění pracovních potřeb z hlediska uspokojení pracovníků, zajištění bezpečnosti práce, ochrany zdraví a vytvoření prostoru pro práci.

**Operativní management** jako nejnižší stupeň plánování se zabývá každodenní problematikou výroby, ta bývá vyjádřena v Operativním plánu výroby, který obvykle obsahuje sledování naplánovaných dodávek, vyhodnocování výrobních operací, poruch zařízení, regulování absence a operativní evidenci výroby (Keřkovský, Valsa, 2012). Časový horizont na tomto stupni plánování je nejkratší, zpravidla týden, maximálně měsíc. Operativní řízení výroby je zajištěno na nejnižších stupních organizační struktury (dílny, pracoviště, pracovníci). Úkolem je uvést výrobní systém do chodu a činit taková opatření, aby byl průběh výroby až po ukončení plynulý při maximálně hospodárném využití vstupů. Základní podmínkou je včasné, a správné zadávání dat do informačních systémů. Jako zpětná vazba pro nadřazené složky o reálném průběhu výroby slouží operativní evidence výroby. Taktické a operativní plánování bývá těsně provázáno.

## 1.2 Výrobní program

Výrobní program zahrnuje všechny výrobky, které podnik vyrábí a nabízí. Program by měl být vytvořen po důkladné analýze trhu a požadavků zákazníků (Keřkovský, 2009). Řízení výroby není odpovědné za stanovení výrobního programu, ale nese odpovědnost, že výrobní program je naplňován v oblasti výroby.

Jedná se o předvýrobní aktivitu. Plánuje využití pracovních sil, materiálu, strojů a výrobní proces. Na základě prognóz, nebo údajů z odbytu je důležité určit optimální výrobní program. Určí se množství, druh výrobků a v jakém období vyrábět. Plánování se dělí z hlediska času (Buffa, Sarin, 2007):

- Dlouhodobé plánování – definuje strukturu výrobního a odbytového programu a rozhoduje o vývoji nových výrobků. Plánuje kapacity výrobních zdrojů a pracovních sil.
- Krátkodobé – přímo navazuje na dlouhodobé plánování a vychází z předem plánovaných kapacit zdrojů.

Pro dosažení konkurenceschopnosti na trhu musí podnik uspořádat výrobní zdroje tak, aby dosáhl co nejvyšší produktivity. Výrobní plánování slouží jako nástroj pro koordinování činností výrobního systému správným plánovacím a kontrolním systémem. Plánování výrobního programu se snaží dosáhnout:

- Efektivního uspořádání výrobních zdrojů.
- Dosažení výrobních cílů, např. kvalita, množství, náklady, čas.
- Nepřetržitého výrobního toku a zajištění požadavků zákazníků s ohledem na kvalitu při dodržení závazků v domluveném termínu.
- Dodávat kvalitní výrobky pro udržení stávajících zákazníků.

### **1.3 Plánování a řízení výrobních kapacit**

Podle Muhlemanna je výrobní kapacita nejen možnost realizace předem stanovených úkolů v určeném čase, ale zároveň schopnost splnění požadavků zákazníků. Nízké využití výrobních kapacit, popř. neefektivní řízení se téměř vždy projevuje negativně a ovlivňuje produktivitu výrobní jednotky a tím i celého podniku. Zároveň by přístup k výrobní kapacitě měl vycházet z principů štíhlé výroby. Výrobní kapacita by se měla přizpůsobit poptávce zákazníků, aby nedocházelo k nadvýrobě. V případě efektivního využití výrobních kapacit může firma vyrábět více výrobků při stejné spotřebě (energie, času, materiálu atd.), nabídnout zákazníkům nižší cenu výrobků. Dalším z benefitů je zkrácení doby výroby.

Muhlemann rozděluje výrobní kapacitu z časového hlediska a úrovně řízení na 3 typy výrobní kapacity (Muhlemann, 1992):

- Potenciální kapacita – té lze dosáhnout v rámci kompetencí vrcholového managementu.
- Aktuální kapacita – čeho je možné dosáhnout v rámci běžného období.
- Efektivní kapacita – co je opravdu využíváno v rámci běžného období.

Směrodatné druhy výrobních kapacit pro efektivní řízení jsou:

- disponibilní výrobní kapacita – dostupná kapacita výroby,
- využitá výrobní kapacita – využitá kapacita výroby,
- nevyužitá výrobní kapacita – nevyužitá kapacita výroby.

Kapacita je tedy schopnost výrobní jednotky produkovat výrobky – libovolné velikosti, struktury, druhu – za daný časový úsek. Může se vztahovat k výrobní jednotce, nebo celého výrobního systému – obecně lze nazvat kapacitní jednotkou. Pokud je kapacita měřena na výstupu, pak se určuje vzhledem k časovému prostoru, pokud chceme vyjádřit rozsah kapacity. Maximální výkon kapacitní jednotky lze pro kvantitativní představu vysvětlit těmito faktory (Tomek, Vávrová, 2007):

- Maximální intenzita výroby ( $I_{\max}$ ) – maximální rychlost výroby, které lze dosáhnout, vyjádřeno maximálním objemem odváděné práce.
- Maximální užitečný kapacitní průřez ( $Q_{\max}$ ) – pro kapacitní jednotky, které se skládají z více homogenních jednotek těchto systémů. Pro kapacitní jednotky, které mají rozdílnou schopnost objemu, udává  $Q_{\max}$  maximálně užitečnou schopnost objemu.
- Maximální možný čas nasazení během období ( $T_{\max}$ ) – maximální možný čas nasazení pro kapacitní jednotky.

Násobením těchto veličin se dosáhne maximálního množství výrobků za dané období. Míru schopnosti výkonu definuje množství výroby za daný časový úsek v počtu kusů, litrů, tun atd. Údaj je jednoznačný, pokud je stanoven určitý druh výrobku. Pro ten lze definovat maximální možnou intenzitu na danou časovou jednotku. Maximální možnost výkonu závisí na pracovní době podniku. Ta může být odlišná i v rámci jednotlivých pracovišť. Pracovní doba nemusí být plně použitelná,

zejména z důvodu následujících ztrát, které zamezují plnému využití (Tomek, Vávrová, 2007):

- podmíněná doba výrobními prostředky (ošetření, opravy, kontrola, různé výpadky),
- podmíněná doba pracovníkem (dovolená, nemoc),
- ostatní ztráty (vzdělávací akce apod.).

#### **1.4 Výrobní procesy a jejich charakteristika**

Procesy, kterými přeměňujeme suroviny a materiály ve výrobek dělíme na technologické a netechnologické. Technologické přímo souvisí s výrobou, např. svařování, lepení a zajišťují přeměnu polotovaru v rozpracovaný, nebo finální výrobek (Keřkovský, 2009). Za netechnologické procesy můžeme považovat činnosti pomocné, nebo obslužné pro technologické procesy. Příkladem takové činnosti může být přeprava polotovarů mezi jednotlivými technologickými procesy, nebo kontrola kvality.

Pro plánování výroby a měření výkonu jednotlivých pracovníků je důležité členění procesů na operace, ty je dále možné dělit na úseky, úkony a pohyby.

Výrobní proces, který vede ke zhotovení výrobku, se obvykle označuje jako technologický postup. Ten popisuje posloupnost operací a vytváří ho technologové, specialisté a normovači výkonu. Ke každé operaci musí být přiřazeno pracoviště a stanoven odhad doby realizace. Z toho důvodu se na plánování podílí částečně i zaměstnanci, kteří zodpovídají za řízení výroby (Keřkovský, Valsa, 2012). Technologické postupy většinou slouží jako zdroj informací pro řízení a plánování průběhu výroby. Dle charakteru výroby bývají uváděny doprovázející informace např. použití přípravků, speciálního nářadí, upozornění na zvláštní postupy výroby. Jednotlivé části základních procesů, které mají podobnou technickou povahu tvoří výrobní fázi. To je část výrobního procesu, kterou charakterizuje prostorová, časová a technická ucelenost. Rozeznávají se tři fáze mechanických výrob (Novák, 2007):

- Před zhotovující – úkolem je zpracování materiálu, nebo surovin v polotovary (svařence, výlisky, výkovky a odlitky), které se využívají v následujících fázích výrobního procesu.



- Zhotovující – hlavní výrobní část mechanických procesů, kde se zhotovují výrobky, součásti, montážní skupiny apod.).
- Dohotovující – součástí jsou procesy, při nichž se ze součástí, dílů, nebo uzlů tvoří hotové výrobky. Zahrnuje spojování, montáž, úprava výrobu a přezkoušení.

## 1.5 Struktury a uspořádání výrobního procesu

Výrobní proces lze členit z hlediska časového, prostorového a organizačního uspořádání. Časové hledisko obvykle zahrnuje následující aspekty řízení výroby:

- Časové uspořádání výrobního procesu – stanovení posloupnosti operací, které zpracovávají postupně výrobek a stanovení termínů realizace operací.
- Výrobní a dopravní dávky – výrobní dávka je pojem využívaný zejména ve strojírenské výrobě. Skupina, která je zadávána do výroby společně. Dávky se dále mohou dělit na dopravní dávky, které se mohou dopravovat mezi operacemi najednou.
- Průběžné doby výroby – doba nutná pro realizaci určité části daného procesu.
- Směnnosti – termín vyjadřuje, v kolika směnách pracovního dne se uskutečňuje výroba. Jedním z cílů je dosažení co nejvyšší směnnosti, při níž se dosahuje maximálního využití výrobních kapacit.
- Využití výrobních kapacit – cílem je dosažení 100 % využití výrobních kapacit (prakticky nereálné).
- Prostoje pracovišť – časové intervaly, ve kterých určitá pracoviště nepracují.
- Rozpracované výroby – vyjadřuje se peněžní hodnotou výrobních zdrojů, které jsou uloženy v procesu výroby. Cílem je dosažení minimálního množství při zachování stability výroby.

V rámci prostorového a organizačního uspořádání výrobního procesu se řeší tyto dvě vzájemně související hlediska:

Materiálové toky – pro jejich uspořádání jsou klíčová kritéria rychlost, vzdálenost a plynulost přepravy. Druhým aspektem je uspořádání pracovišť, to může být (Keřkovský, Valsa, 2012):

- S pevnou pozicí výrobku – kde zdroje jsou přesouvány do oblasti výroby a transformované zdroje se nepohybují v průběhu výroby.
- Technologické uspořádání pracovišť – vytvářejí se skupiny s podobnými pracovišti (např. stroje), kde pracoviště jsou seřazena podle technologického postupu a rozpracované výrobky jsou přesouvány mezi pracovišti dle potřeby.
- Buňkové uspořádání – jednotlivá pracoviště uspořádána do buněk (skupin) tak, aby se výrobek nemusel přemisťovat mezi jednotlivými operacemi.
- Předmětné uspořádání – pracoviště uspořádána účelově, podle potřeb zpracování výrobku a minimalizací přesunů.

Pro **technologické** (procesní) uspořádání pracovišť platí, že pracoviště jsou seskupena s ohledem na technologii výroby, technologické příbuznosti, znamená to, že pracoviště jsou obvykle seskupena podle technologické podobnosti. Výrobek se pohybuje od jedné skupiny strojů a zařízení k dalším. Vhodné je využití pro širší okruh výrobků, které jsou vyráběny v menších objemech. Toto uspořádání umožňuje pružnější výrobní proces, snadněji se přizpůsobují pracoviště při změnách výrobního programu a zajišťuje vyšší odolnost v případě poruch. Nevýhodou je vyšší náročnost při manipulaci s materiálem z důvodu delších materiálových toků (Tomek, Vávrová, 2014). Výrobní cyklus je delší a vznikají vyšší zásoby rozpracovaných výrobků. Jsou potřeba univerzálnější výrobní zařízení a podíl času při přerušení je vyšší. Dochází k větší náročnosti na meziklady z důvodu vyššího objemu rozpracované výroby.

U **předmětného uspořádání** jsou pracoviště uspořádána s ohledem na technologický postup. Technologicky odlišná pracoviště jsou seskupena k výrobě technologicky podobných výrobků. Výrobek se pohybuje od jednoho stroje k druhému a všechny operace jsou postupně prováděny v určeném pořadí. Toto uspořádání je narozdíl od technologického vhodné pro hromadnou výrobu. Umožňuje nízké jednotkové náklady, jednodušší manipulaci a přípravu výroby. Není vhodné pro výrobu odlišných výrobků.

**Buňková výroba** umožňuje uspořádání strojů do skupin (buněk), které jsou schopny vyrábět položky s podobnými výrobními požadavky. Stroje jsou uspořádány s ohledem na minimální přepravu. Výrobky putují stejnou cestou a

mohou přeskočit operace, které nepotřebují. Automatizovanou verzí buňkové výroby jsou pružné výrobní systémy (Tomek, Vávrová, 2014). U těchto řídí pohyb výrobků i začátek práce každého stroje počítač. Pořizovací náklady těchto systémů jsou vysoké a vyplácí se zejména v oblastech, kde jsou vysoké náklady za pracovní sílu. Z výše zmíněných systémů mají blíže k výrobnímu uspořádání.

## 2 Progresivní koncepty řízení výroby

Od 2. poloviny 20. století docházelo k vývoji produkčních konceptů v západních zemích a Japonsku. Z těch se postupně vyvinuly celé koncepty řízení výroby (Keřkovský, 2009). Tyto přístupy byly uznávány ve své době a postupně vznikaly zpravidla komplexnější metody, zahrnující ty předchozí. Obecně lze říci, že tyto koncepty vznikaly za účelem optimalizace nákladů a eliminace neefektivností výroby. Implementování těchto metod do podnikového prostředí přinášelo pro firmy konkurenční výhodu v podobě nízké ceny pro zákazníky a zvyšování kvality produktů. V následujících podkapitolách jsou charakterizovány některé z nejznámějších konceptů.

### 2.1 Lean management

Koncepce štíhlé výroby vznikla ze systému TPS v polovině 20. století. Výzkumy v USA byly zaměřeny na koncepci marketingu a výroby v japonských firmách. Cílem bylo vysvětlení dominance těchto firem nad těmi západními. Byla založena na filosofii definující hodnoty z pohledu zákazníka (Mildorf, 2008). S postupným zlepšováním způsobů, kterými je přidaná hodnota výrobku vytvářena a předávána zákazníkům. Ta vznikala za předpokladu eliminace plýtvání zdroji, včetně všech úkonů, které nepřispívají k výsledné hodnotě (Skhmot, 2017). Cílem je poskytování co nejlepší hodnoty zákazníkům přes dokonale odladěný, stabilní a způsobilý proces s dosažením nulových ztrát. Toho lze dosáhnout pouze při začlenění každého zaměstnance společnosti a naplnění jejich plného potenciálu. Lean management cílí na maximalizaci potenciálu zaměstnanců skrze postupné zlepšování v oblasti jejich práce. Hlavní filosofií lean je neustálé zlepšování a zdokonalování v eliminaci ztrát v průběhu výroby.

Obr. 4 zobrazuje základní principy lean managementu. Celý proces začíná podrobným pochopením toho, jakou hodnotu přikládá zákazník produktu a službám. To určuje, za co zákazník zaplatí (Jansson, 2017). Poté jsou stanoveny náklady na výrobu produktů. Organizace se zaměřuje na odstranění plýtvání, aby mohla přinést hodnotu, kterou zákazník očekává při nejvyšší úrovni ziskovosti.

Následuje proces definování celého hodnotového toku životního cyklu produktu, od surovin, až po jeho použití a případnou likvidaci. Pro dosažení konečného cíle identifikace a eliminace procesů nepřidávajících přidanou hodnotu výrobku, popř.

službě musí existovat přesné a úplné porozumění toku hodnot. Zkoumáním procesů podnik určí, které procesy přidávají hodnotu výrobku. Kroky, materiály a pohyby, které hodnotu nepřidávají, se dle Womacka a Jonese člení na 2 typy muda (pozn. japonský pojem pro plýtvání):

- nepřidávají hodnotu výrobku, jsou nutné při současném výrobním systému a využitých technologiích,
- nepřidávají hodnotu výrobku a lze je odstranit z výrobního procesu.

V případě, že se tok v jakémkoliv bodě zastaví, dochází nevyhnutelně k plýtvání. Princip štíhlé výroby spočívá v tom, že se vytvoří plynulý řetězec bez přerušení výrobního procesu, ve kterém je každá činnost v souladu. Řešením je uzpůsobení procesů, které přidávají hodnotu blíže k sobě a vytvořit plynulý tok až k zákazníkovi.

Dalším krokem je zavedení principu tahu. Ten umožňuje zajistit tok tak, aby se nevyrobělo nic předem. Nedokončené procesy zastavují ty předešlé, aby nedocházelo ke zbytečným zásobám. Tahový systém diktuje, že se nic nevyrobí, dokud zákazník neobjedná. To vyžaduje velkou flexibilitu, krátkou dobu dodacích cyklů a efektivní způsob komunikace pro potřeby každého kroku v hodnotovém řetězci.

Praktici lean se snaží dosáhnout absolutní dokonalosti. Postupným zdokonalováním výrobního procesu, které nikdy nekončí. Řeší základní příčiny problémů s kvalitou a plýtváním spojeným s výrobou (Womack, Jones, 2003). Snaha o dosažení dokonalosti je to, co nutí uživatele tohoto přístupu k hlubšímu porozumění, zejména častějším a podrobnějším měřením, zaváděním častějších změn v porovnání s konkurencí.

Využívání následujících nástrojů koncepce štíhlé výroby pomáhá k vytvoření štíhlého prostředí uvnitř podniku a dosažení cílů snižování plýtvání, zvyšování efektivnosti podniku a zvyšování hodnoty dodané zákazníkům.



Zdroj: (Skhmot, 2008)

**Obr. 4 Principy lean**

### 2.1.1 Value Stream Mapping

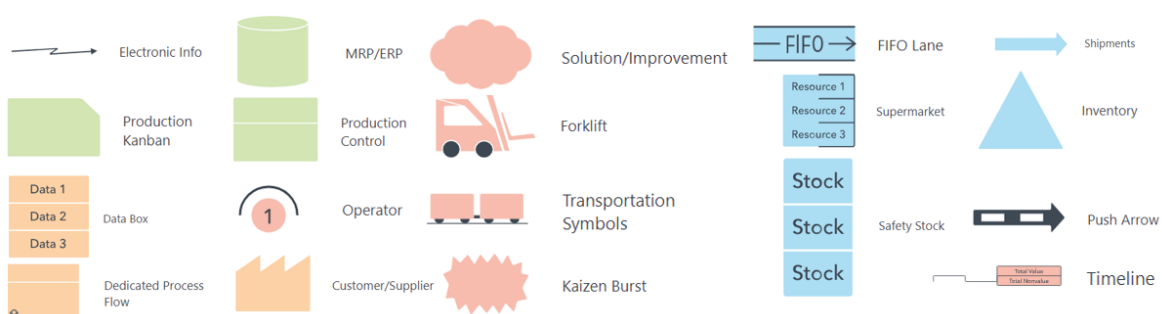
Metoda mapování hodnotového toku (angl. Value Stream Mapping, dále VSM) je jedním z nástrojů lean managementu zaměřená na dokumentování, analyzování a zlepšení toku informací a materiálů potřebných k výrobě produktu, nebo poskytování služeb zákazníkům. K tomu potřebuje každá společnost sadu procesů. VSM umožňuje lepší porozumění procesům a identifikuje procesy, které výslednému produktu přidávají hodnotu, které ji naopak nepřidávají a jejich důležitost pro hodnotu chápanou z pohledu zákazníka. VSM poskytuje strukturalizovanou vizualizaci klíčových kroků napříč celým procesem až k zákazníkovi. K tomu je potřeba disponovat odpovídajícími daty, která jsou důležitá pro porozumění celého procesu a postupné optimalizaci, pro kterou platí, že zdokonalení jednoho procesu nesmí být na úkor ostatních procesů. VSM nabízí holistický pohled na fungování procesů uvnitř společnosti (Martin, Osterling, 2013). Může to být nástroj, který pomůže zlepšit dodavatelské řetězce vyžadující složité procesy. V případě složitého procesu lze VSM využít k vytvoření komplexního

pohledu a pochopení celého procesu nebo lze použít v určitém segmentu procesu, ve kterém řeší konkrétní cíle. Obr. 5 zobrazuje názorný příklad využití tohoto nástroje v praxi. Po zadání dat do programu specializovaného na VSM lze získat vývojový diagram procesu. Diagram je obvykle graficky rozdělen na sekce.

Pro správné zavedení metody VSM je důležitý logický postup a metodika řešení při zavádění do podnikového prostředí. Následující podkapitoly popisují obecný postup od sběru dat, po vyhodnocení zavedených změn.

## Způsob tvorby mapy hodnotového toku

Vytváření mapy se považuje za týmovou činnost uvnitř podniku, na mapě by se měli podílet všichni účastníci. Činnost by měla být vedena expertem se zkušenostmi s tvořením těchto map. Informace se doporučují zakreslovat na list formátu minimálně A3, nejlépe tužkou, z důvodu častých úprav (Earley, 2020). V porovnání využití softwarového řešení s ručním zakreslením situace, může vést k novým nápadům a objevením určitých nesrovnalostí. To nevylučuje využití softwaru pro finální verzi. Před samotnou tvorbou mapy je potřebné znát jednotlivé symboly, které se využívají pro zakreslení prvků výrobního procesu. Příklady symbolů jsou na obr. 5. Procesní mapa by měla zahrnovat všechny důležité informace, např. umístění lidí, dodavatele, zásoby, procesní box, výrobu řízenou push/pull, kanbanovou výrobu, informační toky, odběratele, dodavatele a další relevantní informace, které se mohou lišit dle charakteru podniku.



Zdroj: (Lucidchart, 2020)

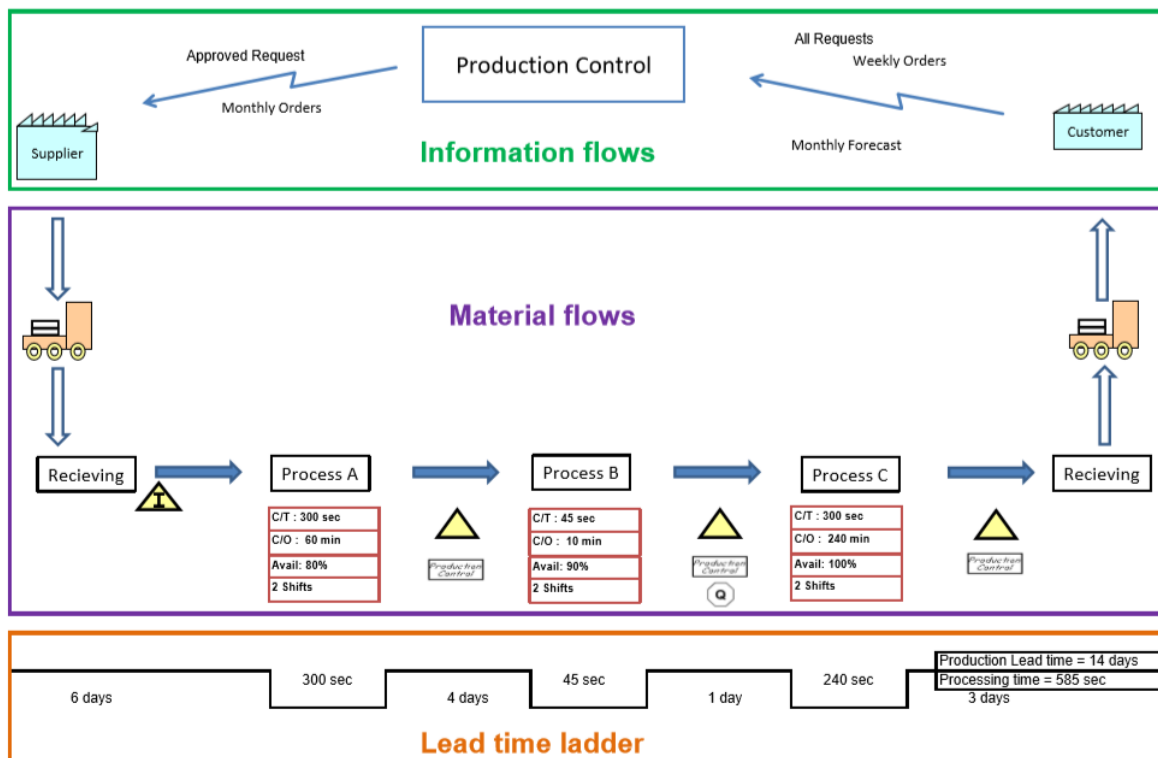
### Obr. 5 Příklady symbolů

Vytváření hodnotové mapy toků vyžaduje reálnou znalost procesů, prozkoumání souvislostí mezi procesy. Mapa se obecně člení na 3 části:

- Informační tok – tato sekce zobrazuje komunikaci vně procesu, přenos informací a dat. Ve firmách založených na principu hromadné výroby má tok informací obvykle podobu prognózy, která se předává napříč celým řetězcem. Na základě prognóz se vytvářejí plány z jedné firmy do druhé a výrobních zařízení. Z časového hlediska jsou vytvářeny plány hodinové, denní a týdenní. Dále zahrnují přepravní příkazy sdělující zařízením, co má být odesláno při další dodávce. Urychlení přenosu informací umožňuje přizpůsobení produkčním systémům měnícím se podmínkám (Marchwinski, Shook, 2003). Společnosti uplatňující štíhlé myšlení se snaží zjednodušit informační tok vytvořením jednoho plánovacího bodu pro výrobu a zaváděním smyček informací. Ty jsou směřovány proti proudu k předchozímu výrobnímu bodu až k počátečnímu procesu. Štíhlí výrobci stále poskytují předpovědi, protože jednotlivá oddělení a zařízení potřebují naplánovat kapacitu, pracovní sílu, vypočítat takt, přizpůsobit se sezónním změnám a představovat nové modely produktů.
- Tok produktu – mapuje kroky výroby produktu až po dodání zákazníkovi. V závislosti na konkrétních cílech to může být zaměřeno na celý výrobní proces, popř. specifické části procesu. Obvykle zobrazuje vykonávaný úkol obsluhou vykonávající činnosti vně procesu. V mapě bývají zobrazeny klíčové procesní informace, každé pracoviště má přiřazenou tabulku s hodnotami času cyklu, času nastavení, dobu provozuschopnosti. Mezi pracoviště se zakresluje směr materiálového toku, způsob odebírání prvků z front. Zakreslují se zařízení pro přepravu materiálů a rozpracovaných výrobků. V praxi může obsahovat jakékoliv relevantní informace. Šipky mezi procesy ukazují směr výrobního toku. Jednotlivé procesy jsou zaznamenány v návaznosti na uspořádání současného stavu, od počátečního procesu po poslední. Před procesy jsou uvedeny fronty rozpracované výroby, které mohou být zásadní pro navrhování změn.
- Časová osa – poskytuje zjednodušené vizuální zobrazení časové náročnosti jednotlivých procesů. Obvykle bývá členěna na dvě části. Průměrnou dobu, kterou výrobek stráví ve frontě mezi procesy a průměrné množství času skutečně odvedené práce na výrobku.



Výsledná mapa může mít podobu obr. 6. Grafika mapy může být odlišná, protože není standardizace pro VSM definována.



Zdroj: (Plutora, 2019)

**Obr. 6 Mapa hodnotového toku**

## Procesní box

Jedná se o důležitou součást celé mapy. Každý proces by měl mít přiřazený box, ten by měl obsahovat všechny relevantní informace, standardizované ve stejných jednotkách a pořadí. Procesní box může obsahovat následující data:

- C/T – čas taktu, z hlediska VSM se jedná o takt požadovaný zákazníkem. Vypočítá se jako podíl požadavků zákazníků na disponibilní kapacitě. Na základě toho se vypočítá doba zhotovení jednoho výrobku.
- Čas cyklu – čas dokončení celé dávky do přestavby zařízení. V případě kusové výroby = čas taktu.
- C/O – čas přestavby nevytváří pro podnik žádné hodnoty. Cílem je snížení.
- Uptime – podíl skutečně odvedené práce na výrobku, podnik se snaží dosáhnout maxima.

- Ostatní důležité informace – směnnost, obsluha, množství kroků konkrétního procesu atd.

## **Identifikace plýtvání**

Po identifikování a zmapování všech procesů lze vytvořenou mapu považovat za aktuální stav podniku. Dalším krokem je hledání plýtvání u všech procesů a jejich částí, které nepřidávají hodnotu výrobku. VSM odhaluje plýtvání v oblasti zásob, materiálu, využití zaměstnanců, zbytečnými procesy. Mapa vizualizuje jednotlivé procesy – takt výroby, fronty rozpracovaných výrobků a zásoby materiálu mezi procesy. Analýzou současného stavu lze zároveň identifikovat na základě Teorie omezení jedno, nebo více úzkých míst v celém výrobním procesu (Basl, Majer, 2003). Tato místa obvykle mají velké zásoby před vstupem do procesu. Pro minimalizaci plýtvání lze využít základní nástroje lean:

- 5s – uspořádat pracoviště pro dosažení časových úspor a zrychlení procesu,
- SMED – dosažení nízkých ztrát z přestavby zařízení,
- TPM – pro dosažení maximální produktivity výrobních zařízení.

## **Navržení budoucího stavu**

Budoucí stav by měl být společnou vizí týmu, podle stanoveného cíle. Měl by být tvořen týmem, za dohledu managementu a představovat výzvu pro celý podnik, i za předpokladu, že některé body se mohou zdát v první chvíli nerealizovatelné. Vytváření VSM vyžaduje účast odborníka v oblasti lean. Celý výrobní proces by měl být zaměřen na přidanou hodnotu definovanou zákazníkem a všechny ostatní kroky eliminovány, popř. minimalizovány. Je potřeba identifikovat, jak hodnota prochází skrze hodnotový řetězec. To vyžaduje detailní procesní mapování částí hodnotového řetězce. Další částí je zajištění plynulého toku hodnot, bez zpoždění a překážek (Earley, 2020). V tomto bodu je potřeba přiblížit jednotlivá pracoviště, aby vzdálenost mezi procesy (ve stanoveném pořadí) byla minimální a zabránit hromadění zásob. To vede k postupné implementaci řízení výroby dle poptávky zákazníků – pull.

Tento stav se nachází mezi stávajícím a ideálním stavem. Vhodné je využít mapu stávajícího toku hodnot a identifikovat úzká místa, které by měla být optimalizována.

Stanovení se cíle pro nadcházející měsíce a pozorují výsledky. Tyto změny obvykle zahrnují:

- Snížení doby taktu,
- snížení dávek a času nastavení,
- zvýšení kvality výkonu,
- úprava plánů dodávek,
- zavedení kanbanu.

Tyto změny se označují do mapy symbolem „kaizen burst“, ten vyzývá k „rychlému zlepšení procesu“. Ke každé takové položce lze uspořádat několikadenní událost, s předem stanovenými cíli.

### **Vyhodnocení implementovaných změn**

Po implementaci změn napříč podnikem přichází na řadu sledování ukazatelů. Vytváří se nová mapa, se stejnými ukazateli a terminologií. Na základě toho lze snadno porovnávat výsledky podniku v čase a vyhodnocovat výsledky. Současný stav se stává předlohou pro nový plán a stanovení nových cílů. Uplatňuje se cyklus neustálého zlepšování „PDCA“.

VSM je účinnou metodou, jak zaznamenat aktuální stav. Umožňuje snadné porovnání aktuálního a minulého stavu po implementaci změn a porovnat s plánovaným dopadem. Bez holistického smýšlení, které VSM nabízí, by jakákoliv zlepšení obvykle prospívala pouze jednomu procesu, často na úkor druhého (Liker, Jeffrey, 2007). Např. zrychlení vývojové procesu by mohlo narazit na kapacity testování a vyústit v problémy s kvalitou.

#### **2.1.2 Integrace teorie omezení do koncepce štíhlé výroby**

Teorie omezení je metodika pro identifikování a odstranění nejdůležitějšího omezujícího faktoru ve výrobě. Ten stojí v cestě za dosažením stanovených cílů. Systematickým zlepšováním ho lze postupně odstranit z výrobního procesu. Ve výrobě se toto omezení často označuje jako úzké místo.

Teorie omezení i koncepce štíhlé výroby jsou systematické metody pro zlepšení efektivity podniku. Mají odlišné postupy (Basl, majer, 2003). Teorie omezení se

zaměřuje na identifikaci a odstranění omezení (úzkého místa) s cílem maximalizovat průtok. Úspěšná implementace umožňuje zvyšovat výrobní kapacitu. Teorie štíhlé výroby se primárně zaměřuje na snižování plýtvání napříč podnikem. Úspěšná implementace umožňuje snižování nákladů. Obě teorie se zaměřují na hodnotu z pohledu zákazníka. Podle tvůrce TOC Eliyahu Goldratta teorie omezení říká, kam se podívat a co změnit, zatímco štíhlá výroba nabízí způsoby změn. Obr. 7 vyjadřuje rozdíly TOC a koncepce lean.

Kategorie	Teorie omezení	Štíhlá výroba
Cíl	Zvýšení průtoku	Eliminace plýtvání
Zaměření	Přímé zaměření na omezení	Široké zaměření na plýtvání výrobního procesu
Výsledek	Zvýšení výrobní kapacity	Snížení výrobních nákladů
Zásoby	Udržení dostatečných zásob k maximalizaci průtoku	Odstranění téměř všech zásob
Přístup	Vytvoření nerovnováhy pro maximalizaci průtoku úzkým místem	Vytvoření rovnováhy pro eliminování plýtvání
Tempo	Omezení určuje tempo (buben-nárazník-lano)	Zákazník určuje tempo (pull)

Zdroj: (leanproduction.com, 2019)

**Obr. 7 Rozdíly přístupu koncepcí TOC a štíhlé výroby**

Jedním z nejsilnějších aspektů TOC je detailní zaměření na omezení. Štíhlá výroba se aplikuje jako širší nástroj pro zlepšení fungování podniku. V reálném prostředí je potřeba dosáhnout kompromisu, protože společnosti mají omezené zdroje. Není potřeba vylepšovat každou část všech procesů, zároveň ne všechno plýtvání je nutné eliminovat. TOC může fungovat jako důležitý mechanismus upřednostňování projektů a štíhlá výroba poskytovat nástroje k jejich optimalizaci. Využití synergie těchto metod může přinést odstranění plýtvání z procesů, které jsou největšími omezeními pro výrobu.

Při hledání úzkého místa ve výrobě lze využít štíhlého výrobního nástroje VSM. Analýzou informací z VSM lze nalézt jedno, nebo více úzkých míst v celém výrobním procesu. Tato místa obvykle mají velké zásoby před vstupem do procesu. Po identifikaci těchto míst je potřeba se zamyslet, jak zvýšit průtok. K tomu lze využít nástrojů lean a kaizen:

- 5s – uspořádat pracoviště pro dosažení časových úspor a zrychlení procesu,
- SMED – dosažení nízkých ztrát z přestavby zařízení,
- TPM – pro dosažení maximální produktivity výrobních zařízení

### 2.1.3 Total Productive Maintenance

Absolutně produktivní údržba (dále TPM) je program řízení údržby strojů a zařízení. Vznik této metody byl urychlen s požadavky JIT dodávek, kde při snaze o včasné dodání výrobků zákazníkům se projevovala nespolehlivost výrobních zařízení – nečekané odstávky, poruchy, nespolehlivost. Postupně vznikala různá opatření a ta nejlepší z nich se stala základem TPM. Cílem metody je maximálně zvyšovat produktivitu zařízení při zachování stejného výrobního času, aktivního zapojení všech zaměstnanců. TPM se zaměřuje na údržbu a považuje ji jako nezbytnou součást celého výrobního procesu, která již dále není považovaná jako nezisková aktivita (Wireman, 2004). Čas na údržbu je předem naplánovaný ve výrobním programu jako nedílnou součástí. Cílem je udržet pohotovostní a neplánovanou údržbu na minimu. TPM byl představen pro vyhnutí se plýtvání v rychle měnícím se ekonomickém prostředí, výroby bez snižování kvality, snižování celkových nákladů a výroby v menších dávkách za co nejkratší čas. Počátky TPM sahají do 60. let 20. století v Japonsku, ale koncept preventivního přístupu k údržbě byl převzat z USA. Přístupy k údržbě se postupně vyvíjely:

- Údržba poruchy – čekání na poruchu zařízení a následné opravení zařízení. Lze využít v případě, že porucha nemá významný vliv na provoz, nebo výrobu a při nevýznamných nákladech.
- Preventivní údržba (1951) – každodenní údržba (čištění, kontrola, mazání, dotahování). Navržena pro udržení kondice strojů a zařízení jako prevencí před poškozením skrz periodické kontroly a diagnostiku strojů. Dále se člení na periodickou a prediktivní údržbu. Preventivní údržba zajišťuje delší životnost strojů.
- Periodická údržba – údržba je založená na periodické kontrole a servisu strojů pro zabránění jejich náhlého selhání.
- Prediktivní údržba – v této metodě se předpovídá životnost strojů na základě inspekce a diagnózy. Údržba je založena na skutečném stavu, spravuje měřicí hodnoty a analýzy opotřebením použitím online systémů.
- Nápravná údržba (1957) – zlepšuje zařízení a jeho součásti pro provádění preventivní údržby. Špatně navržená zařízení musí být přestavěna tak, aby se zvýšila spolehlivost a životnost.

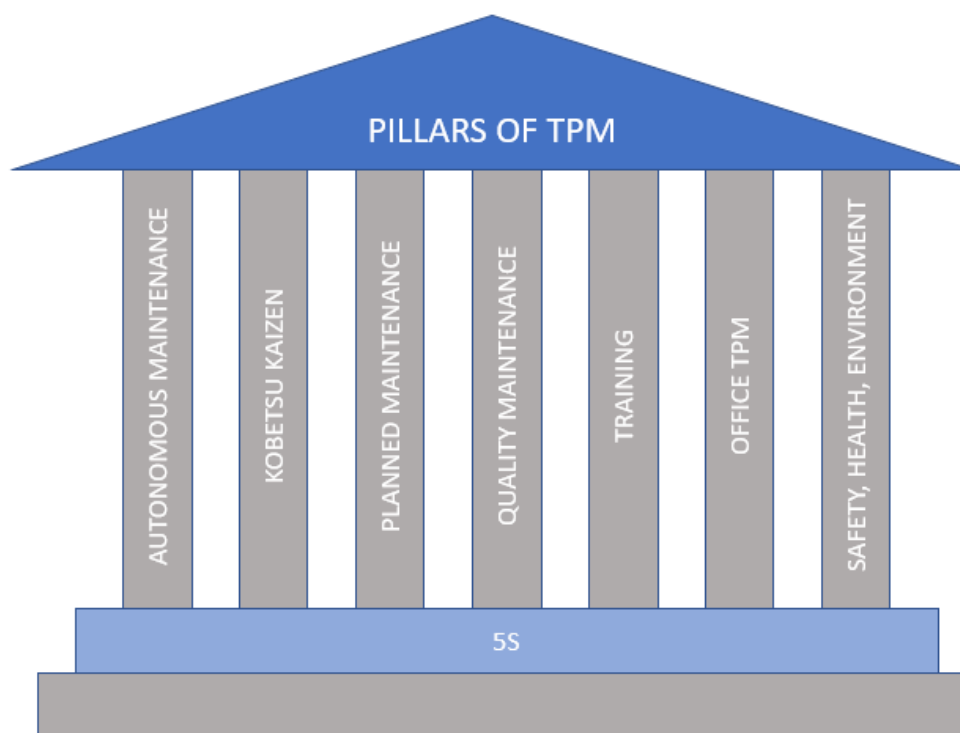
- Údržbová prevence (1960) – zkoumá nové zařízení a jeho slabiny. Poskytuje informace k prevenci poruch, snadnější údržbě, bezpečnosti před uvedením nového zařízení do výroby.

Motivy pro zavedení TPM může být přijetí přístupu životního cyklu a zvyšování celkové výkonnosti systému a výrobních zařízení. Zvyšování produktivity vysoko motivovanými zaměstnanci, využití dobrovolných aktivit pro identifikování příčin poruch zařízení a jejich možné přestavby. Jedinečnost TPM spočívá ve využití obsluhy do procesu údržby. Hlavním cílem je dosažení nulových vad, poruch a nehod ve všech funkčních oblastech podniku. Zapojení lidí na všech úrovních podniku a vytvoření týmů pro snižování závad. Mezi přímé výhody lze považovat zvýšení celkové produktivity, snižování výrobních nákladů, uspokojení všech potřeb zákazníků a snižování počtu nehod (Bauer, 2012). Mezi nepřímé výhody patří zvyšování sebedůvěry mezi zaměstnanci, udržování čistého pracovního místa, atraktivního pro zaměstnance, dosažení pracovních cílů jako tým, rozmístění konceptu na všech úrovních podniku, sdílení znalostí a zkušeností a získání pocitu pro zaměstnance, že stroj vlastní. To umožňuje zavedení autonomní údržby strojů. Obsluha je zapojena do péče o stroje, nejdříve do jednoduché obsluhy – mazání a čištění strojů. Postupně při hlubší znalosti strojů se umožňuje obsluze pokročilejší údržba za pomoci technologů, mistrů a pracovníků údržby. Tento druh údržby se postupně zavádí plošně v celé firmě.

Pro zamezení neplánovaných prostojů výrobních zařízení se využívá plánovaná údržba. Toho lze dosáhnout stabilizací výrobních procesů podporováním autonomní údržby a speciálními úkoly (Bauer, 2012). Havarijní údržba bývá začátkem, následuje preventivní a nápravná údržba na základě sledování dat o stroji s cílem prediktivní údržby.

Pro zavedení TPM je nutné řádné porozumění všemi zaměstnanci a aktivní zapojení nejvyššího vedení. Vrcholové vedení by mělo zavést programy na zvyšování povědomí formou firemních tiskovin, nástěnky a přímým oslovením zaměstnanců formou emailu, nebo dopisů. Měla by být vytvářena školení a intenzivní trénink pro všechny zaměstnance podle potřeby. Dalším krokem je zřízení výboru TPM a resortních výborů. Výbory by se dále měly postarat o další činnosti. Každá činnost je testována a stavuje se cíl. Dalším krokem je oznámení o začlenění TPM do podnikové kultury (Venkatesh, 2005). Mělo by se jednat o významnou událost

podniku, s přítomností všech zaměstnanců, včetně zainteresovaných stran v podniku. Dodavatelé by měli vědět, že podnik vyžaduje kvalitní výrobky a pozváním ostatních firem na tuto událost může přinést nové poznatky a zákazníky. Pro implementaci je potřeba se zaměřit na 8 aktivit, které se označují jako pilíře vývoje TPM. 4 aktivity jsou zaměřeny na zavedení systému výrobní efektivity, na kontrolní systém nových produktů a zařízení, zvýšení efektivity v administraci, bezpečnost a pracovní prostředí. Obr. 8 vizualizuje pilíře TPM.



Zdroj: (VENKATESH, 2005)

#### **Obr. 8 Pilíře TPM**

V dnešní době vysoké konkurence v průmyslu může být TPM jedinou věcí, která stojí mezi úspěchem a neúspěchem firmy. V průběhu let se ukázalo, že program funguje a může být využit nejen v průmyslových závodech, ale i ve stavebnictví, přepravě a dalších odvětvích. Zaměstnanci musí být vzděláni a přesvědčeni, že se nejedná pouze o krátkodobý program, že management je oddán programu a poskytne časový rámec potřebný k implementaci. Pokud je každý uvnitř podniku začleněn do programu TPM, je vysoká šance na návratnost investovaných nákladů.

#### **2.1.4 Výrobní systém Pull**

Jedná se o štíhlou výrobní metodu umožňující snižování plýtvání v jakémkoliv výrobním procesu. Aplikování výrobního systému taženého poptávkou je založeno na systému, který umožní výrobu pouze v případě zadání poptávky zákazníkem (Liker, 2007). Pull systém vznikl ve 40. letech 20. století jako součást štíhlých výrobních principů. Hlavním důvodem implementace Pull systému je výroba produktů založených na aktuální poptávce narozdíl od systému Push, kde se vyrábí na základě předpovědí. Podniku to umožňuje soustředit se na eliminaci plýtvání hromaděním zásob v celém výrobním procesu. Aplikace Pull systému umožňuje podniku pracovat v režimu JIT.

Jednou z běžných metod zavádění pull systému je aplikace kanbanových karet. Těmi jsou opatřeny všechny díly, součásti a materiál nutný pro výrobní proces. Dnešní technologie umožňuje zavádění plně automatizovaných systémů, které fungují v naprogramovaných smyčkách. Výrobní systém funguje na přijímání signálů „shora“ o potřebném množství výrobků, tyto signály přechází z jednoho procesu na druhý. Kanbanové označení může být formou jednoduchého štítku, RFID čipu, QR kódu apod. Načtením kódu se vytvoří signál, vznikne poptávka na konkrétním pracovišti a materiál nebo díl se přesune ve správném množství na určené místo. Podniky mohou disponovat minimálními skladovými zásobami a rychle dodávat zákazníkům výrobky. Bez zbytečných zásob s optimalizovaným procesem vzniká nepřetržitý tok a snižuje se tím plýtvání.

Zavedení systému Pull je vhodné praktikovat společně s jednokusovým výrobním tokem (angl. One-piece flow, dále OPF). Procesy by měly být rozmístěny tak, aby výrobek procházel jednotlivými fázemi v pořadí, jak tyto fáze následují (Imai, 2005). Toho lze v případech příliš těžkých a objemných strojů těžce dosáhnout, některé mají více účelů a jsou začleněny ve více procesech. Mobilnější zařízení by měla být začleněna co nejvíce do výrobní linky.

Před zahájením výrobního procesu by měly být řešeny problémy s absencí zaměstnanců, kvalitou a prostoji (Bauer, 2012). Tyto problémy by měly být vyřešeny předem, v případě, že některý z problémů se objeví v průběhu výroby, dochází k zastavení celé výrobní linky. Z toho důvodu je identifikace a řešení problémů nutnou podmínkou pro OPF.



Po vytvoření výrobní linky podnik přechází ke kusové výrobě, kde výrobek prochází jednotlivě po všech fázích výrobního procesu. Zkracuje to dobu výroby a hromadění zásob mezi procesy (Imai, 2005). Další výhodou je přímý kontakt dělníků s každým vyrobeným kusem. Umožňuje to 100 % kontrolu výrobků, které přecházejí z jednoho procesu do druhého a včasné rozpoznání problémů s kvalitou. OPF umožňuje využití menších a jednodušších výrobních zařízení. V rámci doby jednoho taktu stačí, pokud zařízení zvládne zpracovat jeden výrobek. Velké stroje v sériové výrobě, které vyrábí celé série výrobků tyto výhody nepřinášejí a zároveň zabírají větší plochu a jsou výrazně nákladnější na údržbu a pořízení.

### **2.1.5 SMED**

Jedním ze základních principů štíhlé výroby je program rychlých změn (Single Minute Exchange of Dies, dále SMED). Je to sada technik, umožňující provádět rychlé změny v průběhu výrobního procesu. Cílem je snížit ztrátu výrobní kapacity důsledkem přestavování výrobních zařízení. Největší smysl má v případě, že výrobní zařízení je úzkým místem (Filák, Juřica, 2014). Při nízkých ztrátách plynoucích z přestavby zařízení může podnik přecházet z jednoho druhu výrobku na druhý v malých dávkách. To znamená nižší rozpracovanost výroby, vyšší pružnost a kratší dobu ve výrobě. SMED lze využít mimo výrobu také v jakékoliv jiné operaci, nebo procesu. Základní principy SMED jsou:

- Identifikace interních a externích seřizení – určité činnosti lze provádět před zastavením stroje k přestavbě. Činnosti, prováděny v průběhu zastavení stroje patří do kategorie interní seřizení. Externí seřizení zahrnuje činnosti, které nemusejí být prováděny v průběhu zastavení stroje, např. nástup zaměstnanců ke stroji, přípravu nástrojů a dílů, provádění oprav, umístění správných nástrojů a dílů k zařízení apod. Toho lze dosáhnout vypracováním přestavbového plánu s přesnými instrukcemi a redukcí zbytečných pohybů.
- Analýza skutečného účelu všech činností – kontrola interních činností a jejich účel. Cílem je přenést interní činnosti přestavby na externí.
- Snižování času přestavby – v poslední fázi je třeba detailní pohled na funkčnost a účel zbývajících činností. K tomu je vhodné udržovat vizuální a organizované pracoviště a provádět paralelní operace.

Při implementaci SMED je důležité si uvědomit, že existují dvě kategorie pro optimalizaci času přestavby. Pro začátek je vhodné se zaměřit na lidské elementy práce skrze přípravu zaměstnanců, jejich kroků a organizace (Machalová, Smolíková, 2014). Implementace těchto změn bývá rychlejší a levnější pro podnik. Druhou kategorií je technická optimalizace strojních zařízení skrze inženýrství. To bývá nákladnější a složitější, proto by se na tuto část měl podnik zaměřit až na závěr celého procesu.

## 2.2 Kaizen

Termín „kaizen“ je označován jako z nejdůležitějších pojmů managementu (Imai, 2005). Označuje se jako neustálé zdokonalování pracovních postupů, efektivity apod. jako filosofie podnikání. V japonštině tento pojem znamená nestálé zdokonalování všech zaměstnanců od manažerů po řadové dělníky. Přepokládá, že každý by se měl neustále zlepšovat jak v pracovním, tak osobním životě. Zlepšování probíhá neustále, po malých částech s dramatickými výsledky. Styl managementu v západních zemích je odlišný se zaměřením se na inovace v podobě manažerských technik, výrobních postupů a technologických průlomů. Kaizen je v porovnání s tím méně dramatický až nenápadný. Drobné změny založené na zdravém rozumu a při nízkých nákladech umožňují postupný pokrok v dlouhodobém horizontu. V případě nevýhodných změn se zaměstnanci mohou kdykoliv vrátit k původnímu postupu, což snižuje rizika.

Pojem kaizen zaštiťuje většinu japonských koncepcí zaměřených na zvýšení efektivity podniků jako je absolutní kontrola kvality (TQC), právě včas (JIT), nulová poruchovost (ZD) a mnoho dalších technik.

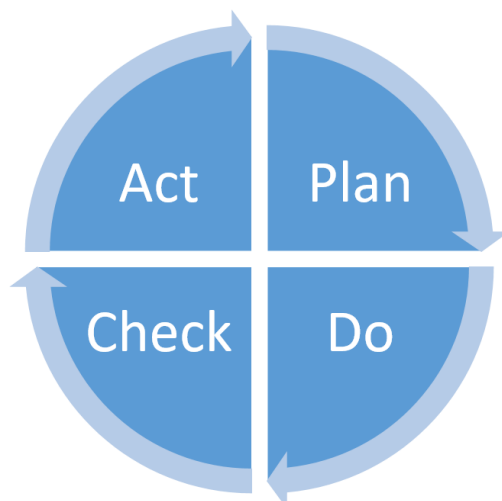
Management má z pohledu konceptu kaizen dvě hlavní funkce – údržbu a zdokonalování. Údržba se zaměřuje na aktuální manažerské, technologické a provozní standardy formou vzdělávání a disciplíny. Umožňuje všem ostatním postupovat dle standardního postupu. Zdokonalování v tomto kontextu má za cíl rozvíjet stávající standardy (Bauer, 2012). Lze členit na kaizen a inovace. Kaizen má za cíl implementovat drobné změny neustále probíhajícího procesu. Vyžaduje důraz na lidské úsilí, vzdělávání, morálku, komunikaci a týmovou práci. Inovace obvykle obnášejí obrovská zlepšení na základě rozsáhlých investic do nových zařízení a technologií.

Kaizen se orientuje na procesně orientované myšlení. Pro zdokonalení výsledků je třeba zdokonalit procesy, které k nim vedou. Nedosažením plánovaných výsledků se považuje jako selhání procesů (Imai, 2005). Management musí odhalit a napravit tyto procesní chyby. Kaizen se zaměřuje na lidské úsilí, což ostře kontrastuje s orientací na výsledek typickou pro západní země. Při aplikaci strategií kaizen jako jsou např. PDCA, TQM, JIT by se měl přístup zaměřený na procesy rovněž aplikovat. Tyto strategie zpravidla neuspějí v případě ignorace zaměření na procesy. Klíčový je závazek a aktivita vrcholového managementu, to musí být demonstrováno okamžitě a neustále.

### **2.2.1 Cyklus PDCA**

Prvním krokem procesu kaizen je cyklus-plánuj, udělej, zkontroluj, jednej. Tento nástroj zajišťuje udržování a zdokonalování standardů procesu. Obr. 9 zobrazuje posloupnost prvků cyklu PDCA.

Plánovací fáze cílí na zdokonalování formou plánu činnosti dosažení stanoveného cíle. V další fázi se realizují činnosti stanoveného plánu. Ve fázi „zkontroluj“ se podnik soustředí na výsledky uskutečněných změn a rozhoduje, zdali přináší plánované zdokonalení. Poslední fází cyklu je standardizace nových postupů, které zamezují návratu původních problémů a stanovení nových cílů pro další zdokonalení. Cyklus PDCA probíhá neustále (Imai, 2005). Po zdokonalení stávajícího stavu se nový stav opět stává předmětem dalšího zdokonalení. Znamená to, že podnik není nikdy spokojen se stávajícím stavem a usiluje o zlepšení. Před zavedení PDCA cyklu se každý proces považuje za nestabilní. Stabilizace probíhá formou cyklu-standardizuj, udělej, zkontroluj, jednej (SDCA). Cílem je údržba procesů, na rozdíl od cyklu PDCA, které má za úkol zdokonalování – hlavní úkol managementu v koncepci kaizen.



Zdroj: (IMAI, 2005)

**Obr. 9** Cyklus PDCA

### 2.2.2 Muda

Japonské slovo „muda“ je označením pro plýtvání či odpad. V kontextu kaizen má ale hlubší význam. Práce zahrnuje sérii procesů a kroků, na začátku je surovina a výstupem je produkt nebo služba (Imai, 2005). Každý proces přidává určitou hodnotu produktu. V procesech jsou zdroji zaměstnanci a stroje. Důležité je, zdali skutečně hodnotu výrobku přidávají. Aktiviny, které hodnotu nepřidávají, se označují termínem muda. Muda se klasifikuje do sedmi kategorií:

- muda nadprodukce,
- muda zásob,
- muda oprav a zmetků,
- muda pohybu,
- muda zpracování,
- muda čekání,
- muda dopravy.

#### **Muda nadprodukce**

Vzniká vyráběním více, než je potřeba. Vzniká z obav vedoucího pracovníka výrobní linky, který se obává poruchy strojů, absence dělníků a nekvalitní výroby. Proto dochází k nadprodukci vzhledem k výrobnímu plánu. Může dojít ke snaze vyššího využití nákladných zařízení. Z hlediska JIT se jedná o větší přestupek, než zaostávání za plánem (Vytlačil, Mašín, 1999). Nadprodukce má za následek plýtvání spotřebou surovin dříve, než je potřeba, plýtváním kapacitou výrobních zařízení, lidskými a energetickými zdroji. Vznikají prostorové nároky na uskladnění a zvyšují se dopravní a administrativní náklady.

K nadprodukci vedou nesprávné předpoklady a postupy. Nesledováním tempa výroby předchozích a následujících procesů s cílem maximalizace využití kapacit stávajícího procesu vede k nadprodukci. Dalším z důvodů je poskytnutí volnosti obsluze strojů a zainteresování všech procesů ke zvyšování produktivity.

### **Muda zásob**

Rozpracované a finální produkty, díly a součástky jsou zásoby nepřidávající hodnotu. Tím, že zabírají místo, zvyšují provozní náklady a potřebují další zařízení jako sklady, vysokozdvizné vozíky a ovládané pásové dopravníky s nutností pořízení nákladných systémů (IMAI, 2005). Vyžadují provoz a další lidské síly. Uložením položek ve skladech nevzniká hodnota a jejich kvalita časem klesá. Kromě toho vznikají rizika z uskladnění při pohybech ve skladu, nebo nečekaných událostech. Velké zásoby jsou následkem nadprodukce. Jednou z velkých nevýhod zásob je zakrytí problémů, které se projevují s nižší hladinou zásob.

### **Muda oprav a zmetků**

Výroba zmetků zastavuje výrobu, vyžaduje si nákladné opravy. Některé se vyřazují, což způsobuje velké plýtvání prací a zdroji podniku. Místo využití v dalších procesech nebo dodání zákazníkovi podnik vynakládá další náklady na zničení a přesun vadného výrobku, nebo součástky (Vytlačil, Mašín, 1999). V masové výrobě mohou vysokorychlostní automatizovaná zařízení vyrobit velké množství vadných výrobků dříve, než je problém zaznamenán. Důsledkem může být i poškození částí výrobních zařízení. Z toho důvodu musí být obsluha neustále v pohotovosti, aby mohlo včas stroj zastavit. Stroje by měly být vybaveny čidly, která na výrobu vadných produktů upozorní.

## **Muda pohybu**

Pohyby zaměstnanců nepřidávající hodnotu jsou neproduktivní. Chůze zaměstnanců, nošení a zvedání těžkých předmětů hodnotu nepřidávají. Pro zaměstnance jsou tyto pohyby obtížné a představují muda (Bauer, 2012). Sledováním obsluhy při práci lze muda předejít vhodným uspořádáním pracoviště. Pozorováním obsluhy lze dojít k závěru, že zaměstnanec přidává skutečnou hodnotu v řádu několika vteřin, zbytek hodnotu nepřidává. Pro identifikaci muda pohybu je třeba sledovat, jak zaměstnanec používá ruce a nohy, poté lze upravit pracoviště, uspořádat všechny části a vytvořit účelné nástroje a pomůcky.

## **Muda zpracování**

Nevhodně zvolená technologie nebo nevhodné provedení v průběhu zpracování produktu vede k muda. Příkladem mohou být nevhodné údery lisu, odstraňování otřepů nebo přílišný náběh obráběcího stroje. Každý krok, který zpracovává produkt nebo informaci přidává hodnotu, produkt nebo informace pokračují k dalšímu procesu (Imai, 2005). Zpracováním se v tomto kontextu rozumí modifikace produktu nebo informace. Pro odstranění muda v oblasti zpracování lze dosáhnout technikami jsou postavenými na zdravém rozumu při nízkých nákladech. Plýtvání bývá také způsobeno neschopností sladit jednotlivé procesy.

## **Muda čekání**

K plýtvání čekáním dochází v případě jakéhokoliv zastavení práce z důvodu nedostatku součástí, nerovnováhy výrobní linky, poruchy strojů, sledování výrobního zařízení zaměstnancem. To jsou muda snadno odhalitelná (Bauer, 2012). V porovnání s tím je daleko náročnější odhalit muda během zpracování a kompletace produktů. Množství muda může existovat i v případě usilovné aktivity zaměstnance, např. u čekání na další výrobek. V průběhu čekání je zaměstnanec neaktivní a nepřidává hodnotu výrobku.

## **Muda dopravy**

V provozu si lze povšimnout mnoha zařízení pro přepravu rozpracovaných výrobků, dílů, součástí atd. Doprava mezi procesy je nutnou součástí výrobního procesu, ale nepřidává hodnotu výrobku. Navíc může při dopravě docházet k poškození výrobků. Pro odstranění muda by mělo dojít k zapojení všech fyzicky vzdálených

procesů k hlavní výrobní lince (Imai, 2005). Muda dopravy je vysoce viditelnou formou plýtvání ve výrobě, pro zlepšení současného stavu je vhodné přiblížit procesy blíže k sobě a zároveň tím ušetřit plochu zabíranou přepravníky a dopravními pásy.

### **2.2.3 5s**

Pět kroků dobrého hospodaření vzniklo intenzivní prací lidí ve výrobní sféře. 5s je jedním z pilířů filosofie gemba kaizen postaveného na zdravém rozumu a nízkých nákladech (Imai, 2005). Je to základní metoda při implementaci pokročilých metod kaizen v jakékoliv společnosti, mělo by se začínat se standardizací, 5s a odstraňováním muda. Metoda pěti kroků dobrého hospodaření vznikla původně v Japonsku, při zavádění v západních zemích, dostala japonská slova anglický ekvivalent 5s (sort, straighten, scrub, systematize, standardize).

#### **Roztřídit**

Prvním krokem je identifikace všech předmětů nacházejících se na pracovišti na dvě kategorie – potřebné a nepotřebné (IMAI, 2005). Na pracovišti lze nalézt spoustu věcí, které se používají pravidelně, nepravidelně, náhradní pomůcky pro případ nouze do budoucna. Základní pomůckou je odstranit vše, co nebude používáno v následujících 30 dnech. Nepoužitelné věci se roztřídí do odpadu, popřípadě vrátí do skladu.

Implementace této metody často začíná označením červenými štítky. Vybere se celé pracoviště nebo jen část všechny nepotřebné věci na pracovišti se označí červenými štítky. V případě, že zaměstnanec nesouhlasí s vytríděním jednotlivých částí, musí předvést praktické využití.

Po roztřídění se vedení nabízí cenný pohled do fungování procesů uvnitř společnosti. Množství vyřazených věcí z pracoviště může vést manažery k zamyšlení se nad fungováním systému objednávek a informací, které má k dispozici oddělení nákupu při zadávání objednávek. Odstraněním nepotřebných položek umožňuje fungování pracoviště na menším prostoru, zvyšuje pružnost pracoviště a uvolňuje místo zaměstnancům při práci. V poslední fázi by měl být určen maximální počet položek umístěných na pracovišti.

#### **Srovnat**

Cílem této metody je urovnat věci tak, aby jejich nalezení bylo jednoduché a rychlé. Potřebné věci by měly být uloženy s ohledem na ergonomii práce a pro eliminaci pohybů na pracovišti (Bauer, 2012). Umístění by mělo být v souladu se změnami na pracovišti. Uložení věcí by mělo být diskutováno se všemi zaměstnanci. Rozložení přípravků a nářadí by mělo maximálně vyhovovat obsluze zařízení, v ideálním případě nemělo být jiné místo, kam je uložit.

Další částí je stanovení maximálního množství materiálu a polotovarů na pracovišti. Hledá se optimální množství potřebné k plynulému fungování pracoviště. To souvisí s hledáním muda pro optimalizaci zásob a dosažení jednokusového toku výroby.

### **Vyčistit**

Vyčistění pracoviště, strojů a nástrojů umožňuje obsluze lepší kontrolu. Během kontroly lze odhalit drobná poškození strojů. V případě mastných a špinavých strojů se obtížně hledají nedostatky o poruchy. Pokud je stroj a jeho okolí vyčištěn, lze snadno odhalit únik oleje, uvolněné matice a šrouby. Poškození je často způsobeno nedostatečným mazáním nebo vibracemi a pronikáním částeček dovnitř strojů. Čištění je důležité pro obsluhu, umožňuje odhalit důležité informace.

### **Systematizovat**

Po implementaci předchozích tří kroků by mělo být pracoviště přehledné, uspořádané a čisté. Pro udržení tohoto stavu je potřeba navržení standardů zamezujících návratu původního stavu. Za spolupráce nadřízených s obsluhou strojů se vypracují standardy, které jsou zveřejněny na pracovišti. Stanovuje se perioda čištění každé části pracoviště a okolí. Standardizují se postupy práce, i postupy přeseřizování. Důležitá je aktivita obsluhy, která se podílí na vypracování těchto standardů. Spolupráce nadřízených s obsluhou pomáhá překonávat odpory a napomáhá porozumění procesů. Standardy by měli být jasně srozumitelné a názorné pro obsluhu vytvořením výstižných vět tučným písmem a vizualizací. Standardy platí po schválení kompetentními lidmi a největším problémem může být jejich dodržování. Kontrolu provádí mistři a nadřízení pracovníci. Podstatou standardizace je ulehčování práce pro zaměstnance.

### **Zlepšovat**



Neustálé zlepšování pracoviště vyžaduje disciplínu zaměstnanců. Základním prvkem pro udržení stavu a zlepšování jsou audity. Zaměstnance to vede k systematickému pořádku na pracovišti osvojením si hodnot a disciplíny. Pro zlepšování již stanovených standardů se využívají cykly PDCA a SDCA. Neustálé drobné zlepšování by se mělo stát filosofií všech zaměstnanců, včetně vedení, které by mělo jít příkladem a metodu 5s uplatnit metodu ve všech prostorech podniku.

Nastavením neustálého zlepšování se naplňuje kompletní myšlenka 5S. Přináší časové úspory, zrychluje celý proces a nezanedbatelným prvkem je také vliv zvýšení bezpečnosti práce.

### **2.3 Just-in Time**

Koncepce Just-in-Time (dále JIT) se začala využívat v 70. letech 20. století v Japonsku, USA a západní Evropě. Je zaměřena na řízení výroby s cílem uspokojení zákazníka dodáním toho, co potřebuje, za co nejkratší čas. Toho lze dosáhnout při produkci jen nezbytných položek, s potřebnou kvalitou, v nezbytném množství s nejpozději přípustným časem. JIT se orientuje na eliminaci 5 základních druhů ztrát, které plynou z nadprodukce, dopravy, čekání, nekvalitní výroby a udržování zásob (Keřkovský, 2009). Aplikaci JIT lze členit na 3 okruhy. Zavedení JIT jako filosofie firmy se zapojením všech zaměstnanců s obecným zaměřením na průběžné zlepšování a eliminaci ztrát. JIT je soubor technik pro řízení výroby s podporou JIT kultury (disciplína, aktivita, flexibilita, autonomie, zvyšování kvalifikace, kreativita), zaměřením na technologičnost konstrukce, jednoduché a flexibilní stroje, totální řízení údržby s JIT dodávkami. Nejužším pohledem je využití JIT pro plánování a řízení výroby kanbanem, synchronizací výroby a použitím metody Pull, neboli řízení pomocí tahu. V případě využití prvních dvou okruhů se hovoří o „volném JIT“, aplikace všech 3 okruhů se nazývá „čistý JIT“.

Implementace JIT ve firemním prostředí je chápána jako strategický záměr, vycházející z celkové a zejména výrobní strategie. Bývá aplikováno ve štíhlých firmách se zaměřením na nákladové strategie. V ideálním případě by měl materiál nebo polotovar dorazit na pracoviště ve stanovený čas a také ho opustit podle plánu, zaměstnanec by měl disponovat potřebnými zdroji přesně ve chvíli, kdy je potřebuje. Pro maximální efektivitu pomáhá zavedení výrobního systému „One-piece Flow“. Mezi charakteristické rysy výrobní strategie u JIT bývá snaha o minimalizaci

rozpracovaných výrobků, s minimem zásob a eliminací meziskladů. Zkracování průběžné doby výroby. Systém tažený poptávkou zákazníky, kde plánování je tvořeno dle navazujících úrovní výrobního procesu. Využitím malých výrobních dávek (Kraft, Zajcev, 2017). Zkracování a urychlování toku materiálů mezi pracovišti (např. zkrácení vzdálenosti mezi stroji) a subdodavateli. Aplikace strategie „make or buy“, podle které by firma neměla vyrábět něco, co může nakoupit levněji. Důraz na vysokou kvalitu výrobků a eliminaci poruch v celém výrobním procesu. Charakteristická je jednoduchost a průhlednost systému řízení s motivovanými a angažovanými zaměstnanci všech úrovní. Aplikace JIT by měla být pozvolná, protože se jedná o významnou strategickou změnu. Před aplikací by si firma měla promyslet, zdali splňuje předpoklady a podmínky:

- minimum konstrukčních změn ve výrobě, a zúžení počtu výrobků,
- stabilní podnikatelské prostředí,
- komunikace mezi pracovníky a se subdodavateli,
- automatizovaná výroba, vysoké objemy,
- totální řízení kvality
- spolehlivá zařízení (řízení údržby),
- maximální využití výrobních zdrojů, minimální zásoby,
- aktivní účast zaměstnanců všech úrovní, flexibilní pracovní síla.

Mezi výhody, které přináší JIT lze řadit redukce zásob a rozpracovaných výrobků, redukce skladovacích a výrobních prostorů, zkrácení průběžné doby výroby, reakčního času a seřizovacích časů (Bauer, 2012). Umožňuje využití všech výrobních zdrojů, zvyšuje rychlost výroby, tím i obrat kapitálu, snižuje zásoby a režijní náklady podniku. V praktickém využití nelze dosáhnout nulových zásob a koncepce JIT jasně nedefinuje požadavky, proto nelze jednoznačně určit, který podnik splňuje JIT.

### 3 Návrh optimalizace výroby

Návrh je zaměřen na analýzu výrobní dílny karoserií v oddělení stavby prototypů ŠA metodou využití metody mapování hodnotových toků (angl. Value stream mapping). Účelem uplatnění VSM na stávající procesní uspořádání je vizualizovat hodnotové toky konkrétní dílny. Zmapování hodnotových toků umožňuje identifikovat úzké místo, které zpomaluje výrobní program. Navržení nového uspořádání výrobního programu by mělo umožnit podniku optimalizovat procesy zejména z časového hlediska a eliminovat plýtvání. Návrh by měl obsahovat řešení pro optimalizaci vybraných procesů s kalkulací předpokládaných úspor. Hodnoty jsou v této diplomové práci uváděny z důvodu utajení v procentuálním podílu na celku.

Dílna stavby karoserií je umístěna vedle konečné montáže vozů, ve vývojovém centru v Mladé Boleslavi, společně s odděleními zodpovědnými za průběh stavby vozu. Kromě dílny v Mladé Boleslavi disponuje oddělení stavby prototypů dvěma dílnami umístěnými v Kvasinách a Vrchlabí. Pro přepravu se využívají upravené kamiony. Skladování těchto dílů je umístěné v nedalekém skladu od karosárny, dodávány jsou na základě pravidelných odvolávek. Díly pro účely stavby prototypů se člení na 5 kategorií:

- interně vyrobené – v karosárně, za podpory technologů a oddělení kvality,
- externě vyráběné prototypové díly – dodané externími dodavateli, za podpory oddělení externích dodávek a oddělení kvality,
- díly potřebné pro stavbu karoserie – spojovací materiál,
- sériové díly – díly dodávané ze sériové výroby,
- koncernové díly – specifické díly dodávané z koncernu VW.

Sklad dílů je umístěn nedaleko od karosárny, do výroby se dodávají na základě pravidelných odvolávek.

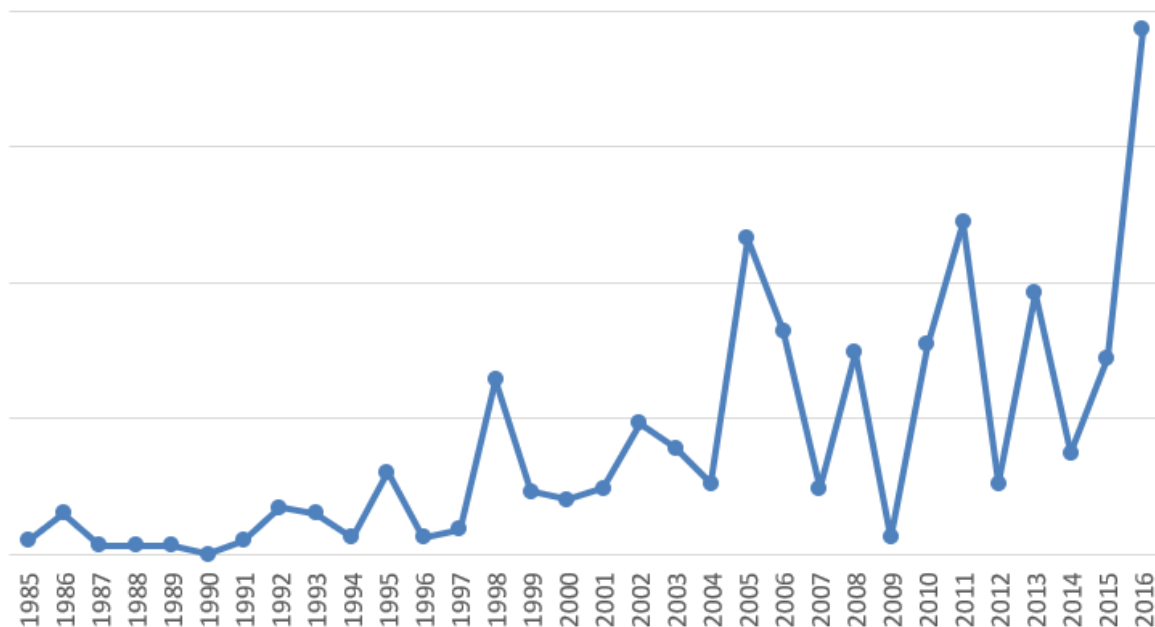
#### 3.1 Vývoj prototypů ŠKODA AUTO a.s.

Vývoj stavby prototypů lze členit na 2 etapy – předrevoluční a dobu po vstupu ŠA do koncernu Volkswagen Group. V 80. letech pracovalo v oddělení stavby prototypů

120 lidí, celý vývoj v areálu Česana zaměstnával 550 lidí. V dnešní době je zaměstnáno zhruba 330 lidí pro stavbu prototypů a tisíce lidí se podílí vývoji.

Význam moderních technologií pro vývoj lze demonstrovat na třech základních automobilech – Favorit, Felicia a Octavia I. Vývoj Škoda Favorit trval 3 roky. Jedním z důvodů bylo ruční kreslení a nepřesné kopírování náradí. Proti tomu Škoda Felicia byla prvním automobilem navrženým přes CAD data. Podvozek vycházel z Favoritu. Ten byl kreslen ručně, proto i tento model obsahoval nepřesnosti. Největší zlom v technologiích zažila Škoda Octavia I. Byla jako první kompletně vytvořená v datech – digitálně, včetně využití data control modelu pro odhalení kolizí.

Počet vyrobených prototypů a karoserií v průběhu let postupně rostl. Na obr. 10 můžeme pozorovat tento trend. Zatímco prototypů a karoserií Škoda Favorit se vyrobilo x ks v průběhu 3 let, Škoda Fabia I bylo vyrobeno téměř třikrát více. Porovnání těchto statistik s rokem 2016 ukazuje výrazný rozdíl. V roce 2016 bylo vyrobeno třikrát více prototypů a karoserií v porovnání se Škoda Fabia I. Z toho bylo vyrobeno 34 % prototypů a 66 % karoserií modelu Yeti a Fabia R5. Výrazný růst požadavků na oddělení stavby prototypů vedl zároveň k vyššímu počtu zaměstnanců, za využití moderních technologií a náběhu více projektů současně.



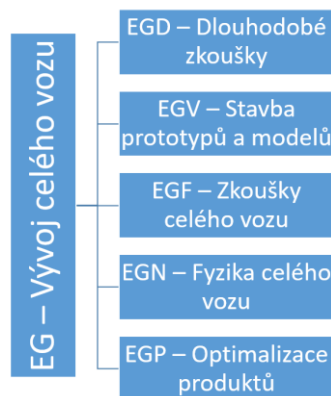
**Obr. 10** Produkce prototypů a karoserií

Růst množství prototypů měl zároveň vliv na zajišťování dílů. Požadavky na větší množství dílů vedlo z většinové výroby v prostorách ŠA, k zajišťování dílů dodavateli. Nákup dílů původně probíhal v kompetencích oddělení stavby prototypů, později začal díly zajišťovat sériový nákup. V rámci zmíněných modelů lze pozorovat výrazný vliv globalizace na dodavatele a trend outsourcingu. Favorit byl poslední model, vyráběný z většinové části díly z ČR. U Felicie rostlo množství zahraničních dodavatelů, zejména z Evropy. Díly pro následující modely až do dnešní doby se zajišťují zejména dle ceny, včetně všech druhotných nákladů – doprava a balení atd. Proto v posledních letech roste množství dodavatelů z Asie.

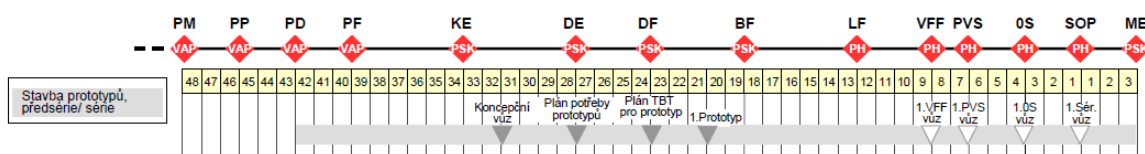
Před začátkem sériové výroby musí prototypy najezdit 2 miliony kilometrů v různých podmínkách – testují se na dálnicích, v horku a suchu, v podmínkách s vysokou vlhkostí (Auto-Mania, 2019). Testuje se i stav prototypů po nečinném odstavením v extrémních podmínkách (teploty -40 až 80 °C). Některé prototypy se využívají pro crash testy. V tom je rozdíl dnešní doby, prototypy Škoda Favorit byly všechny využity pro účely crash testů. Oddělení zároveň zajišťuje specifické díly pro odborné útvary na dílčí zkoušky. Pro testování prototypů se začíná využívat technologie virtuální reality, která po digitalizaci dat představuje další stupeň vývoje prototypů.

### **3.2 Stavba prototypů**

Oddělení stavby prototypů a modelů-EGV je převážně výrobní jednotkou oblasti vývoje ŠKODA a koncernu VW. Je zodpovědné za plánování výroby a stavby prototypů, výrobu data control modelů (dále jen DKM), virtuální techniku, řízení a zajištění kvality prototypové výroby a další výrobní úkony pro vývoj ŠA. Stavba prototypů je jedním z mnoha procesů před uvedením automobilu do sériové výroby, je součástí vývoje celého vozu. To probíhá za spolupráce oddělení, jejichž organizační strukturu vyjadřuje obr. 11. Časová náročnost stavby prototypů je definována v dokumentu PEP-proces vzniku výrobku na obr. 12.



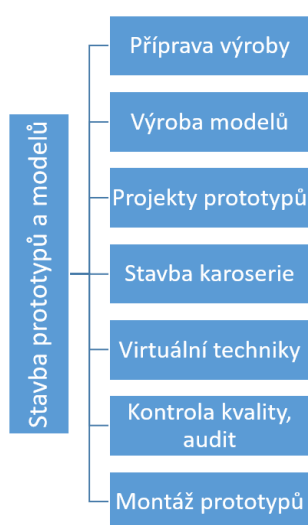
Obr. 11 Vývoj celého vozu



Obr. 12 Technický vývoj-PEP

### 3.2.1 Oddělení stavby prototypů

Pro účely využití metody VSM je nejdříve potřeba identifikovat činnosti jednotlivých oddělení podílejících se na stavbě prototypů. Za účelem testování prototypů jízdními zkoušky, crash testy a funkčních zkoušek celého vozu. Oddělení EGF předává požadavky na množství prototypů a jednotlivých dílů pro následné testování. Struktury oddělení stavby prototypů vyjadřuje obr. 13.



Obr. 13 Organizační struktura stavby prototypů a modelů

### Virtuální techniky

Vstupními zdroji pro stavbu prototypů jsou CAD data. Ta jsou prezentována ve virtuální realitě s cílem posouzení dat nových vozů z hlediska konstrukce, designu a technologie. Další funkcí je DMU analýza, pro zjištění kolizí konstrukčních dílů ve fázi předvývoje, konstrukce a výroby prototypů. Další činností tohoto oddělení je rendering – fotorealistické znázornění CAD dat za účelem posouzení realistického vzhledu budoucích modelů. Toto oddělení poskytuje cenné informace z hlediska funkčnosti vozu. Odhalením nedostatků před zahájením stavby prototypů a následná úprava CAD dat je efektivní, dodatečné úpravy při stavbě prototypů jsou náročné na organizaci a zvyšují náklady.

### **Příprava výroby**

Zajišťuje předvýrobních etapy stavby prototypů, konstrukce prototypového nářadí a přípravků, zajištění výrobní dokumentace, stanovení pracovních postupů, materiálové a logistické zabezpečení všech výrobních procesů oddělení stavby prototypů. Pro odborné útvary zajišťuje objednávky materiálů a služby u externích dodavatelů, včetně skladování, dodávek a distribuce materiálu, expedici zboží, dopravu a celní deklarace. Oddělení přípravy výroby se člení z hlediska zaměření:

- Vývoj prototypového nářadí
- Technologie zpracování kovů
- Externí dodávky UB
- Technologie výroby modelů
- Externí dodávky HUT

### **Stavba karoserie**

Oddělení je zaměřeno na stavbu prototypových, koncepčních a zkuškových karoserií, včetně specifických prototypových dílů, podskupin, přípravků a nářadí. Kompletace svařovaných podskupin a výroba karoserie probíhá ve výrobních dílnách Kvasiny, Vrchlabí a Mladá Boleslav.

### **Konečná montáž**

Montáž probíhá od fáze okované karoserie po hotový vůz. Hlavní činností je kompletní montáž prototypů, agregátních nosičů, modelových péčí, koncepčních

vozů a stavba speciálních modelů. Ta se provádí po olakování karoserie, ve spolupráci s konstrukčními odděleními, technologů za podpory oddělení kvality a zástupci konkrétních projektů. Montáž probíhá v prostorách dílny a doprovodem zástavby nových specifických dílů v sériových linkách. Před předáním odborným útvarem za účelem zkoušek podstupují vyrobené vozy závěrečnou přejímku na dílně montáže prototypu.

### **Projekty prototypů**

Oddělení koordinuje činnosti pro výrobu prototypů, modelů a dílů mezi odbornými útvary, nákupem, vývojářem platformy a externími dodavateli. Koordinuje zajištění dílů pro stavbu prototypů, účastní se jednání projekčních a vývojových týmů. Rozpracovává kusovník pro potřeby plánování stavby prototypů.

### **Kontrola kvality, audit**

Oddělení zajišťuje činnosti pro technický vývoj v oblasti metrologie. Provádí kontrolu mechanicky obráběných, plechových a plastových dílů, podkompletů, modelů, karosérií i celého vozu. Zabývá se analýzou zjištěných závad při stavbě prototypů. Jedná s dodavateli z hlediska kvality dodávaných dílů. Provádí bezdotyková měření optickou digitalizací.

## **3.3 Stávající uspořádání procesů výroby**

Pro zmapování současného stavu výrobního programu je potřeba detailní porozumění všech procesů výroby karoserie. Z hlediska VSM se hodnotový tok člení na informační a materiálový při sledování časové náročnosti jednotlivých procesů. Před vytvořením mapy hodnotového toku je potřeba získat relevantní data vzhledem k charakteru výroby.

### **3.3.1 Základní vlastnosti výrobní dílny**

Karosárna je umístěna v areálu vývoje ŠA. Vedení karosárny se nachází ve stejné budově. Jedná se o kusovou výrobu, kde se každý projekt významně liší. V porovnání s hromadnou výrobou je potřeba disponovat vysoce kvalifikovanými zaměstnanci.

Materiál a díly jsou do dílny dodávány ze skladu. Některé díly jsou vyráběny ve stejné budově. Pro účely spojování materiálu se využívají technologie bodového a



laserového svařování, FDS šrouby, nýtování, lemování a lepení. Tyto technologie jsou součástí jednotlivých operací, které jsou rozčleněny o podkapitolu níže.

### 3.3.2 Procesy stavby karoserie

Proces stavby okované karoserie je ohraničen dodávkou dílů a materiálů ze skladu do výroby a předáním karoserie na montáž vozů.

Na obr. 14 jsou informace k základním operacím, včetně časové náročnosti pro jednu karoserii. Doba přípravy zahrnuje přípravu pracoviště, manipulace s ekonorem, ustavení karoserie na pracoviště. Další informací je časová náročnost kontroly po provedení každé operace. Tabulka členění operací obsahuje data pro procesní box mapy hodnotových toků. Původní hodnoty v tabulce byly vyjádřeny v minutách, z důvodu utajení informací došlo k převedení hodnot na podíl v procentech.

Proces	Činnost	Časová náročnost	Doba přípravy v %	Kontrola v %	Personál
Požadavek do PPS		1			1
Doprava materiálu a dílů		18			2
Platforma	Výroba na flexibilu	15	11	12	2
Vnitřní karoserie		17	13	10	
C sloupek		8	9	11	2
Vnější postranice L+P	Výroba jedné sady	7	10	10	2
Pájení vnější postranice		1	7	8	2
Vnitřní postranice L+P	Výroba jedné sady	8	9	11	2
Pájení střechy	Robotické pájení	3	10	12	2
Sváření karoserie		5	10	15	
Kování	Lícování dveří, kapoty, blatníků	8	11	11	6
Kontrola	Rozměrovost, spáry, povrch	8	10		4
Odvoz do lakovny	Balení, plombování, manipulace	1			2
Celkem		100	100	100	

**Obr. 14 Základní operace**

### 3.3.3 Informační tok

Pro přenos dat mezi odděleními se využívá systém PPS Team a projektové složky umístěné na společném disku. Prototypy se vyrábějí po projektech, jejichž složky jsou strukturovány pro maximální přehlednost, s přístupem pro jednotlivá oddělení. Oprávnění pro přístup do konkrétních složek jsou řešena s ohledem na utajení citlivých informací, proto mají zaměstnanci přístup pouze ke složkám, které potřebují ke své práci. V případě nového projektu se prázdná projektová složka s přednastavenými oprávněními kopíruje.

### Systém řízení

Základním systémem pro řízení je program PPS Team. Ten zahrnuje všechny díly potřebné pro stavbu karoserie a prototypů. Díly v programu jsou uloženy v datové struktuře stromu. V programu je importovaný kusovník, obsahuje všechny díly, včetně spojovacího materiálu. Každý díl má své označení, včetně barevných specifikací. V závislosti na zdroji je zodpovědnost za díly rozdělena pro jednotlivé zaměstnance technologie a externích dodávek pro všechny projekty.

Program PPS Team je propojen se skladem, proto zaměstnanci mají přehled o počtu naskladněných dílů pro projekt. Zároveň program vychází z termínových plánů a zahrnuje informace o plánovaném dodání dílů. Při vyskladňování dílů QR čtečkou se díly odečítají v systému a zaměstnanci mají přehled o skutečném stavu na skladě.

### **Termínový plán**

Jedná se o základní dokument, podle kterého se orientuje celé oddělení, karosárna, sklad, včetně dodavatelů. Termínový plán je umístěn ve složce projektů na disku oddělení a zároveň je importován do systému PPS Team. Obsahuje pořadí stavby prototypů a karoserií, konkrétní parametry, barevnou specifikaci, výbavu, motorizaci a termíny pro dodání a výrobu dílů. V termínovém plánu je také definováno, pro jaké účely se prototyp, popř. karoserie vyrábí. Termínový plán se postupem času upravuje podle potřeb. Termíny a konkrétní specifikace jsou odesílány dodavatelům pro zajištění včasné dodávky. Na základě termínu stavby se pomocí odvolávek dodávají díly a součástky ke konkrétním pracovištím.

### **3.3.4 Materiálový tok**

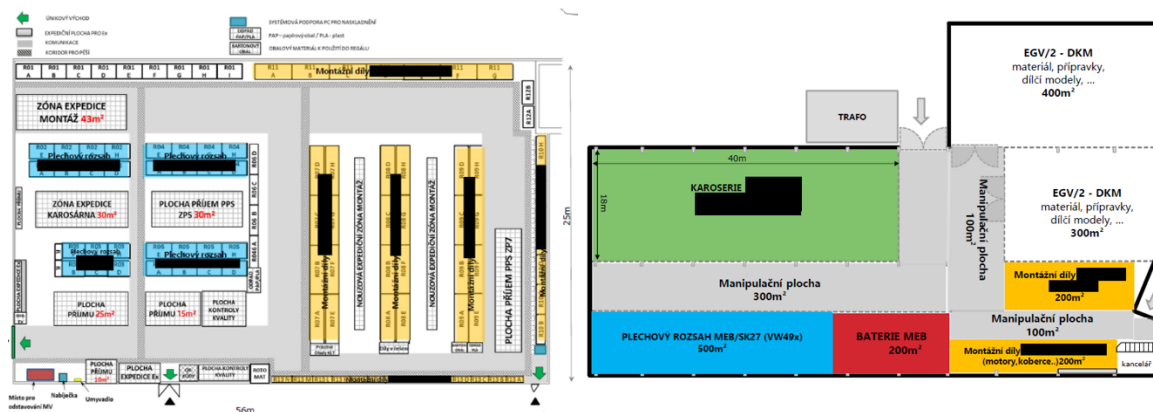
Materiál a díly pro stavbu karoserie jsou dodávány interními a externími dodavateli do skladu „Akuma“. Po vyskladnění se převáží na přejímku v prostorách karosárny, odkud díly směřují ke konkrétním stanovištím, pro provedení operace. Karoserie vzniká postupně svařováním podskupin do stavu „okovaná karoserie“. Jednotlivé operace přidávají hodnotu výrobku. Po provedení poslední operace se karoserie předává na montáž vozu, odkud se hotový prototyp přesunuje k odborným útvarům.

### **Sklad**

Sklad dílů je umístěn v areálu AKUMA, vzdálený 1,6km od karosárny. Pro potřeby stavby prototypů poskytuje 4300 m<sup>2</sup> plochy. Přítomnost skladu je nutná z důvodu

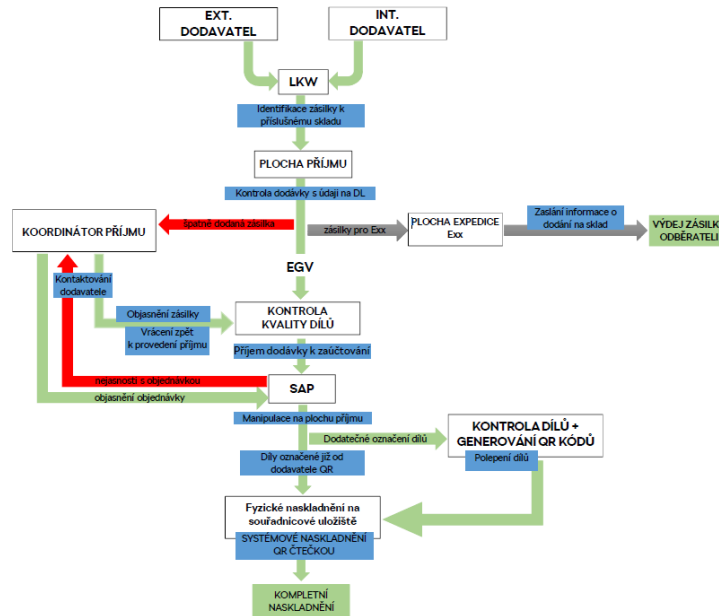
specifičnosti výroby prototypů. Pro stavbu prototypů je potřeba tisíce dílů, na sklad přicházejí z celého světa, obvykle v sadách. Proto je sklad přítomen a zavedení JIT dodávek by nebylo vhodné. Zvyšovaly by se náklady na dodávky. Množství obalů by bylo výrazně vyšší, zároveň oddělení nedisponuje plochou pro příjem všech dílů každý den od různých dodavatelů.

Na základě termínových plánů se vyskladňují a expedují díly do karosárny. Schéma hal F a C je vyobrazeno na obr. 15. Hala F disponuje plochou pro příjem materiálu, kontroly kvality a pro naskladnění do systému. Z větší části funguje pro montáž vozů. Větší hala C slouží primárně pro potřeby karosárny. Plocha slouží pro uskladnění materiálu, přípravků, dílčích modelů, baterií a plechových dílů.



**Obr. 15 hala F, C**

Proces naskladnění dílů na sklad začíná identifikací zásilky od externích a interních dodavatelů k příslušnému skladu. Po přijetí se kontroluje dodávka, zdali souhlasí s údaji na dodacím listu. V případě přijetí dílů pro ostatní odborné útvary dochází k expedici dílů odběratelům. Ostatní díly pro oddělení stavby prototypů se přijímají k zaúčtování programem SAP. Naskladnění probíhá pomocí QR kódů. Kontroluje se označení, v případě neoznačených dílů se generují QR kódy a probíhá naskladnění čtečkou do systému PPS. Schéma příjmu vyjadřuje obr. 16. Díly se vyskladňují na základě odvolávek, řízených dle termínového plánu. Probíhá vyskladnění pomocí QR čtečky a díly se dopravují do karosárny.



Obr. 16 Proces naskladnění

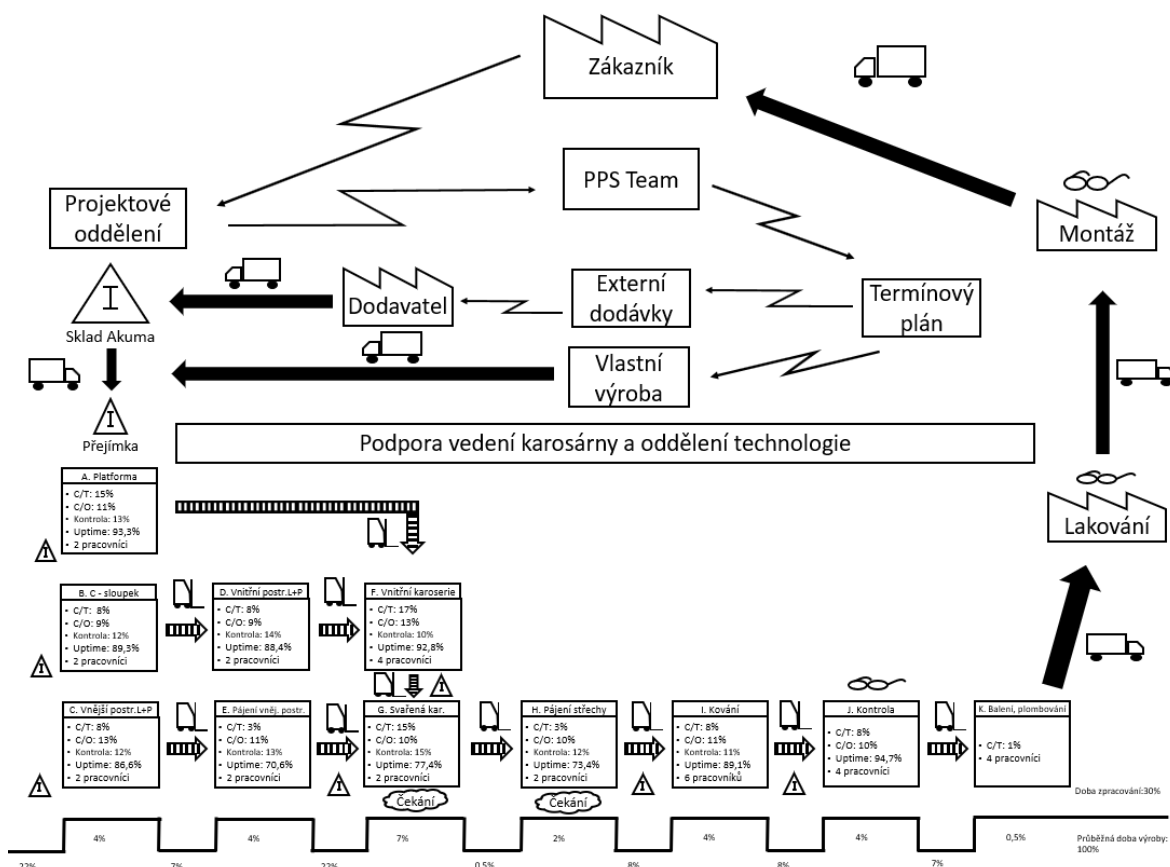
### 3.3.5 Aktuální mapa hodnotových toků

Mapa popisuje cyklus výroby, od požadavků zákazníka, tok informací přes projektové oddělení do systému PPS Team a generování termínového plánu. Na základě toho se řídí výroba vlastních dílů a jednání s dodavateli. Materiál a díly jsou dodávány do skladu Akuma, odkud se na základě odvolávek dodávají na přejímku. Z přejímky se dodávají ke konkrétním pracovištím.

Informační tok je zakreslen zalomenou šipkou. Proces je rozdělen do 9 výrobních operací, končí operacemi manuální kontroly, balením a plombováním karoserie a lakováním. Poté se karoserie přesunuje na montáž vozů. Z hlediska karosárny je konečný zákazník oddělení montáže vozů. Pro zobrazení toků informací a pochopení celkového procesu stavby prototypů mapa zobrazuje jako konečného zákazníka odborné útvary ŠA.

Z operací lze pozorovat pořadí stavby karoserie – paralelně zapojené operace A, B+D, které navazují na operaci F. Operace G závisí na dokončení operací F a E.

Ostatní operace jsou již zapojeny sériově až do dokončení stavby karoserie. Tato mapa obsahuje skutečný stav výrobního procesu na základě pozorování a statistik dodaných oddělením.



Obr. 17 VSM-současný stav

Procesní box obsahuje čas cyklu (C/T), čas přestavby (C/O), kontrolu po dokončení operace. Z těchto informací je vypočítána efektivita operací „uptime“, což vyjadřuje podíl skutečně odvedené práce na karoserii v procentech. Poslední informací v procesním boxu je počet zaměstnanců na každou operaci.

### 3.3.6 Identifikace plýtvání

Pro identifikaci plýtvání je potřeba sledovat informační tok v rámci celého oddělení a zároveň tok materiálu od skladu, po poslední operaci a odeslání karoserie na montáž vozů.

Na časové ose lze pozorovat, že dodání dílů vyžaduje 22 % průběžné doby výroby od procesu naskladnění po dodání na přejímku. Tato doba prodlužuje celkový proces. Pokud se však vyrábí dle termínového plánu, nemá negativní vliv na výrobu.

Dalším krokem pro identifikaci plýtvání je analýza konkrétních výrobních operací. Karoserie je vyráběna postupně, po vykonání činností a kontrole dochází k transportu na další operaci. Výrobní proces začíná paralelními operacemi stavby

platformy, C – sloupku a vnějších postranic. Pro zahájení operace F je potřeba dokončení operací A, B a D. Operace F vyžaduje nejdelší čas pro dokončení. Pro zahájení operace G je nutné dokončení operací F, C a E.

Návaznost těchto operací, které pracují s různými časy cyklů způsobuje jeden z druhů plýtvání – čekání. Zvyšuje se průběžná doba výroby jedné karoserie. Cílem je nalézt operace, mezi kterými jsou nejvyšší rozdíly času cyklů. To platí zejména u operací, které vyžadují nadprůměrnou dobu pro dokončení. Na obr. 18 lze pozorovat návaznost operací A, B+C. Jsou zapojeny paralelně a musí se dokončit před začátkem operace F. Rozdíl 1 procentního bodu způsobuje hromadění zásob mezi operacemi A a F.

1. řada operací	Délka operace v %	2. řada operací	Délka operace v %	Kumulativní součet v %	Rozdíl od operací B+D
A. Platforma	15			15	1%
B. C- sloupek	8	D. Vnitřní postranice	8	16	

**Obr. 18 Operace A, B, D**

Obr. 19 porovnává časovou náročnost na provedení operací B+D a F. Pro toto srovnání byly operace B+D vybrány z důvodu delší doby výroby, ve srovnání s operací A. Proto operace F závisí na B+D. Rozdíl 1 procentního bodu je nesoulad ve výrobě, který se projevuje hromaděním rozpracované výroby, mezi operacemi D a F.

Operace	Délka operace	Rozdíl
B. C - sloupek + D. Vnitřní postranice	<b>1020</b>	60
F. Vnitřní karoserie	960	

**Obr. 19 Operace B+D, F**

Na obr. 20 lze pozorovat potřebné operace k dokončení před zahájením operace G. Operace C+E vyžadují o 22 procentních bodů méně času k dokončení. Proto dochází k nedostatečnému využití operací C a E.

1. řada operací	Délka operace v %	2. řada operací	Délka operace v %	Kumulativní součet v %	Rozdíl od operací B+D+F
C. Vnější postranice	8	E. Pájení vnější postranice	3	11	22%
B. C-sloupek + D. vnitř. Postranice	16	F. Vnitřní karoserie	17	33	

**Obr. 20 Operace C, E, B+D, F**

Pro zahájení operace G je potřeba dokončení operací E a F. Z předchozího obrázku je zřejmé, že k čekání dochází z důvodu časové náročnosti operace F. Proto je na

obr. 21 vyjádřen rozdíl časové náročnosti operací F a G. Rozdíl 2 procentních bodů způsobuje čekání u každé karoserie.

Operace	Délka operace v %	Rozdíl v %
F. Vnitřní karoserie	17	2
G. Svařená karoserie	15	

**Obr. 21 Operace F, G**

Další výrazný nesoulad lze pozorovat na obr. 22 u operací H a I. Operace H vyžaduje 3 %, ve srovnání s operací I je to rozdíl 5 procentních bodů. To způsobuje plýtvání, operace H čekání na dokončení operace I.

Operace	Délka operace v %	Rozdíl v %
H. Pájení střechy	3	5
I. Kování	8	

**Obr. 22 Operace H, I**

V informačním toku VSM lze pozorovat řízení výroby vedením karosárny za podpory technologie. To vyžaduje provoz dvou oddělení. Ta musí navzájem spolupracovat. To může způsobovat plýtvání. Provoz těchto oddělení pravděpodobně zvyšuje náklady a může způsobovat informační šum.

### **Simulace výroby**

Data získaná pro vytvoření VSM bylo možné zároveň využít pro simulaci výroby v programu Tecnomatix Plant Simulation 15. Výsledky simulace mohou být využity pro identifikování úzkého místa. Identifikace úzkého místa umožní efektivní aplikaci znalostí nástrojů lean. Optimalizace konkrétních operací by díky tomuto kroku měla prospět celému výrobnímu procesu. Zároveň lze interpretovat dílčí výsledky jednotlivých operací. Po navržení a implementaci změn lze upravit simulaci a objektivně vyhodnotit, jestli metoda VSM lze skutečně použít na výrobu prototypů práce.

Obr. 23 vyjadřuje procentuální využití konkrétních operací, času nastavení strojů a jejich čekání při simulování výroby 100 karoserií. Celkový čas simulace pro 100 karoserií činil 100 %. Tento čas se od reality může výrazně lišit, zejména z důvodu

specifické výroby, kde se nachází příliš mnoho proměnných. Bude však vhodný pro porovnání výsledků s novým modelem, na závěr diplomové práce.

Operace	Pracuje	Čeká	Nastavení
A. Platforma	87%	7%	6%
B. C - sloupek	44%	51%	5%
C. Vnější postranice L+P	43%	50%	7%
D. Vnitřní postranice L+P	43%	51%	6%
E. Pájení vnější postranice	6%	91%	3%
F. Vnitřní karoserie	93%	0%	7%
G. Svařená karoserie	24%	69%	7%
H. Pájení střechy	18%	75%	7%
I. Kování	45%	49%	6%
J. Kontrola	45%	52%	3%
K. Balení, plombování	6%	94%	

**Obr. 23 Analýza č.1 operací simulace výroby**

Hodnoty z prvního sloupce jsou mírně nižší v porovnání s hodnotami „uptime“ v mapě hodnotových toků. To lze přisoudit faktu, že mapa byla vytvořena pro výrobu jedné karoserie. Proti tomu simulace proběhla při maximálním využití všech pracovišť a hodnoty ovlivnilo zejména čekání.

Z obr. 23 je patrné vysoké využití disponibilní kapacity operací A a F. U operace F nedochází k čekání, je plně využita. Z toho důvodu lze operaci F identifikovat jako úzké místo celé výroby. Pokud by došlo k nalezení možností pro optimalizaci operace F v následující kapitole, mělo by to pozitivní efekt na celkovou dobu výroby jedné karoserie. Zároveň by to mělo vliv na snížení doby čekání operace G.

### **3.3.7 Návrh č. 1 - opatření pro eliminaci plýtvání**

Tato kapitola se zabývá návrhem pro eliminaci plýtvání identifikovaného v předchozí kapitole. Optimalizace celého procesu pomocí VSM by měla probíhat pozvolně, s myšlenkou neustálého zlepšování. Proto se procesy mapují, navrhuje nová řešení, sledují se a vyhodnocují výsledky ve více „vlnách“. Tato diplomová práce zahrnuje pouze počátek celého procesu zdokonalování, proto je zaměřena na eliminaci nejvýraznějšího druhu plýtvání – čekání.

#### **Opatření pro operaci I**



V mapě hodnotových toků a na obr. 21 můžeme pozorovat nesoulad výroby, kde rozdíl mezi dokončením sériově zapojených operací H a I je 5 procentních bodů. To způsobuje čekání operace H, která čeká 75 % disponibilního času. Tento nesoulad by mohl být vyřešen vytvořením druhého pracoviště operace I. Každá druhá karoserie z operace H by se přesouvala na nové pracoviště. To by mělo zajistit dostatečné využití disponibilní kapacity operace H, cílem tohoto opatření je eliminace plýtvání formou čekání u operace H.

Z hlediska filosofie lean je potřeba sledovat vliv nových opatření na následující operace, aby efekt byl skutečně pozitivní. Pokud by došlo k urychlení operace I přidáním nového pracoviště, přenesl by se podíl čekání z operace H na operaci I. Z toho důvodu je součástí tohoto návrhu přidání pracoviště pro kontrolu. To by bylo umístěno za nové pracoviště operace I. Následně by docházelo k balení a plombování karosérií před odesláním na lakování.

Pro vytvoření nových pracovišť operací I a J je potřeba zajistit 10 dodatečných pracovníků. Zaměstnanci z předchozích operací, kde dochází k čekání by mohli přecházet na tato vytvořená pracoviště po dokončení prací. 6 pracovníků pro operaci I by bylo vhodné z operací C, E, G. Muselo by dojít k zaškolení těchto zaměstnanců k úkonům operace I. 4 dodatečné pracovníky pro operaci J by muselo poskytnout oddělení kvality. Nově vytvořená pracoviště by disponovala stejnou kapacitou, jako ta původní.

## **Řízení výroby**

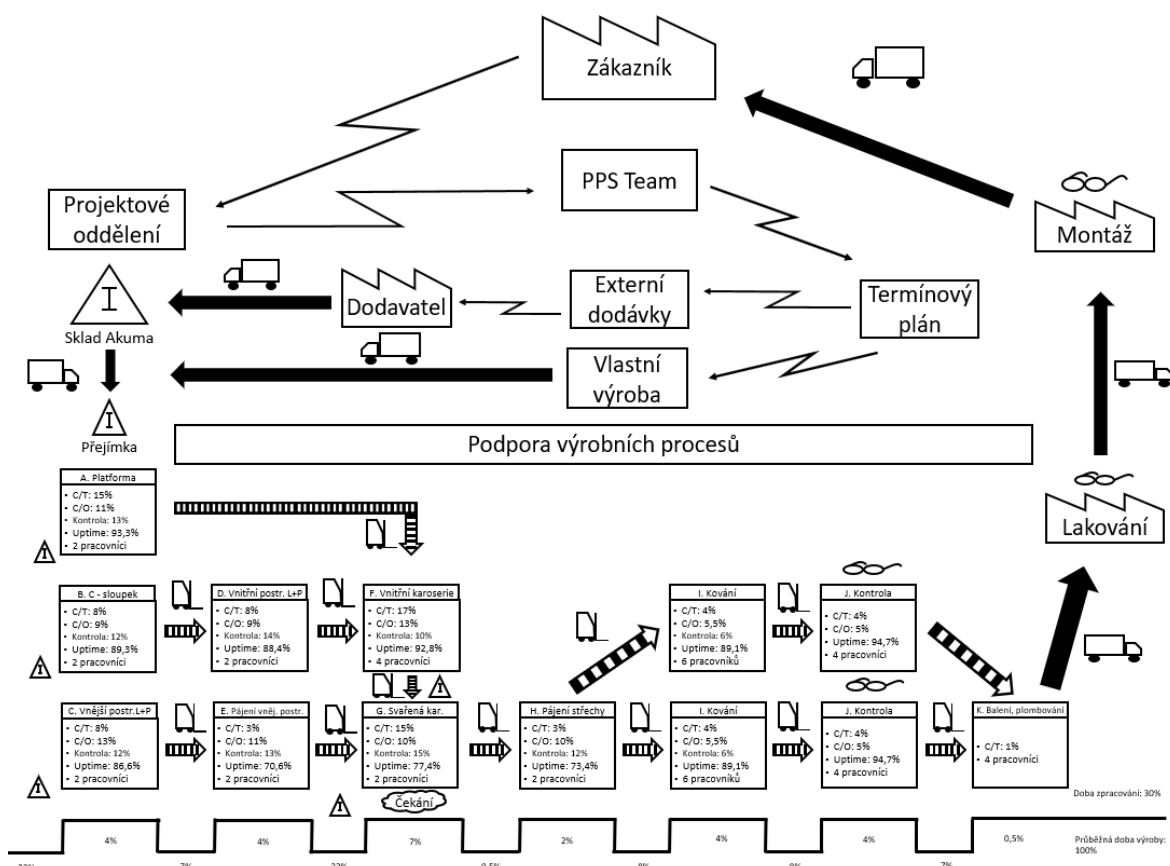
Na základě identifikace plýtvání z informačního toku VSM je dalším návrhem sjednocení oddělení technologie a vedení karosárny. Tito zaměstnanci by mohli pracovat ve stejném prostoru. Toto opatření by mělo vliv na pravomoci a povinnosti zaměstnanců. Zároveň by to mělo zajistit snazší a srozumitelnější komunikaci se zaměstnanci karosárny, aby se eliminovalo riziko informačních šumů.

### **3.4 Nové uspořádání procesů výroby**

Tato kapitola obsahuje nové uspořádání procesů výroby, na základě poznatků a návrhů z hodnotové mapy toků. Tento stav se nachází mezi původním stavem a ideálním stavem, který by měl být dlouhodobým cílem.

### 3.4.1 Nová mapa hodnotových toků

Tato mapa zahrnuje návrhy pro optimalizaci stavby karoserií. Cílem těchto návrhů je snižování zásob, zkracování doby výroby a usnadnění toků informací směrem k výrobě.



Obr. 24 VSM-nový stav

Obr. 24 zobrazuje stav výroby po implementaci navržených změn. Nejdůležitější změna v podobě přidání pracovišť pro kování a kontrolu není reflektována v době zpracování a průběžné době výroby. Důvodem je vyobrazení časové náročnosti jednotlivých operací pro jednu karoserii, proto přidání pracovišť nemá vliv na dobu výroby pouze jedné karoserie. Tato změna by měla být reflektována v nové simulaci výroby 100ks karoserií na obr. 25. Čas simulace výroby 100ks karoserií je 99,95 % hodnoty simulace původního modelu.

### Simulace výroby

Operace	Pracuje	Čeká	Nastavení
A. Platforma	87%	7%	6%
B. C - sloupek	44%	51%	5%
C. Vnější postranice L+P	43%	50%	7%
D. Vnitřní postranice L+P	43%	51%	6%
E. Pájení vnější postranice	6%	91%	3%
F. Vnitřní karoserie	93%	0%	7%
G. Svařená karoserie	24%	69%	7%
H. Pájení střechy	18%	75%	7%
I. Kování I.	23%	74%	3%
I. Kování II.	23%	74%	3%
J. Kontrola I.	23%	75%	2%
J. Kontrola II.	23%	75%	2%
K. Balení, plombování	6%	94%	

**Obr. 25 Analýza č. 2 operací simulace výroby**

Po provedení 2. simulace výroby lze pozorovat podobné hodnoty jako u původního stavu. Čas potřebný pro vyrobení 100ks karoserií zkrátí 0,05 %. Změny lze pozorovat u efektivity operací I a J. K těmto operacím byla vytvořena podvojná pracoviště s cílem snížení čekání u operace H. Operace H dosáhla stejných hodnot jako u předchozí simulace. U operací Kování I. a Kontrola I. došlo ke snížení podílu práce a zvýšení čekání. Tato skutečnost a fakt, že nedošlo k výraznějšímu ušetření času ukazuje, že toto opatření mělo spíše záporný efekt, který by ve skutečné výrobě zvyšoval náklady.

K zápornému efektu pravděpodobně došlo z důvodu, že operace A-F vyžadují výrazně delší dobu na výrobu v porovnání s operacemi G-K. V simulaci bylo zřejmé, že karoserie odcházely z operace G v pomalém tempu, proto karoserie procházely operacemi H-K bez nutnosti zdvojení operací I a J. Toto opatření by pravděpodobně bylo vhodné v případě, že by v budoucnu došlo k urychlení operací A-F.

Opatření pro snížení čekání operace H nepřineslo tedy pozitivní efekt. Jedním z důvodů je skutečnost, že operace H není úzkým místem výroby.

### **3.4.2 Návrh č. 2 - opatření pro eliminaci plýtvání**

Druhé opatření pro eliminaci plýtvání již vychází z teorie omezení. Konkrétně se jedná o integraci teorie omezení do štíhlé výroby. Operace F – vnitřní karoserie již byla identifikována jako úzké místo. Dalším krokem je zaměření se na operaci F,

analýzu tohoto procesu, výběr vhodného nástroje štíhlé výroby, implementace a vyhodnocení změn pomocí simulace výroby.

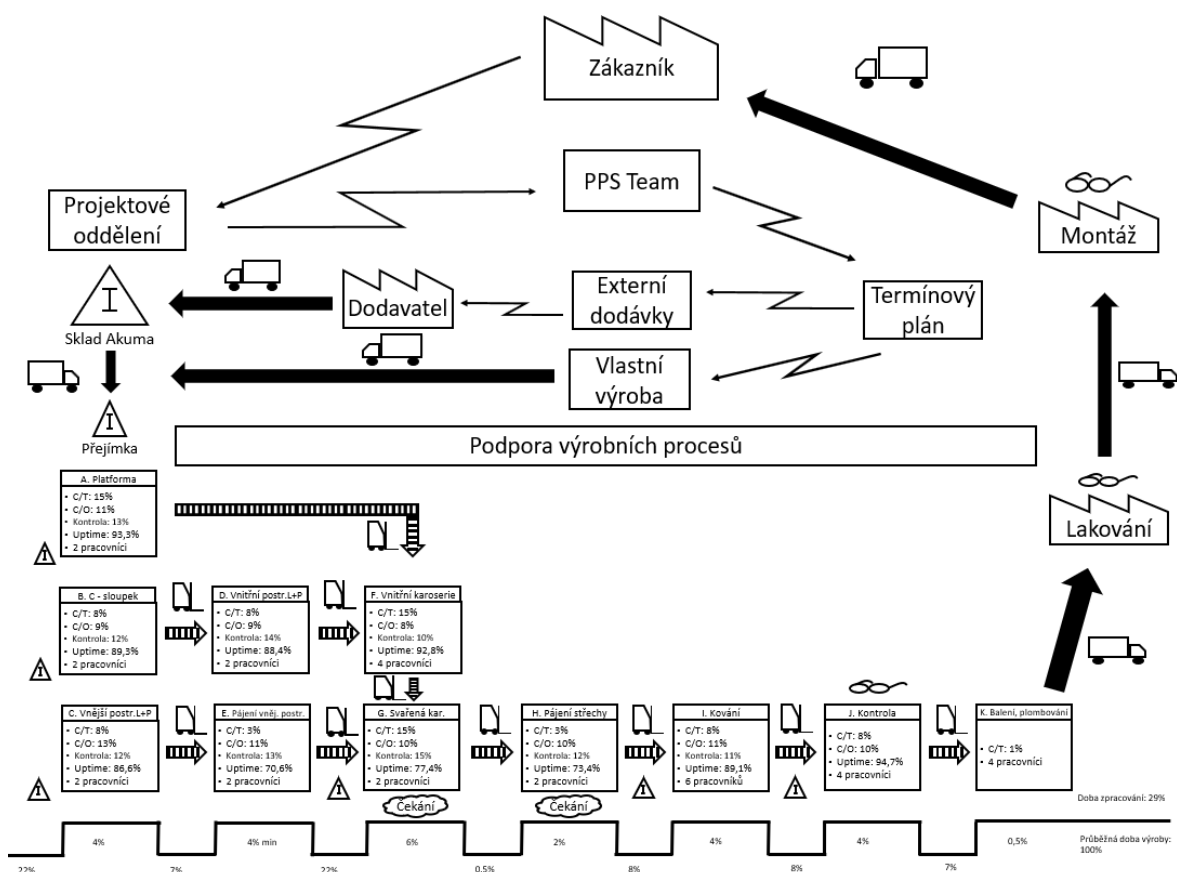
## **Opatření pro operaci F**

Stavba vnitřní karoserie navazuje na operace stavby platformy, C – sloupku a vnitřních postranic. Na pracoviště se nejprve přesune platforma. Poté dojde k ustavení postranic pomocí flexibilu (je to přípravek sloužící k uchycení postranic k platformě). Ve flexibilu se zakládají podkomplety – platforma i postranice. Poté se umístí na horní část příčnůky a bodové se sváří. Karosárna disponuje měřákem, který pomáhá s ustavením karoserie do určených poloh. Poté se již svařuje karoserie. Začíná se na vyznačených bodech, aby karoserie držela stanovený tvar. Následně se svařují těžko přístupná místa. U těchto bodových svárů je zároveň důležité držet kolmost. Po dovaření vnitřní struktury zůstává karoserie ve flexibilu. Dochází k rozevření rámu a vložení vnějších postranic, poté se rám zavírá a na vrchní část se vkládá plechový obal.

Tato operace je nejkomplicovanější z celého výrobního procesu. Činnost této operace aktuálně zajišťují 4 zaměstnanci. Ti zároveň zajišťují transport a ustavení platformy na pracoviště, značí body pro bodové sváření fixem, přeměřují stanovené hodnoty při svařování. Tyto činnosti zpomalují celý proces. Ve VSM lze pozorovat dobu pro přenastavení zařízení po dokončení činností 13 %.

U operace E je zřejmé, že dochází k čekání. Činnost této operace zajišťují 2 zaměstnanci. Pokud by došlo k zaškolení těchto zaměstnanců k činnostem operace F, mohli by se na této operaci podílet a urychlit celý proces. Tito zaměstnanci by mohli být přítomni 80 % celkového času trvání operace F. Byli by proškoleni k programu SMED, který je jedním ze základních nástrojů štíhlé výroby. Jejich úkolem by bylo zajišťovat činnosti přenastavení zařízení v průběhu transportu platformy na pracoviště, to by snížilo dobu přenastavení. Dále by zajišťovali podpůrné činnosti, které jsou nezbytné pro fungování operace. Princip metody SMED by mohl být využit i v průběhu operace F. Externí činnosti měření, značení bodů pro svařování, které nevytvářejí hodnotu pro zákazníka by tito zaměstnanci zajišťovali v průběhu. Původní 4 zaměstnanci by se mohli soustředit na svařování, které je náročné, často v těžko dostupných oblastech karoserie.

Tento návrh by měl být efektivní zejména z hlediska, že se jedná o úzké místo výroby. Přesun zaměstnanců z operace E na F by neměl negativní vliv na fungování operace E. Implementace tohoto návrhu by mohla snížit čas přenastavení o 30 %. Zajištění činností měření a značení bodů pro svařování by mohlo snížit dobu trvání operace F o 10 %.



Obr. 26 VSM-návrh č. 2

Na obr. 26 je VSM, která obsahuje změny v podobě snížení časové náročnosti operace F a čas přenastavení. Zkrátila se doba zpracování i průběžná doba výroby.

## Simulace výroby

Po implementaci předchozích návrhů je potřeba provést simulaci výroby. Ta by měla odhalit, zdali opatření pro eliminaci plýtvání měla pozitivní vliv. Doba trvání simulace výroby 100ks karoserií je 94 % času původní simulace. Na obr. 27 lze pozorovat využití jednotlivých operací-skutečně odpracovaný čas, čekání a nastavení strojů.

Operace	Pracuje	Čeká	Nastavení
A. Platforma	94%	0%	6%
B. C - sloupek	47%	47%	6%
C. Vnější postranice L+P	46%	47%	7%
D. Vnitřní postranice L+P	47%	47%	6%
E. Pájení vnější postranice	7%	88%	3%
F. Vnitřní karoserie	79%	15%	6%
G. Svařená karoserie	26%	66%	8%
H. Pájení střechy	20%	73%	7%
I. Kování	49%	45%	6%
J. Kontrola	49%	49%	2%
K. Balení, plombování	6%	93%	

*Obr. 27 Analýza č. 3 operací simulace výroby*

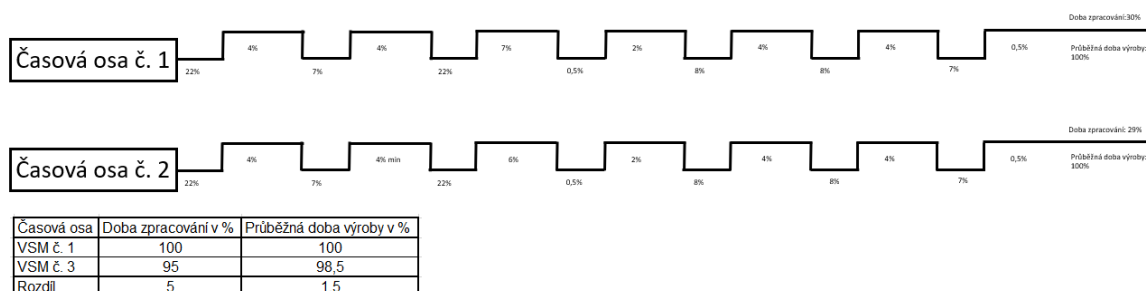
### 3.5 Zhodnocení úspory nového uspořádání výrobních procesů

První návrh byl zaměřen na posloupnost operací se snahou o sjednocení časů cyklů. Řešením bylo vytvoření podvojných operací, s cílem snížení doby čekání a celkové doby výroby karoserie. Tento návrh pravděpodobně nerefletoval správně celkovou povahu výroby a časovou náročnost počátečních operací. Z toho důvodu došlo k negativnímu efektu. Simulace výroby 100ks karoserií snížila dobu výroby minimálně, u operací I a J došlo ke snížení produktivity, zvýšení čekání. Zřízení těchto pracovišť by znamenalo vysoké investice. Oddělení kvality by to přineslo zvýšení nákladů za dodatečné 4 zaměstnance. Zvýšení nákladů, vysoké investice do zařízení a snížení produktivity operací I a J s výsledným efektem snížení doby výroby karoserií 0,05 % se jeví jako nevýhodné pro oddělení. Místo plánované eliminace plýtvání by došlo k opačnému efektu. Tento návrh nebyl úspěšný zejména z důvodu, že se nejednalo o úzké místo.

Z toho důvodu byl vytvořen druhý návrh. Zaměřený na úzké místo výroby. Ten zahrnoval zapojení zaměstnanců, kteří nebyli dostatečně vytížení na pracovišti E. Opatření vycházelo z metody SMED. Návrh přinesl zkrácení doby operace F o 20 %, čas přenastavení o 30 %. Po provedení a vyhodnocení simulace výroby 100ks karoserií bylo zjištěno, že doba výroby se zkrátila 6 %. Z důvodu utajení nelze publikovat skutečnou roční produkci karoserií. Pro ilustraci lze počítat s roční produkcí 100 karoserií (náhodné číslo). Snížení doby výroby o 6 % by umožnilo vyrobit stejný počet karoserií o 22 dní dříve. Tento čas by mohl být využit pro

vyrobení 6 karoserií v daném období navíc. Za předpokladu, že by po těchto karoseriích byla poptávka. V opačném případě by se jednalo o nadvýrobu a docházelo by k plýtvání. Pokud by tedy nebyla výroba těchto karoserií žádoucí, mohlo by oddělení využít tento čas pro navrhování dalších opatření, přestavbě karosárny, inventuře atd.

Opatření mělo vliv na snížení doby čekání a zvýšení podílu práce u většiny operací. U operace A došlo k úplné eliminaci čekání.



**Obr. 28 Porovnání časových os VSM**

Obr. 28 zobrazuje porovnání časových os původního stavu a VSM po implementaci opatření č. 2. Opatření měla pozitivní vliv na zkrácení doby zpracování o 4.9 %. To se následně projevilo i u průběžné doby výroby.

Obr. 29 vyjadřuje rozdíl mezi původním stavem a návrhem č. 2 pro konkrétní operace. V průměru došlo že zvýšení podílu práce o 1 procentní bod, snížení čekání o 2 procentní body. Tyto hodnoty výrazně ovlivňuje operace F. Opatření pro tuto operaci byla tak výrazná, že došlo k nárůstu čekání o 15 procentních bodů na operaci A. Celkový efekt je však pozitivní, průběžná doba výroby karoserie byla zkrácena. U operací F-K došlo ke zvýšení produktivity o 2-3 procentní body.

Operace	Pracuje	Čeká	Nastavení
A. Platforma	7%	-7%	0%
B. C - sloupek	3%	-4%	1%
C. Vnější postranice L+P	3%	-3%	0%
D. Vnitřní postranice L+P	4%	-4%	0%
E. Pájení vnější postranice	1%	-3%	0%
F. Vnitřní karoserie	-14%	15%	-1%
G. Svařená karoserie	2%	-3%	1%
H. Pájení střechy	2%	-2%	0%
I. Kování	4%	-4%	0%
J. Kontrola	4%	-3%	-1%
K. Balení, plombování	0%	-1%	0%
Průměrná změna	1%	-2%	0%

**Obr. 29 Porovnání simulací**

Na základě porovnání časové osy VSM a výsledků ze simulace výroby 100ks karoserií lze konstatovat, že opatření č. 2 mělo pozitivní vliv na dobu výroby. U VSM lze pozorovat vliv zejména na operaci F. Při simulování výroby se opatření na úzké místo projevilo zkrácením doby čekání u následujících operací. Došlo tedy k částečné eliminaci plýtvání formou čekání.

Opatření pro sjednocení vedení karosárny a podpory výroby oddělením technologie nelze vyhodnotit z pohledu simulace ani VSM. Opatření by však mělo mít pozitivní vliv na řízení výroby a tok informací k jednotlivým pracovištím.

Tento návrh umožňuje eliminaci plýtvání formou čekání, zvyšuje produktivitu karosárny jako celku. 6 % snížení doby výroby by mohlo být zajímavé pro implementaci těchto opatření do reálného prostředí. Zároveň poskytuje možnosti pro další návrhy v budoucnu. Pokud by podnik pokračoval v myšlenkách štihlé výroby a neustálého zlepšování, operace A by byla identifikována jako nové úzké místo a hledala by se nová řešení pro optimalizaci.



## Závěr

Cílem této diplomové práce bylo aplikovat znalosti z oblasti štihlé výroby do prostředí výroby prototypů ŠA. Hlavním nástrojem pro analýzu výroby bylo využití metody VSM. Vytvoření hodnotové mapy toků přineslo přehledný popis fungování výroby prototypů. Mapa zobrazuje tok informací od zákazníka, napříč podnikovým softwarem až k jednotlivým oddělením a skladu. Další částí je materiálový tok, od dodavatelů a vlastní výroby na sklad. Ze skladu na přejímku a následně k jednotlivým operacím. Po dokončení operací dochází k transportu na lakování karoserie, montáž vozu a cyklus se uzavírá dopravou karoserie zákazníkům – odborné útvary ŠA.

Mapa hodnotových toků umožnila identifikovat plýtvání v celém výrobním procesu. Na základě dat z výroby bylo nejvýraznějším způsobem plýtvání čekání operací na dokončení předchozích činností. Naopak pozitivně lze hodnotit zavedený systém výroby na bázi JIT. Tento systém neumožňuje hromadění rozpracované výroby mezi procesy.

Na základě identifikování čekání mezi operacemi I a J bylo vytvořeno opatření s cílem eliminovat čekání a snížit průběžnou dobu výroby. Toto opatření zahrnovalo vytvoření podvojných operací I a J. Na základě dat z VSM došlo k simulaci výroby 100ks karoserií. Druhá simulace vznikla na základě opatření k optimalizaci výroby. K těmto simulacím došlo zejména pro porovnání výsledků původního a nového stavu. Simulace výroby nakonec odhalila, že opatření měla minimální vliv na průběžnou dobu výroby a negativní vliv na využití disponibilní kapacity operací I a J za zvýšených nákladů pro vybudování a fungování nových pracovišť. Důvodem bylo, že opatření nebyla aplikována na úzké místo výroby.

Opatření č. 2 již bylo zaměřeno na úzké místo výroby. Tím byla identifikována operace F. Ta zahrnovala pro stávající zaměstnance řadu podpůrných činností, které zpomalovaly průběh výroby. Zároveň docházelo k čekání zaměstnanců u operace C. Opatření pro operaci F tedy bylo přesunutí volných zaměstnanců, kteří zajišťovali podpůrné činnosti při bodovém svařování. Došlo k implementaci těchto opatření, která se projevila do VSM č. 3. U VSM došlo ke snížení doby zpracování a to mělo vliv i na snížení průběžné doby výroby. Následně došlo k simulaci výroby a porovnání výsledků. Celková doba výroby 100 karoserií byla zkrácena o 6 %.

V případě implementace těchto návrhů do reálného prostředí by to znamenalo při produkci 100 karoserí ročně (ilustrační hodnota) zkrácení doby výroby o 22 dní při zachování rozsahu produkce. Tento ušetřený čas by mohl být využit pro výrobu dodatečných 6 karoserí. Simulace výroby umožnila porovnat výsledky efektivity práce pro jednotlivé operace. V průměru došlo ke snížení doby čekání o 2 %. U operace F původně nedocházelo k čekání. Po implementaci změn bylo zjištěno, že operace čeká 15% celkového času. I přes toto zjištění lze konstatovat, že výsledný efekt na výrobu karoserí je pozitivní.

Při pokračování pro eliminaci plýtvání by bylo možné identifikovat nové úzké místo – operace A. Na tuto operaci by bylo možné aplikovat nástroje štíhlé výroby. Při pohledu na mapu hodnotových toků lze pozorovat, že prvních 7 operací pracuje v pomalejším tempu. To vytváří nesoulad ve výrobě a způsobuje čekání ostatních operací. Vedení karosárny by se mohlo v budoucnu zaměřit zejména na synchronizaci časů cyklů pro jednotlivá pracoviště a postupně aplikovat sadu nástrojů štíhlé výroby, za filosofie neustálého zlepšování.

## Seznam literatury

BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.

BUFFA, Elwood Spencer a Rakesh K. SARIN. *Modern production/operations management*. 8th ed. New York: Wiley, c2007. ISBN 8126513721.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.

JUROVÁ, Marie. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.

LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1479-0.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

MUHLEMANN, A. P. *Production and Operations Management 6th Edition*. Trans-Atlantic Pubns; 6 edition, 1992. ISBN 0273032356.

ČERMÁK, Miroslav. *Strategický management: definice mise a vize*. *Cleverandsmart* [online]. 6.3.2018 [cit. 2019-10-22]. Dostupné z: <https://www.cleverandsmart.cz/strategicky-management-definice-mise-a-vize/>

DOC. ING, NOVÁK, Josef. *ORGANIZACE A ŘÍZENÍ: Inovace studijních programů strojních oborů* [online]. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007 [cit. 2019-10-22]. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/organizace-a-rizeni.pdf>

POČTA, Jan. *ŘÍZENÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ* [online]. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2012 [cit. 2019-10-22]. Dostupné z: <http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/RVP/Rizeni%20vyrobnich%20procesu.pdf>

MILDORF, Lukáš. *ŠTÍHLÁ VÝROBA V PROSTŘEDÍ DODAVATELŮ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU* [online]. STARÁ BOLESLAV: TRW Carr s.r.o., 2008 [cit. 2019-10-31]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj54-cz.pdf>

SKHMOT, Nawras. *What is Lean?* [online]., 2017 [cit. 2019-10-31]. Dostupné z: <https://theleanway.net/what-is-lean>

JANSSON, Kade. *“Lean Thinking“ and the 5 Principles of Lean Manufacturing* [online]., 2017 [cit. 2019-10-31]. Dostupné z: <https://blog.kainexus.com/improvement-disciplines/lean/lean-thinking-and-the-5-principles-of-lean-manufacturing>

WOMACK, James P. a Daniel T. JONES. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press, c2003. ISBN 0743249275.

IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, 2005. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0850-3.

BASL, Josef, Pavel MAJER a Miroslav ŠMÍRA. *Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. Praha: Grada, 2003. Management v informační společnosti. ISBN 80-247-0613-X.

BILÍK, Tomáš. *Řízení materiálového toku pomocí elektronické podoby metody kanban: Control of material flow with the support of electronic form of kanban method: teze disertační práce*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011. ISBN 978-80-7454-050-9.

EMMETT, Stuart a SOOD, Vivek. *GEEN SUPPLY CHAINS An anction Manifesto*. Chichester: Wiley, 2010. ISBN 978-0-470-68941-7.

MARTIN, Karen a OSTERLING, Mike. *Value Stream Mapping: How to Visualize Work and Align Leadership for Organizational Transformation*: McGraw-Hill Education;1 edition, 2013. ISBN 978-0071828918

PLUTORA. *What is Value Stream Mapping (VSM), Benefits, Process and Value* [online]. 3.9. 2019 [cit. 2019-11-06]. Dostupné z: <https://www.plutora.com/blog/value-stream-mapping>

MARCHWINSKI, Chet a John SHOOK. *Lean lexicon: a graphical glossary for lean thinkers*. Brookline, Mass.: Lean Enterprise Institute, 2003. ISBN 0966784367.

WIREMAN, Terry. *Total Productive Maintenance*. Industrial Press, 2004. ISBN 0831131721.

VENKATESH. An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). *The Plant Maintenance Resource Center* [online]. 2005 [cit. 2019-11-09]. Dostupné z: [http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm\\_intro.shtml](http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml)

KRAFT, Jiří, Andrej Aleksandrovič ZAJCEV a Aleksandr Vladimirovič ZAJCEV. *Discovering the lean production secrets on the verge of industry 4.0*. Edition 1st. Liberec: Technical University of Liberec, 2017. ISBN 978-80-7494-392-8.

FILÁK, Jaroslav a Pavel JURICA. *SMED analýza ve výrobním podniku*. 2014.

MACHALOVÁ, Šárka a Lenka SMOLÍKOVÁ. *Návrh projektu aplikace metody SMED ve společnosti*. 2014.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999. ISBN 80-902235-3-2.

*5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Brno: SC&C Partner, c2009. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-1-0.

GOLDRATT, Eliyahu M. a Jeff COX. *The goal: excellence in manufacturing*. Croton-on-Hudson, N. Y.: North River Press, c1984. ISBN 0884270602.

ROSER, Christoph. *A Critical Look at Goldratt's Drum-Buffer-Rope Method* [online]. 23. 10. 2014 [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/drum-buffer-rope/>

VELKOBORSKÝ, Jan. TOC-průtokové účetnictví - IV. díl. *Systemonline.cz: IT SYSTEM* [online]. 2002 [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/toc-prutokove-ucetnictvi-iv-dil.htm>

What is the Theory of Constraints? *Leanproduction.com: Vorne* [online]. [cit. 2019-11-21]. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com/theory-of-constraints.html>

WILKINSON, Jim. Theory of Constraints. *WikiCFO* [online]. 24. 7. 2013 [cit. 2019-11-21]. Dostupné z: <https://strategiccfo.com/theory-of-constraints/>

NOVÁK, Daniel. Českým dodavatelům automobilek klesají zisky, čekají slabé pololetí. *E15* [online]. 2019, 2019 [cit. 2019-11-25]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/ceskym-dodavatelum-automobilek-klesaji-zisky-cekaji-slabe-pololeti-1364031>

EARLEY, T. *Creating A Value Stream Map* [online]. [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/551/creating-a-value-stream-map/>

*Value Stream Mapping Symbols and Icons* [online]. In: . [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: <https://www.lucidchart.com/pages/value-stream-mapping/value-stream-mapping-symbols>

EARLEY. *Creating your Ideal and Future State Value Stream Map* [online]. [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/598/creating-your-ideal-and-future-state-value-stream-map/>

„Auto-Mania.cz. *EGV je nejtajnější oddělení ve Škoda Auto. Vznikají zde úplně prototypy nových modelů aut* [online]. 2019, 2019 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://auto-mania.cz/egv-je-nejtajnejsi-oddeleni-ve-skoda-auto-vznikaji-zde-uplne-prototypy-novych-modelu-aut/>

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1 Členění výroby .....	9
Obr. 2 Struktura nákladů v závislosti na objemu produkce.....	10
Obr. 3 Zaměření taktických cílů.....	11
Obr. 4 Principy lean.....	21
Obr. 5 Příklady symbolů .....	22
Obr. 6 Mapa hodnotového toku .....	24
Obr. 7 Rozdíly přístupu koncepcí TOC a štíhlé výroby.....	27
Obr. 8 Pilíře TPM.....	30
Obr. 9 Cyklus PDCA.....	35
Obr. 10 Produkce prototypů a karoserií.....	43
Obr. 11 Vývoj celého vozu.....	45
Obr. 12 Technický vývoj-PEP.....	45
Obr. 13 Organizační struktura stavby prototypů a modelů .....	45
Obr. 14 Základní operace.....	48
Obr. 15 hala F, C.....	50
Obr. 16 Proces naskladnění .....	51
Obr. 17 VSM-současný stav.....	52
Obr. 18 Operace A, B, D .....	53
Obr. 19 Operace B+D, F .....	53
Obr. 20 Operace C, E, B+D, F .....	53

Obr. 21 Operace F, G.....	54
Obr. 22 Operace H, I.....	54
Obr. 23 Analýza č.1 operací simulace výroby .....	55
Obr. 24 VSM-nový stav .....	57
Obr. 25 Analýza č. 2 operací simulace výroby .....	58
Obr. 26 VSM-návrh č. 2.....	60
Obr. 27 Analýza č. 3 operací simulace výroby .....	61
Obr. 28 Porovnání časových os VSM.....	62
Obr. 29 Porovnání simulací.....	62

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

<b>AUTOR</b>	Bc. Jakub Získal		
<b>STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE</b>	6208R088 Podniková ekonomika a management provozu		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Využití metody Value stream mapping v malosériové výrobě automobilů		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Ing. David Holman, Ph.D.		
<b>KATEDRA</b>	KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	2020
<b>POČET STRAN</b>	72		
<b>POČET OBRÁZKŮ</b>	29		
<b>POČET TABULEK</b>	0		
<b>POČET PŘÍLOH</b>	0		
<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Diplomová práce se věnuje aplikaci metody Value stream mapping pro prostředí výroby prototypů. Teoretická část práce je zaměřena na řízení výroby a moderní koncepty v oblasti štíhlé výroby. Praktická část obsahuje základní informace o výrobě prototypů, ze kterých následně vychází hodnotová mapa toků. VSM slouží k identifikaci plýtvání ve výrobě. Na základě těchto informací je navrženo řešení, které vychází ze znalostí lean nástrojů a slouží pro eliminaci plýtvání. Efekt těchto opatření je ověřen pomocí VSM a provedením simulace výroby. Navržená řešení přinesla pozitivní vliv na výrobu prototypů. Na základě toho lze konstatovat, že metodu VSM lze aplikovat i na takto specifický druh výroby.</p>		
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Lean, Value stream mapping, výroba, automotive, prototyp, plýtvání		



## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	Bc. Jakub Ziskal		
<b>FIELD</b>	6208T088 Business Administration and Operations		
<b>THESIS TITLE</b>	Application of the Value stream mapping method in small series car production		
<b>SUPERVISOR</b>	Ing. David Holman, Ph.D.		
<b>DEPARTMENT</b>	KRVLK - Department of Production, Logistics and Quality Management	<b>YEAR</b>	2020
<b>NUMBER OF PAGES</b>	72		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	29		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	0		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	0		
<b>SUMMARY</b>	<p>The diploma thesis is focused on the application of the Value stream mapping method for the prototype production. The theoretical part of the work is focused on production management and modern concepts of lean manufacturing. The practical part contains basic information about the production of prototypes, which is used for creating VSM. Value stream map is used to identify waste in production. The design for eliminating waste is based on VSM and knowledge of lean tools. The effect of these adjustments is verified using VSM and performing a production simulation. The proposed solutions had a positive effect on the production of prototypes. Based on this, it can be stated that the VSM method can be applied to such a specific type of production.</p>		
<b>KEY WORDS</b>	Lean, Value stream mapping, production, automotive, prototype, waste		