

Projekt zavedení Lean Manufacturing na výrobní lince 23 v Siemens Automobilové systémy s. r. o.

Bc. Jana Veselková

Diplomová práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ABSTRAKT

Abstrakt česky

Zákazník jako určující prvek podnikatelského systému požaduje splnění svých dodávek z hlediska množství, termínu, kvality a ceny. Splnění těchto požadavků může zabezpečit efektivní aplikace filozofie Lean Manufacturing.

Cílem projektu je implementace tohoto "štíhlého přístupu" pro podmínky výrobní linky 23 divize senzory ve firmě Siemens Automobilové systémy s. r. o. Zavedení tohoto přístupu však vyžaduje precizní přípravu, jelikož Lean Manufacturing boří dosud vžitá konvenční přístupy a zavedená pravidla a nahrazuje je myšlenkami zcela novými.

Fáze přípravy však není konečným výstupem projektu, rozhodující fází je fyzická realizace změny samotné, nastavení výrobního systému a jeho další zlepšování.

Abstrakt anglicky

Customer is the one who determines the roles within the entrepreneurial system and requires fulfillment of his requirements in the right time, right amount, requested quality and for the convenient price. Fulfillment of these requirements can be guaranteed by the Lean Manufacturing philosophy.

The target of this project is to implement "Lean Manufacturing" concept within production line No. 23, Focus Factory Sensors, in the company Siemens Automobilové systémy s. r. o. Implementation of this concept needs exact preparation because Lean Manufacturing breaks down conventional attitudes and established roles, which are replaced by fully new ideas.

The preparation phase is not the final target of the project but it is the most important part of the project, the goal is to realize the changes, set up of the new production system and initiates the continuous improvement.

Na tomto místě bych chtěla poděkovat všem, kteří mi při zpracování této diplomové práce byli vždy nápomocní: Ing. Davidovi Tučkovi, Ph.D., za vedení diplomové práce, za trpělivost, ochotu, četné rady a připomínky během konzultací, a dále bych chtěla poděkovat Ing. Zdeňce Maráčkové za nezbytně nutné informace, cenné poznatky z praxe a v neposlední řadě za vstřícné jednání po celou dobu mého působení ve firmě Siemens Automobilové systémy s. r. o.

OBSAH

OBSAH	5
ÚVOD.....	7
I. DEFINICE PROJEKTU.....	9
1 CHARAKTERISTIKA PROJEKTU	10
2 ČASOVÝ PLÁN PROJEKTU	11
2.1 MILNÍKY PROJEKTU	11
2.2 HARMONOGRAM PROJEKTU	11
3 ROZVRH PRACÍ.....	12
4 STANOVENÍ CÍLŮ PROJEKTU	13
4.1 HLAVNÍ CÍL	13
4.2 DÍLČÍ CÍLE	13
II. TEORETICKÁ ČÁST	14
5 LEAN MANUFACTURING – VÝROBNÍ SYSTÉM 21. STOLETÍ	15
5.1 PŘEDSTAVENÍ KONCEPTU ŠTÍHLÉ VÝROBY	15
5.1.1 Nové koncepty pro výrobu.....	17
5.1.2 Atributy Lean Manufacturing	17
5.1.3 Proč štíhlá výroba?	18
5.2 HISTORIE LEAN MANUFACTURING	19
5.3 LEAN MANUFACTURING JAKO FILOSOFIE ELIMINACE PLÝTVÁNÍ	20
5.3.1 Tahový vs. tlakový systém řízení výroby	21
5.4 STRATEGIE ZAVÁDĚNÍ ŠTÍHLÉ VÝROBY	22
5.5 ORIENTACE NA PŘIDANOU HODNOTU	24
5.5.1 Management hodnotového toku.....	25
5.5.2 Hodnota a čas, kdy je přidávána	26
5.5.3 Analýza přidané hodnoty ve výrobních buňkách.....	28
5.5.4 Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping)	28
5.6 LEAN LAYOUT (ŠTÍHLÉ PRACOVÍŠTĚ).....	31
5.6.1 Balancování štíhlého layoutu linky	32
5.7 HODNOCENÍ DOSAŽENÉ ÚROVNĚ ŠTÍHLÉ VÝROBY – LEAN ASSESSMENT	33
III. PRAKTICKÁ ČÁST.....	34
6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	35
6.1 HISTORIE ZÁVODU VE FRENŠTÁTĚ POD RADHOŠTĚM	35
6.2 STRATEGIE SPOLEČNOSTI	36
6.3 VÝROBNÍ PROGRAM.....	37
6.4 VÝVOJ POČTU PRACOVNÍKŮ A OBJEMU VÝROBY	38
7 ANALÝZA VÝCHOZÍHO STAVU LINKY 23	39

7.1	PŘEDSTAVENÍ LINKY 23	39
7.2	VYOBRAZENÍ VSTUPU MATERIÁLŮ DO JEDNOTLIVÝCH OPERACÍ VÝROBY	40
7.3	MATERIÁLOVÝ TOK LINKY 23	42
7.4	VALUE STREAM MAPPING – VÝCHOZÍ STAV	44
7.4.1	Hodnocení výchozího stavu pomocí Value Stream Mapping	45
7.5	IDENTIFIKACE PLÝTVÁNÍ NA LINCE 23	45
8	PROJEKT MANAGEMENT	48
8.1	VÝPOČET TAKT TIME	48
8.2	ROZDĚLENÍ ČASU VA A NVA	50
8.3	BALANCOVÁNÍ OPERACÍ, POTŘEBNÉHO POČTU OPERÁTORŮ	51
8.3.1	Work Combination Sheet	54
8.3.2	Standard Operation Sheet	55
8.4	NOVÝ LAYOUT	58
8.4.1	Nástin nového layoutu	58
8.4.2	Simulace štíhlé linky	62
8.4.3	Školení operátorů	63
8.5	LEAN LINKA	64
8.5.1	Stanovení normy	65
8.5.2	Value Stream Mapping – současný stav	66
8.6	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ PROJEKTU	67
8.7	ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ	69
8.7.1	Value Stream Mapping – budoucí stav	70
8.7.2	Doporučení dalších kroků	71
9	SPLNĚNÍ CÍLŮ PROJEKTU	75
9.1	SPLNĚNÍ HLAVNÍHO CÍLE	75
9.2	SPLNĚNÍ DÍLČÍCH CÍLŮ	75
	ZÁVĚR	77
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	79
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	80
	SEZNAM OBRÁZKŮ	81
	SEZNAM TABULEK	83
	SEZNAM PŘÍLOH	84

ÚVOD

Obezita je poslední dobou často nazývána jako epidemie 3. tisíciletí a to především ve vyspělých průmyslových zemích. Obezita přináší svá rizika a nepříjemnosti, a to jak ve fyzickém, tak i psychickém zdraví. Říká se, že přejídání už zabilo vícero lidí než veškeré války dohromady. V roce 1995 se počet obézních lidí na celém světě odhadoval na 200 milionů. V roce 2004 však toto číslo stoupl již na 350 milionů obézních lidí a neustále se zvyšuje.

Obezita představuje problém nejen ve vyspělých zemích, ale roste rapidně i v mnoha zemích rozvojových. Prevalence obezity u dospělých je až čtvrtina lidí ve většině zemí západní Evropy, obdobná je i situace v Americe. Česká republika se v počtu obézních propočítala na přední místo v celé Evropě, jinak řečeno, výskyt obezity a nadváhy je u nás nesporně vyšší než v evropském průměru. [10]

Vezměme v úvahu následující fiktivní rovnici:

$$\text{\textit{nadváha lidí, společnosti}} = \text{\textit{nadváha ve výrobních procesech, výrobě, společnosti, službách}}$$

Analogické stanovisko jasně zaujímají také přední české společnosti výrobního či nevýrobního charakteru, na jejichž půdě se myšlenka Lean Manufacturing, neboli štíhlé výroby, začíná rozprostírat. Uplatnění principu tahu, výroby One-piece-flow, výroba Just in Time jsou typické zásady pro zajištění štíhlé výroby. Pokles obezity českých firem je jediným možným způsobem, jak minimálně udržet, v lepším případě však zvýšit, jejich zdraví a tedy i nepostradatelnou konkurenceschopnost.

Neutichající strach potlačen zkrachovalými či doposud potápějícími se podniky české společnosti apeluje na akcionáře, majitele a mnohdy i samotné zaměstnance, aby vytvářeli samotný zájem růstu konkurenceschopnosti a tedy zavádění moderních metod k tomu účelu sloužících.

Uplatnění nepřekonaného přínosu společnosti Toyota v podobě nového výrobního systému a nového způsobu myšlení se nyní masově řítí do všech odvětví lidského podnikání s tváří štíhlé výroby, štíhlých procesů či štíhlého myšlení. Odstraněním příznaků „nemocnosti“ či přímo obezity českých podniků, tj. implementací metod průmyslového inženýrství nesporně souvisejících se zavedením Lean Manufacturing, podniky snižují výrobní, skladovací a manipulační náklady nikoli na úkor kvality nebo zatížení operátorů, již

zmiňovaným odstraněním plýtvání za účelem zlepšení kvality a spokojenosti zákazníků, čímž se pro něj výrobek stává přitažlivějším.

Po staletí nepřetržitě rostoucí specializace zvyšuje svět nyní svou produktivitu reintegrací činností a znalostí. Ta má mnoho dimenzí a v konečných důsledcích nezůstane z tradiční organizace a systému řízení podniků „kámen na kameni“. [11]

I. DEFINICE PROJEKTU

1 CHARAKTERISTIKA PROJEKTU

Název projektu	Projekt zavedení Lean Manufacturing na výrobní lince 23 v Siemens Automobilové systémy s. r. o.
Řídící tým	Vedoucí diplomové práce – Ing. David Tuček, Ph.D. Projekt leader – Eric Faure
Historie projektu	Tři nejdůležitější kritéria, jenž vedou ke zvýšení konkurenceschopnosti a k rostoucímu uspokojení potřeb zákazníka, jsou bezesporu: cena, kvalita, čas. Výsledky zavedení Lean Manufacturing se odrážejí do všech tří zmíněných oblastí, proto je tato implementace nevyhnutelnou potřebou pro budoucnost celého závodu.
Požadavky firmy	Eliminace plýtvání na výrobní lince 23, odstranění činností nepřidávajících hodnotu výrobku, zkrácení času mezi zákaznickou objednávkou a dodávkou podniku, zintenzivnění zainteresovanosti operátorů na zvýšení produktivity zmíněné linky.
Co se již udělalo?	V polovině minulého roku došlo k úspěšnému zavedení Lean Manufacturing na pilotních linkách 15, 28 (FF SN - Focus Factory Sensors), čímž bylo dosaženo předpokládané úspory cca 780 tis. Kč/rok (dohromady pro obě linky). Po prezentaci výsledků pilotních linek nyní dochází k požadavkům na oddělení IE (Industrial Engineering) pro postupné plošné zavádění Lean Manufacturing i v ostatních FF, tudíž i k další implementaci metod PI.
Hlavní cíle Projektu	Pokles výrobních nákladů na lince 23 a to snížením výrobního času na jednotlivé výrobky alespoň o 15% a redukcí rozpracované výroby nejméně o 50%.
Kritéria úspěchu	Výroba One-piece-flow na základě výpočtu CTT (Customer Takt Time), dodávky materiálu JIT na linku, včasné dodávky zákazníkům.
Co není součástí projektu	Vytvoření standardizací pro zavádění Lean Manufacturing, nápomocných při řešení dalších projektů spojených se zaváděním Lean Manufacturing.
Omezení projektu	Termín odevzdání diplomové práce je 13. května 2005, tudíž zjištěné výsledky zavádění Lean Manufacturing na výrobní lince 23 budou aktualizovány pouze k uvedenému datu.
Podmínky projektu	Poskytnutí potřebných informací s možností jejich zpracování a uvedení do diplomové práce.

Tab. 1. Vypracování charakteristiky projektu zavedení Lean Manufacturing na výrobní lince 23 v Siemens Automobilové systémy s. r. o.

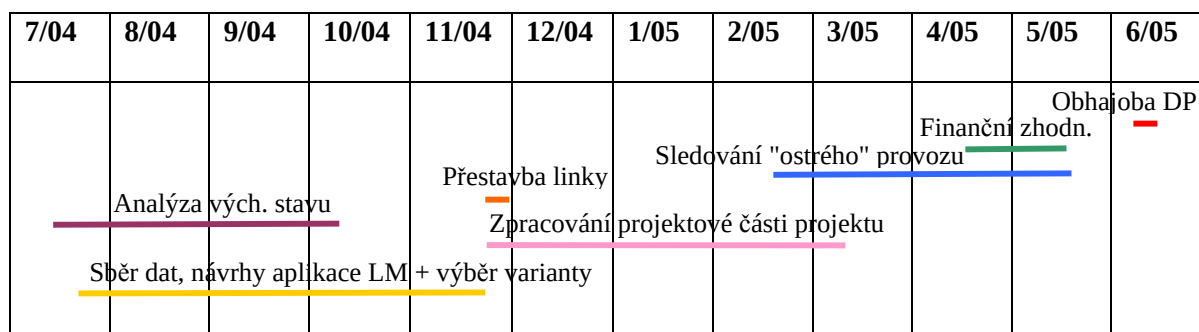
2 ČASOVÝ PLÁN PROJEKTU

2.1 Milníky projektu

6/04	Kontaktování firmy a vedoucího projektu
7/04	Definování projektu, analýza výchozího stavu
8/04	Sběr dat, návrh aplikace Lean Manufacturing
9/04	Definování a schválení zásad pro vypracování projektu
10/04	Dokončení analýzy výchozího stavu, výběr varianty projektu
11/04	Fyzická přestavba linky do štíhlé výroby, počátek implementace dalších metod průmyslového inženýrství
12/04	Počátek zpracování projektové části projektu
1/05	Vyhodnocení aktuálního stavu projektu ve firmě
2/05	Sledování „ostrého“ provozu, neustálé zlepšování
3/05	
4/05	
5/05	Finanční zhodnocení projektu
6/05	Obhajoba diplomové práce

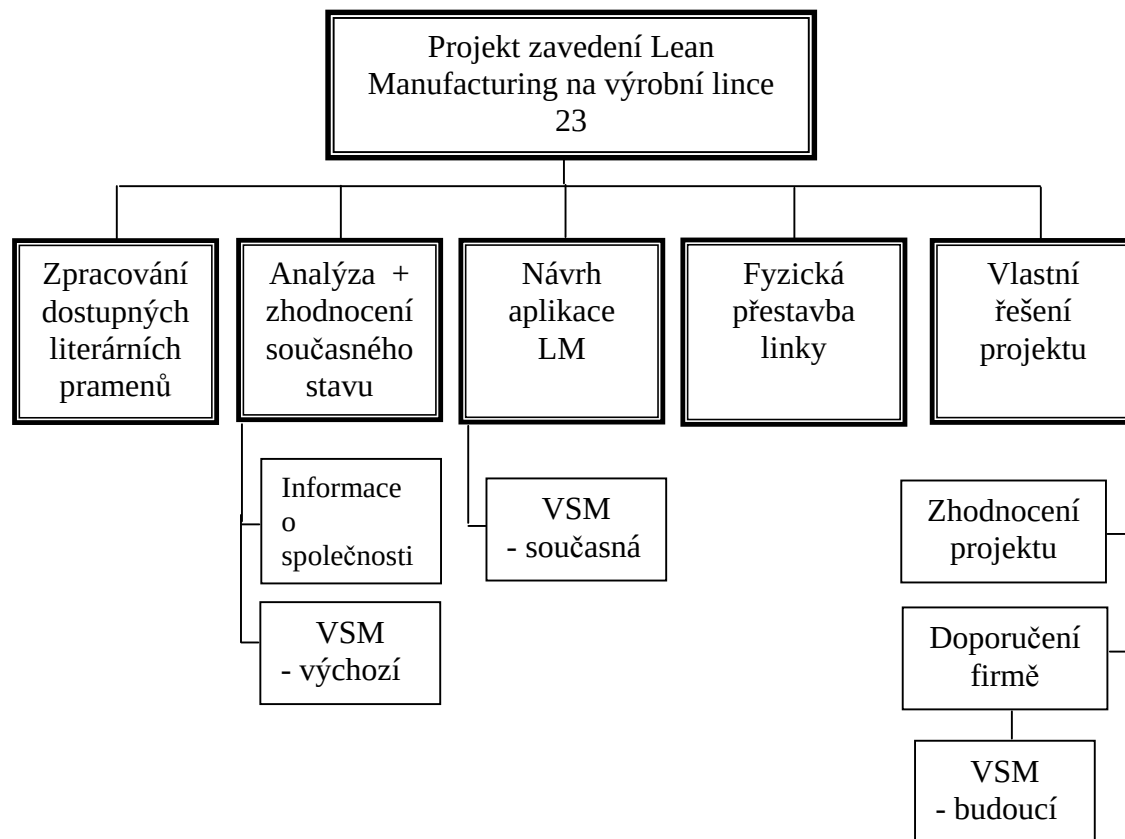
Tab. 2. Vyjádření časové způsobilosti při zavádění Lean Manufacturing na lince 23

2.2 Harmonogram projektu



Obr. 1. Časové vyjádření projektu

3 ROZVRH PRACÍ



Obr. 2. Vyobrazení rozvrhu prací při zavádění Lean Manufacturing na lince 23

4 STANOVENÍ CÍLŮ PROJEKTU

4.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem č. 1 při řešení projektu zavedení Lean Manufacturing je redukce rozpracované výroby resp. snížení času mezi objednávkou a dodávkou hotových výrobků zákazníkovi.

Hlavním cílem č. 2 je efektivní změna stávajícího způsobu výroby aplikací filosofie One-piece-flow (tok jednoho kusu) na základě výpočtu CTT (Customer Takt Time), který mj. umožňuje úplnou eliminaci zásob nedokončené výroby mezi operacemi.

4.2 Dílčí cíle

Dílčí cíle, které je potřeba provést pro splnění hlavního cíle č. 1 jsou:

- vyšší flexibilita výroby – výroba dle požadavku zákazníka,
- zkrácení času dodání hotového výrobku zákazníkovi,
- eliminace činností nepřidávajících hodnotu výrobku,
- zlepšení kvality díky rychlé detekci chyby.

Dílčí cíle, které je potřeba provést pro splnění hlavního cíle č. 2 jsou:

- dosáhnout snížení výrobního času na jednotlivé výrobky alespoň o 10%,
- redukovat objem rozpracované výroby minimálně o 50%.

Mezi další podpůrné cíle, jež jsou nezbytné pro neustálé zlepšování nového stavu linky, patří osvojení si Lean Manufacturing a přijetí filosofie One-piece-flow mistry a především samotnými operátory linky a zvýšení zainteresovanosti operátorů na neustálém zlepšování implementací metod průmyslového inženýrství.

II. TEORETICKÁ ČÁST

5 LEAN MANUFACTURING – VÝROBNÍ SYSTÉM 21. STOLETÍ

Stejně jako hromadění výroby bylo určitým pojetím pro 20. století, trendem pro století nyní je přijetí filosofie, která usiluje o zkrácení času dodání výrobku či služby mezi zákazníkem a dodavatelem eliminací plýtvání v řetězci mezi nimi.

Princip 20. století spočíval v rytmu klasických výrobních systémů, tedy v operační dělbě práce – rozdělení výrobních procesů do operací, operační specializace pracovníků, normování operací vědeckými metodami či direktivní tlaky zaměstnavatele. Tendencí současného století je však vývoj směrem k zeštíhlení výroby přecházením na customizaci, tedy orientaci na potřeby a požadavky samotného zákazníka při co nejnižších možných nákladech.

5.1 Představení konceptu štíhlé výroby

Za autory konceptu štíhlé výroby jsou považováni Taichii Ohno a Shingeo Shingo, jejichž koncept byl jimi vyvinut ve firmě Toyota. Jejich přístup a logika postupného zavádění štíhlé výroby jsou označovány také jako mentální model, který se v modifikované formě nadále při zavádění štíhlé výroby využívá.

Štíhlá výroba reprezentuje japonský strategický výrobní koncept, vyvinutý ve firmě Toyota, popularizovaný především světoznámými výzkumníky z Massachusetts Institute of Technology (MIT), Jamesem P. Womackem a Danielem T. Jonesem. Štíhlá výroba, štíhlý podnik, štíhlé myšlení jsou pojmy, které se za posledních 15 let nejčastěji skloňují v oblasti operačního managementu.

Lean manufacturing neboli lean production se zaměřuje na odstranění plýtvání v kterékoli oblasti výroby, včetně zákaznických vztahů, výrobního designu, dodavatelské sítě a podnikové strategie s cílem adaptace menších zásob, menšího lidského úsilí a menšího prostoru na výrobu vysoce kvalitních výrobků. A to způsobem pohotovým, současně však hospodárným způsobem, který zohledňuje zákaznické požadavky.

Samotný přístup Lean není nový, neboť podniky se téměř vždy snažily o efektivnost. Skutečný tlak však vyvolaly ekonomické a tržní změny ve světě, především skutečnost převládající nabídky nad poptávkou.

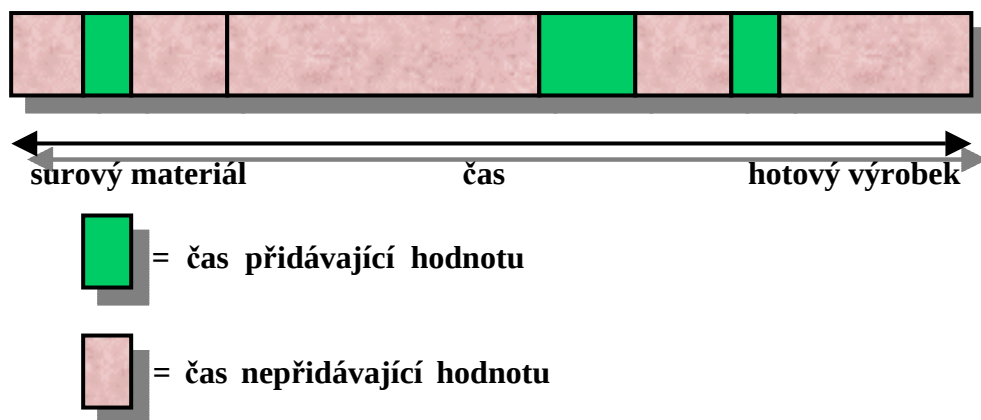
Průkopníkem metod a technik štíhlé výroby je automobilka Toyota, která je známa svým neúnavným a systematickým přístupem k eliminaci ztrát a plýtvání. Výrobní systém

Toyota (Toyota Production System) je dnes považován za světový benchmark výroby. Nástroje

a techniky eliminace ztrát a plýtvání jsou dnes všeobecně známé a příklad firmy Toyota následují všechny podniky, které chtějí zvýšit svou výkonnost. Mnohé nástroje výroby se dnes běžně aplikují i na zeštíhlení složitých, a mnohokrát jen těžko viditelných administrativních procesů, kde je většinou enormní potenciál zlepšení.

Štíhlá výroba je revolucí výroby, propagovaná společností Toyota a v současné době převzatá společnostmi v celosvětovém měřítku. Jak uvádějí James Womack a Daniel Jones ve své knize Lean Thinking (Simon & Schuster, 1996), štíhlé myšlení je štíhlé, protože poskytuje cestu k „více a více“ s „méně a méně“ lidské námahy, méně zařízení a méně potřebné výrobní plochy přiblížením se přesným zákaznickým potřebám. [12]

Lean koncept je zaměřený na systematickou identifikaci a eliminaci veškerých forem plýtvání a na maximální zeštíhlení procesů nepřidávajících hodnotu, neboť zákazník je ochoten platit pouze procesy hodnotu přidávající.



Obr. 3. Záznam rozdělení času přidávajícího a nepřidávajícího hodnotu výrobku [8]

Na obrázku můžeme vidět, jak velký podíl z celkového výrobního času, věnovanému výrobě daného produktu, tvoří čas hodnotu výrobku přidávající a čas hodnotu výrobku nepřidávající.

Uvědomme si tedy nyní, jakou hodnotu z našich nákladů je zákazník ochoten zaplatit za výrobu jednoho kusu výrobku a jakou hodnotu (vyjádřenou cenou produktu) po svém zákazníkovi, při zachování kladného hospodářského výsledku, požadujeme.

5.1.1 Nové koncepty pro výrobu

Zjednodušeně můžeme pro bližší, zřejmé, jasné porovnání vybrat tři, v současné době nejprogresivnější, přístupy v oblasti operačního managementu (Tab. 3.).

Koncept	Zaměření	Nástroj
TPM	Bezporuchový provoz	Produktivita aktiv
Six-Sigma	Vysoká kvalita	PPM
Lean Production	Přidaná hodnota	Průběžná doba

Tab. 3. Porovnání vybraných konceptů [9]

5.1.2 Atributy Lean Manufacturing

Štíhlá výroba se soustřeďuje obzvláště na toky přidávající hodnotu, tudíž aktivity, za které je zákazník ochoten zaplatit. Pro zvyšování efektivnosti podnikových operací využívá nástroj výrazného zkracování průběžné doby.

V toku přidávající hodnotu se vyskytují čtyři typy aktivit:

1. aktivity přidávající hodnotu,
2. aktivity přidávající hodnotu v budoucnosti,
3. podpůrné aktivity či nutné aktivity, které přidávají hodnotu novou,
4. ztráty, které hodnotu výrobku nepřidávají.

Všeobecně získanými zkušenostmi lze ztrátové aktivity prezentovat těmito procentuálními podíly [9]:

Typy aktivit / Oblast působení	výroba, logistika	administrativa, distribuce
aktivity přidávající hodnotu	4%	1%
aktivity přidávající hodnotu v budoucnosti	1%	1%
podpůrné aktivity či nutné aktivity, které přidávají hodnotu novou	35%	49%
ztráty, které hodnotu výrobku nepřidávají	60%	49%

Tab. 4. Procentuální vyjádření vzájemného poměru přidané hodnoty a ztrátových činností

Při implementaci metod štíhlé výroby se firmy již v základě střetávají s množstvím problémů. Některé firmy se pokoušejí využívat metodu pokusu a omylu, naopak jiné firmy zůstávají nadále přesvědčeny o přednostech využívání klasického Kaizenu. Japonští autoři Kaizenu vyvinuli jeho dvě formy. U nás je známa forma takzvaného kontinuálního zlepšování. Druhá forma, známá jako Kaikaku Kaizen, reprezentuje Kaizen velkých a dramatických změn, nejpodobnější velkým inovacím.

Některé techniky a postupy využívané v oblasti štíhlé výroby byly vyvinuté pro masovou výrobu, což je důvodem, proč se mnohé firmy, které tuto podmínku nesplňují, odmítají konceptem štíhlé výroby jakkoli zaobírat. [8]

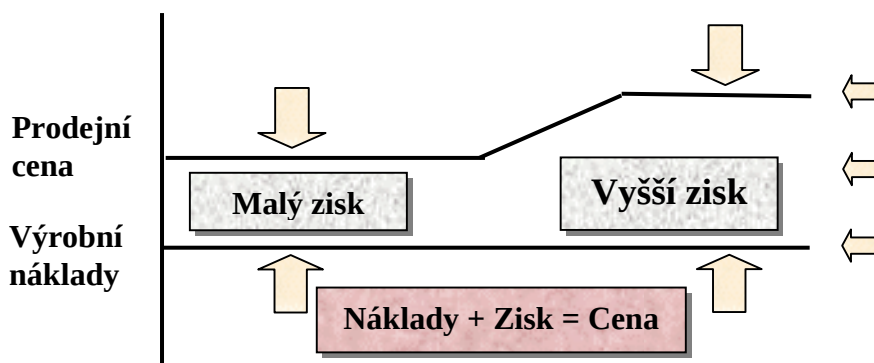
Na následujícím přehledu poukazuji na vývoj různých výrobních systémů od časů řemeslné výroby až po současnost, či spíše budoucnost.

Ukazatel / Typ výroby	Řemeslná výroba	Hromadná výroba	Automatizovaná výroba	Výroba „next generation“
časové určení	dodnes	1800 - současnost	1950 - současnost	1990 - budoucnost
velikost výrobních dávek	malá	velmi velká	střední	malá
jednotkové náklady	vysoké	nízké	střední	nízké
kvalita	dostatečná	dobrá	dobrá	výborná
termín dodávek	dlouhý	dlouhý	střední	krátký
flexibilita	vysoká	nízká	střední	vysoká
povědomí o důležitosti životního prostředí	nízké	nízké	střední	vysoké

Tab. 5. Vývoj výrobních systémů [8]

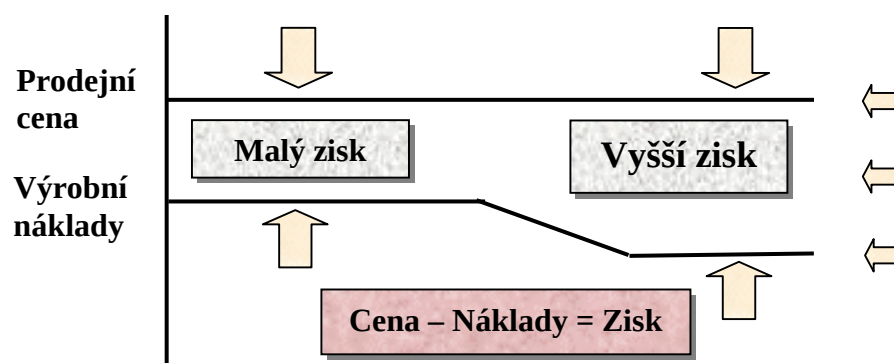
5.1.3 Proč štíhlá výroba?

Současná situace v našem automobilovém a elektrotechnickém průmyslu poskytuje velmi dobrý příklad na ilustraci životně důležité idey štíhlé výroby. Výrobce (dodavatel) může pro růst své ziskovosti využít strategii zvyšování cen, jak je uvedeno na následujícím obrázku.



Obr. 4. Strategie růstu cen [9]

Problémem při využití této strategie je skutečnost, že zákazníkem jsou výrobní společnosti, podnikající v nebyvale silném konkurenčním prostředí, které je nutí k trvalé redukci cen, nikoli jejich růstu. Zmínění zákazníci mají z většího podílu přesně určená pravidla pro přidělení zakázek, současně tedy každý rok žádají redukci nákladů o X %. Výrobcům (dodavatelům) tedy zůstává jen využití strategie redukce nákladů.



Obr. 5. Strategie redukce nákladů [9]

Strategii redukce nákladů můžeme označit jako klasické, konvenční řešení. Hlavním rozdílem je ten, že Toyota považuje cenu za definovanou zákazníkem a proto jedinou cestou jak zvýšit zisk, je redukovat náklady. [9]

5.2 Historie Lean Manufacturing

Lean Manufacturing má své zárodky v poválečném období japonského průmyslu. Je to tedy koncept, který vznikl z problémů a omezení, kterými tehdy trpělo hospodářství Japonska. Podobné příčiny má i současná popularita Lean Manufacturing v USA a v Evropě

– výrazná recese, hospodářské těžkosti a rostoucí ohrožení z Asie. Lean Manufacturing je řešení, které vzniká z problémů a bídy – mohla by to tedy být také inspirace a výzva pro přeměny podniků v zemích našeho charakteru.

V roce 1902 vynalezl Sakichii Toyoda zařízení, které v případě poškození vlákna automaticky zastavovalo tkalcovský stav. Princip, jenž se skrýval za tímto zařízením, se stal základem pro Jidoku, způsob, jak uvolnit lidskou obsluhu stroje pro důležitější činnosti, než neustálé hlídání bezchybného chodu stroje, aby jej mohla v případě problémů obsluha zastavit.

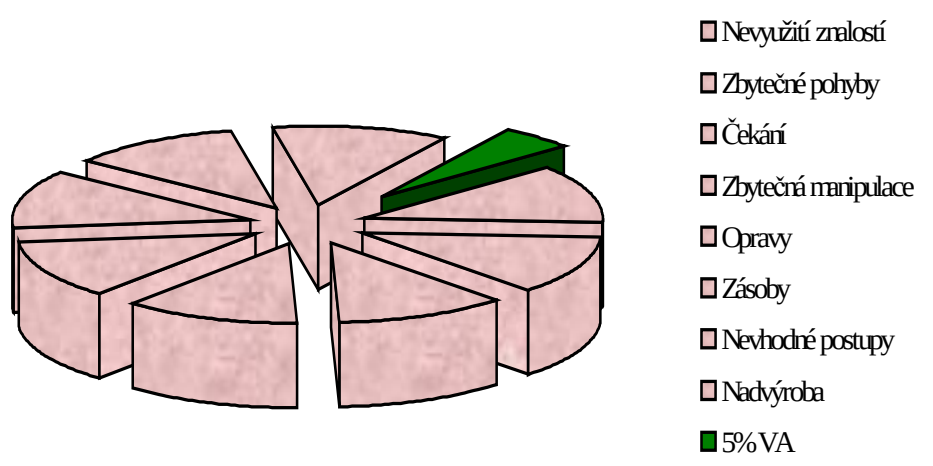
Henry Ford v USA uvedl o několik let později do provozu výrobní proces, jenž měl dopad na celý automobilový průmysl. Byl to tzv. výrobní pás, systém založený na pohybujiící se lince. Vývoj systému Ford představuje trend filosofie velkokapacitní výroby – nastavit systém, vyrobit velké série velkou rychlostí a věnovat se dalším projektům. To vše podle jednoduché rovnice: větší množství výrobků = nižší jednicové náklady.

Japonsko i jiné země převzaly Fordovu metodu, aby tak mohly těžit z úspor nákladů spojených s hromadnou výrobou. Pro Kiichira Toyodu a jeho automobilku to byla výzva, neboť japonská poptávka po vozidlech byla ve srovnání s USA menší. V rámci snížení nákladů při relativně malých výrobních objemech automobilky Toyoda vyvinul Kiichiro Toyoda výrobní metodu „právě v čas“ (Just in Time – JIT). Cílem bylo, aby se na montážní linku dostaly vždy správné součásti v přesně potřebném čase a množství.

Taichii Ohno byl u Toyoty vedoucím montážní dílny č. 2 v Honse a zabýval se implementací metody JIT do výroby. Přišel s nápadem obrátit tok materiálu tak, že následné procesy převzaly součásti procesů předchozích. Vynalezl Kanban, komunikační nástroj mezi procesy, jenž indikoval, které procesy jsou zapotřebí a v jakém množství. [12]

5.3 Lean Manufacturing jako filosofie eliminace plýtvání

První věcí, které se budeme věnovat je definice plýtvání. Autoři publikací používají definici zohledňující jak manuální, tak i duševní činnost. Plýtvání je tedy vše, co nepřidává produktu hodnotu anebo jej nepřibližuje k zákazníkovi. Opakem plýtvání je práce s nárůstem hodnoty nebo práce přibližující produkt zákazníkovi, tedy ta činnost, za kterou je zákazník ochoten zaplatit.



Obr. 6. Zobrazení podílu plýtvání vs. přidané hodnoty (VA) [vlastní zpracování]

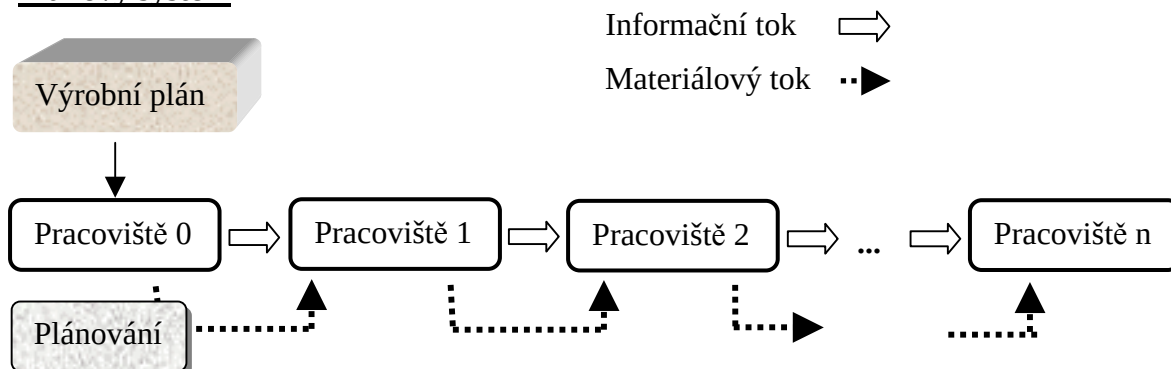
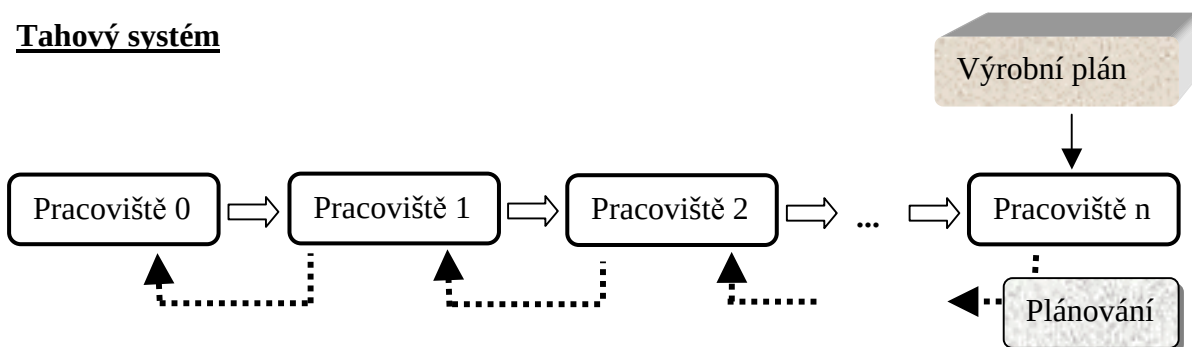
Dle teoretických předpokladů známe především 7 druhů plýtvání „dle Toyota“, postupem času však byl definován i 8., 9. druh plýtvání a to plýtvání lidským potenciálem, plýtvání kapitálem.

5.3.1 Tahový vs. tlakový systém řízení výroby

V tradičním podniku, jakmile je jeden proces dokončen, jsou výrobky transportovány (tlačeny) v kompetenci předřazeného procesu do procesu následného. V těchto případech potom následné procesy častou slouží jako mezisklady, které jsou sice zavaleny celou řadou dílů, ale často chybí právě ty díly, které následný proces bezprostředně potřebuje. Pokud dáme zodpovědnost za transport následnému procesu, je v předřazeném procesu vyráběno a poté transportováno (taženo) pouze to, co následný proces bezprostředně potřebuje a objedná. Podstata principu tahu a tlaku je vyobrazena na níže uvedeném obrázku (Obr. 7.), charakteristika tahu a tlaku je uvedena v následné tabulce. [5]

Tahový systém řízení	Tlakový systém řízení
- malé výrobní dávky	- vyšší využití výrobních kapacit na úkor dlouhé průběžné doby výroby
- rychlá reakce na požadavky zákazníka	- neflexibilní výroba
- krátká průběžná doba výroby	- vysoký stav zásob
- vyšší stupeň plánování (JIT, Kanban)	- rozpracovaná výroba je vázána na finanční prostředky

Tab. 6. Vyjádření principu tahu a tlaku [5]

Tlakový systém**Tahový systém**

Obr. 7. Porovnání tlakového vs. tahového systému [5]

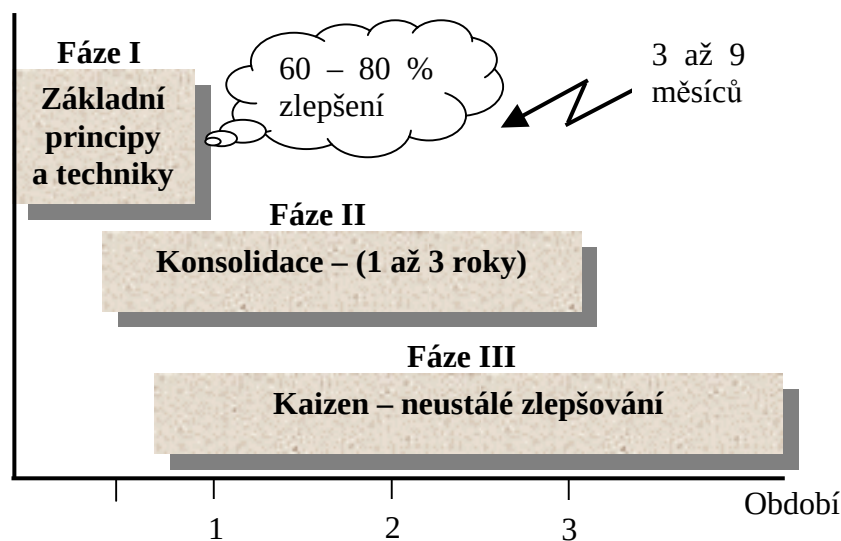
5.4 Strategie zavádění štihlé výroby

Základem fungování firmy jsou dobře pracující lidé. Mnozí z nich ovšem mají trvalý odpor vůči změnám. Je prokázáno, že velké změny vyvolávají stejně přiměřený odpor. Strategie tedy musí jasně řešit problém redukce či eliminace vzniklého odporu. Trénink, vzdělávání a komunikace jsou základní způsoby, jak celou firmu „naladit na jednu notu“, jak mluvit společným jazykem a chápat společné problémy a navrhovaná řešení, jak dát lidem potřebné vědomosti a předat praktické zkušenosti pro přípravu a realizaci změn.

Strategie zavádění konceptu štihlé výroby má zpravidla tři fáze:

- **Fáze I** – (cca 6 až 9 měsíců) revoluční změny, dramatické, rychlé změny s okamžitými výsledky. Při zmiňování štihlé výroby v podniku se povětšinou hovoří o této fázi.
- **Fáze II** – (cca 1 až 3 roky) evoluční fáze, také fáze konsolidace, standardizace či udržení úsilí zlepšování.
- **Fáze III** – (nemá konečný charakter) – neustálé zlepšování. Tato fáze znamená velký počet malých zlepšení. Tento přístup (Kaizen) je základem dlouhotrvajícího

úspěchu firmy Toyota, přičemž imitátoři tuto fázi často považují za méně podstatnou anebo až nepodstatnou.



Obr. 8. Fáze zavádění výroby [9]

Štíhlá výroba v každé firmě reprezentuje projekt změny. Mění stereotypy, ruší bariéry a vytváří nové, činnorodé prostředí pro zlepšování.

Pro nezbytnost uplatnění jednotlivých nástrojů průmyslového inženýrství, které jsou při zavádění štíhlé výroby implementovány, uvádím následující přehled:

- **I. pilíř – implementace základních metod:**
 - o 1. Value Stream Mapping (mapování hodnotového toku).
 - o 2. Identifikace plýtvání (viz. podkapitola 5.3).
 - o 3. Realizace změn dle budoucí mapy hodnotového toku.
 - o 4. Implementace metody 5S (pořádek na pracovišti), současně vizuálního managementu (předávání informací vizuálním způsobem tak, aby bylo podpořeno chápání současného stavu procesů pracovníky i managementem).
- **II. pilíř – JIT (Just in Time):**
 - o 5. Přijetí filosofie One-piece-flow (tok jednoho kusu), zavedení tahového systému řízení výroby.
 - o 6. Aplikace metody SMED (rychlá změna zařízení na jinou variantu).

- **III. Pilíř – implementace metod za účelem zajištění kvality výrobku:**

- o 7. Zavedení Andonu (světelná signalizace, která se rozsvítí v případě nestandardního postupu).
- o 8. Poka-yoke (zařízení identifikující lidskou chybu ihned v místě jejího vzniku, které zabraňuje její transformaci ve vadu, nejakost).
- o 9. Jidoka (zařízení, které zastaví stroj, kdykoliv je vyráběn nejakostní výrobek).
- o 10. Total Produktive Maintenance (systém údržby strojů a zařízení). [9]

5.5 Orientace na přidanou hodnotu

Štíhlé myšlení dosahuje snižování nákladů orientací všech zaměstnanců firmy na hodnotu definovanou zákazníkem. Štíhlé úsilí je zaměřeno na odstranění veškerých činností při výrobě produktu či poskytování služby, které nepřidávají hodnotu zákazníkovi.

V následujícím rozdělení uvádím pět kroků štíhlého myšlení:

- přesné definování hodnoty z pohledu zákazníka,
- identifikace hodnotových toků,
- zavádění plynulého toku,
- aplikace tahového řízení výroby,
- snaha o další zdokonalení.

Štíhlé myšlení se zaměřuje na změnu chápání pojmu hodnota. Sledováním hodnotového toku od hotových výrobků ke vstupnímu materiálu si neustále klademe otázku, zda je či není zákazník ochoten za danou činnost zaplatit. Plýtvání v podniku tedy můžeme charakterizovat jako vše, co nepřidává hodnotu výrobku avšak zvyšuje jeho výrobní náklady, za které zákazník není ochoten zaplatit. Definované oblasti, které je potřeba zlepšovat jako první, zjistíme dle mapování toku hodnot. [7]

5.5.1 Management hodnotového toku

V druhé polovině minulého století byl formulován a dodnes je rozvíjen tzv. hodnotový management (value management) zaměřený na zvyšování hodnoty pro zákazníka. Hodnotový management jako speciální vědní obor využívá ucelenou metodologii i soubor nástrojů a technik, které jsou orientovány na inovaci a maximalizaci hodnot pro zákazníka. Základem tohoto oboru je orientace na tzv. funkci hodnotového managementu, kterou rozumíme oboustranný vztah mezi potřebou zákazníka a vlastnostmi objektu.

Objekt je hlavním předmětem zájmu všech aplikačních disciplín hodnotového managementu (hodnotová výrobová strategie, hodnotové projektování, hodnotová analýza, inverzní hodnotová analýza). Objekt má v hodnotovém managementu podobu nejen technického systému (díl, sestava, výrobek), ale i systému procesního (procesy, operace, úkony, pohyby).

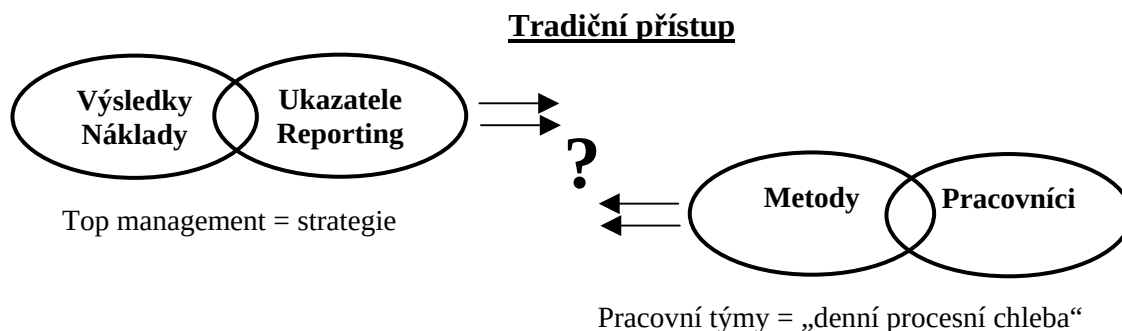
Přestože je hodnotový management poměrně univerzální disciplínou, využíváme v procesním a průmyslovém inženýrství i v oblasti štihlé výroby z hlediska „hodnotových studií“ určitý specifický a z hlediska hodnotového managementu i doplňující přístup, kterému dominuje časový aspekt. Zajímá nás zejména:

- čas, kdy je hodnota přidávána,
- průběžná doba, po kterou produkt vzniká,
- poměr času přidávání hodnoty a průběžné doby,
- počet procesních kroků, kdy vzniká hodnota,
- celkový počet procesních kroků apod.

Definice managementu hodnotového toku není dosud jednoznačná a vytříbená. Managementem hodnotového toku v současné době rozumíme:

- metodu systematické identifikace a eliminace aktivit nepřidávajících hodnotu z jednotlivých hodnotových toků,
- strategii zlepšování, která spojuje potřeby top-managementu s potřebami pracovních týmů,
- syntézu nejlepších praktik zavedených v úspěšných podnicích,

- proces plánování a propojování výhod štihlé výroby pomocí systematického sběru a analýzy dat, „štihlého“ projektování a detailního plánování implementace,
- proces spojování lidí, technik štihlé výroby, ukazatelů a reportingu pro potřeby vytvoření štihlé společnosti.



Propojení pomocí managementu hodnotového toku



Obr. 9. Propojení „názorů“ managerů a pracovních týmů pomocí managementu hodnotového toku [7]

Pokud bychom chtěli management hodnotového toku souhrnně definovat, mohli bychom například i uvést, že je to manažerský přístup, který umožňuje týmům i jednotlivcům si systematicky naplánovat, jak a kdy budou zavádět opatření, která jim usnadní cestu ke splnění zákaznických požadavků. [7]

5.5.2 Hodnota a čas, kdy je přidávána

Populární definice charakterizuje hodnotu jako to, za co je zákazník ochoten zaplatit. Hodnotový management hodnotu definuje jako poměr mezi užitnými vlastnostmi produktu (užitkem pro zákazníka resp. funkcí jako projevem chování) a náklady:

$$\text{hodnota} = \frac{\text{užité vlastnosti produktu}}{\text{náklady}}$$

Z uvedeného vztahu vyplývá, že pokud tedy zároveň se zvyšováním nákladů neroste užitek pro zákazníka, hodnota se zmenšuje. Toto však není jediná možná interpretace uvedeného vztahu pro hodnotu.

V tomto poměru resp. zlomku můžeme najít další možnosti a příležitosti:

- hodnotu je možné zvyšovat současným snižováním nákladů a zvyšováním užitku pro zákazníka,
- hodnotu můžeme zvyšovat snižováním nákladů při konstantních užitečných vlastnostech produktu,
- hodnota roste při konstantních nákladech a zvyšováním užitku pro zákazníka,
- hodnota roste při výrazném zvýšení užitku dosaženém za cenu mírného zvýšení nákladů.

Z rozboru možností jak zvyšovat hodnotu vyplývá další možná definice hodnoty jako nejefektivnějšího způsobu, jak spolehlivě zajistit užitečné vlastnosti produktu, které splní očekávání zákazníka.

Při zkoumání efektivnosti procesů, při kterých se vytváří užitečná hodnota, využíváme následnou definici:

$$\frac{\text{čas, kdy je produktu přidávána hodnota}}{\text{celková průběžná doba, po kterou produkt vzniká}}$$

Čas, kdy je produktu přidávána hodnota, chápeme z procesního pohledu jako čas, kdy probíhají aktivity při nichž se výrobek mění ve své fyzikální či chemické podstatě, nebo aktivity, které přibližují produkt zákazníkovi.

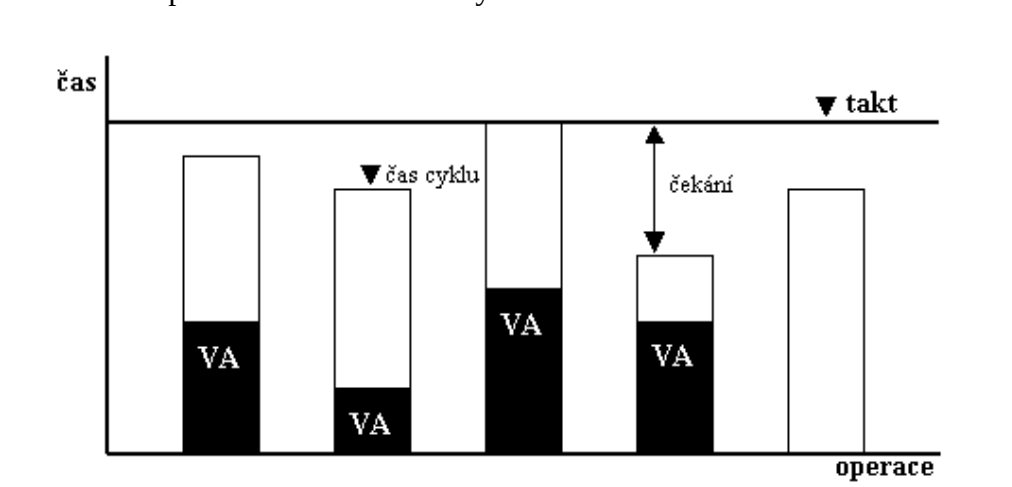
Pod pojmem celková průběžná doba, v průběhu které se produkt vyrábí, rozumíme čas od přijetí materiálu do vstupního skladu až po transport hotového výrobku zákazníkovi. Termín označující tento poměr je Value Added Ratio, resp. Value Added Index. Při mapování procesů se snažíme hodnotu uvedeného zlomku zvyšovat, což má význam především při zkracování celkové průběžné doby. [4]

5.5.3 Analýza přidané hodnoty ve výrobních buňkách

Vztahovat při analýze operací pomocí VA-indexu čas, při kterém je výrobku přidávána hodnota (nebo čas, který nehodnotíme jako plýtvání), k celkovému času cyklu, nemusí být vždy správné, protože stále více a více výrobních operací je svázáno s tzv. taktem – páteří celé štíhlé výroby (Obr. 10.).

Vzorec pro výpočet taktu vychází ze zákaznických potřeb a našich možností.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{dostupný pracovní čas / týden}}{\text{požadavek zákazníka / týden}}$$



Obr. 10. Takt, čas cyklu, čas přidávání hodnoty a čekání u operací [7]

Využíváním taktu podporujeme synchronizaci hodnotových toků. Je to tempo, ve kterém musí proces produkovat výrobky dle aktuálních potřeb zákazníka. Jestliže jsou výrobky vyráběny rychleji, než udává čas taktu, vzniká nadvýroba a zvyšuje se rozpracovanost. Jestliže jsou výrobky vyráběny pomaleji, než udává čas taktu, může za danou operací docházet k nedostatkům produktů nebo je vyvolána potřeba využít přesčasovou práci a další zdroje.

5.5.4 Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping)

Hodnotovým tokem rozumíme souhrn všech aktivit v procesech, které vůbec umožňují vlastní transformaci materiálu na konkrétní zboží, jež má hodnotu pro zákazníka. Do hodnotového toku ve výrobním podniku tedy zahrnujeme jak aktivity, které výrobku přidávají hodnotu, tak i aktivity, které výrobku hodnotu nepřidávají.

Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping) je jedna z metod konceptu štíhlé výroby, která slouží pro popis procesů, které přidávají či nepřidávají hodnotu ve výrobních, servisních, ale i administrativních strukturách.

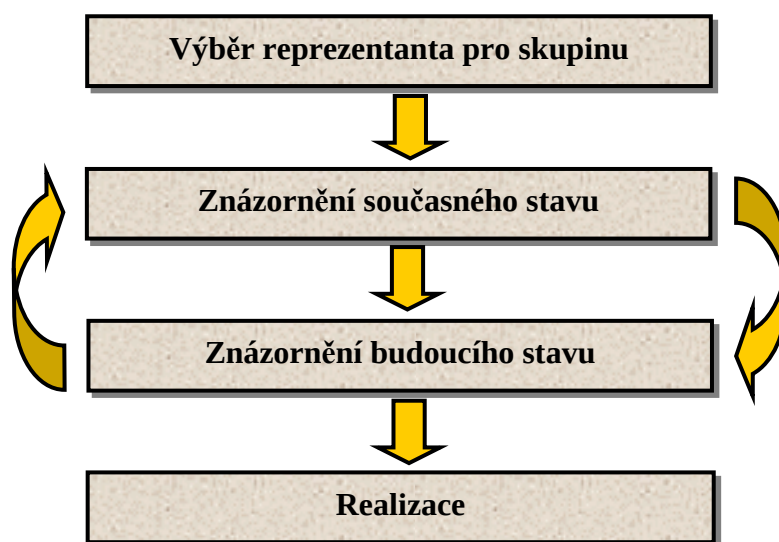
Cílem mapování toku hodnot je sledovat průběh cesty materiálu, resp. služby od zákazníka až k dodavateli a zakreslit reprezentanta každého procesu v materiálovém (resp. administrativním) a informačním toku. Následně definujeme skupinu klíčových otázek a zakreslíme budoucí stav – budoucí mapu hodnotového toku, která zobrazuje stav „ideální“, tj. bez plýtvání.

Mapování toku hodnot je vhodné použít:

- při zavádění nového výrobku,
- při výrobku, u kterého se plánují změny,
- při návrhu nových procesů,
- při novém způsobu rozvrhování výroby.

Postup při mapování toku hodnot

Mapování hodnotového toku se skládá ze čtyř základních kroků, které jsou vyobrazeny na následujícím obrázku



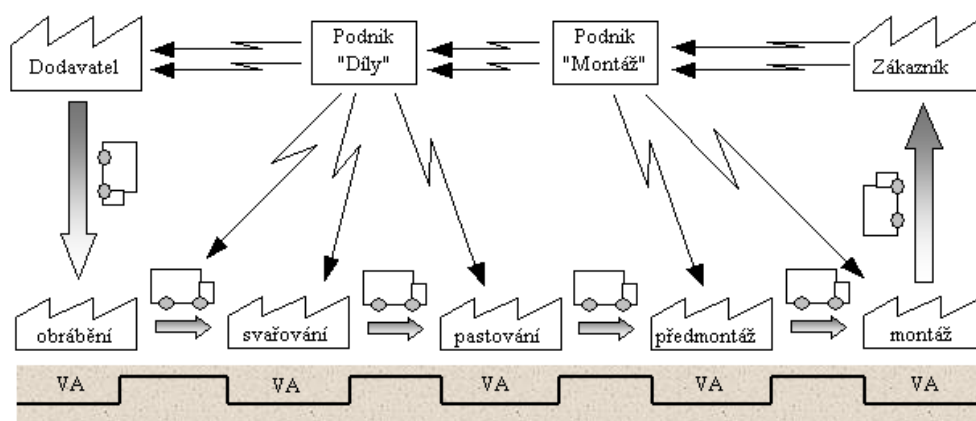
Obr. 11. Postup při mapování toku hodnot [4]

K postupu je třeba poznamenat, že vytváření hodnotových map současných a budoucích stavů je procesem neustálým. Vytvořením jedné mapy současného a budoucího stavu pro

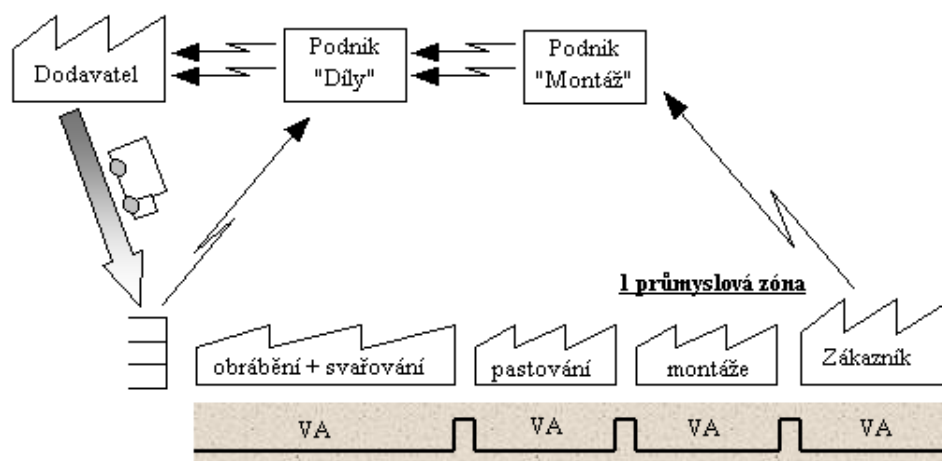
jeden výrobek proces mapování nekončí, poněvadž v důsledku neustálých změn ve výrobě je potřebné mapy neustále aktualizovat. [4]

Posledním krokem je připravit a začít aktivně využívat implementační (akční) plán, který popisuje proces, jakým plánujeme budoucí stav výrobních procesů. Tento plán by měl obsahovat:

- přesný seznam úloh, které chceme provést,
- měřitelné cíle,
- kontrolní termíny, konečný termín, plán plnění úkolů.



Obr. 12. Mapa tradičního hodnotového toku [7]



Obr. 13. Mapa ideálního stavu [7]

Z obrázků vyplývá, že v oblasti výroby (a nejen výroby) můžeme očekávat horizontální kompresi procesů, která už nebude probíhat pouze formou vytváření výrobních buněk, ale bude probíhat v úrovni celých podniků („podnikových buněk“). Tato komprese již začala

ve formě integrace dodavatelů a bude pokračovat i stahováním se výroby do „buňkově organizovaných průmyslových zón“.

5.6 Lean Layout (štíhlé pracoviště)

Štíhlé pracoviště chápeme jako „optimální, přímočaré, hubené, odtučnělé“ ve smyslu materiálových toků, pohybů pracovníků, plochy, velikosti zásob apod. Cílem této metody je tedy vytvoření takových pracovišť, které obstojí v konkurenčním boji a při uplatňování principů JIT.

Pravidla této metody říkají, jak musí vypadat proces v týmu, aby bylo možné dosáhnout maximální produktivity, krátkých průběžných dob, vysoké kvality a efektivní komunikace.

Mezi základní předpoklady „lean layout“ patří např.:

- snížení velikosti dávky na jeden kus změnou organizace pracoviště,
- využití malých skladů jen v nezbytně nutném případě,
- využití vizuálního řízení k bezprostřední detekci problému,
- využití principu tahu,
- zajištění flexibility pro výrobu nových příbuzných výrobků,
- zajištění flexibility z pohledu snadného přizpůsobení se změnám taktu,
- opětovné využití současného vybavení pracoviště.

Mezi další zásady, kterými by se měl řídit výrobní tým a jeho okolí při vytváření moderního pracoviště, patří:

- sklady v místě spotřeby,
- tok směrem k montážní lince,
- minimalizace vysokozdvížných vozíků,
- odesílání výrobků k zákazníkům přímo od montážních linek,
- dodavatelé co nejbližší k zákazníkům (přes uličku, interně,...),
- navazující (spolupracující) týmy co možná nejbližší,
- přímočaré (co nejkratší) dopravní trasy,

- eliminace dvojí manipulace,
- vytvoření zábran ke snížení velikosti přepravovaných dávek,
- vizuální a fyzická kontrola rozpracované výroby,
- přehled přes výrobní operace a montážní pásy,
- větší dílce (podsestavy) k finálním operacím,
- zajištění pravidla FIFO (první do skladu, první ze skladu),
- eliminace prostoru, který tým nepotřebuje apod. [13]

5.6.1 Balancování štíhlého layoutu linky

Diagramy pro tvorbu cyklů ze zkoumané segmentace výroby ukazují, jak je rozložena práce na jednotlivých operacích a tedy kde existuje potenciál pro zlepšení.

V případě velkého sortimentu bude dále nutné balancovat tok rodiny výrobků s různým objemem práce (dílčími takty) v rámci daného materiálového toku. V zásadě máme následující možnosti:

- v případě vyrovnaného zákaznického požadavku: vytvořit pevnou pravidelnou sekvenci vycházející z požadavků zákazníků a zachovat pevný počet operátorů,
- v případě malých odchylek v požadavcích v rámci výrobního plánování vytvořit nivelizovanou sekvenci (výroba částečně do zásoby) a zachovat pevný počet operátorů),
- v případě velkých odchylek v požadavcích: „převybalancovat“ všechny výrobky na jednotný takt a měnit počet operátorů na pracovišti (v buňce) dle objemu práce u jednotlivých výrobků nebo vytvořit tzv. flexibilní takty (více rychlostí), kdy jeden výrobek vyrábíme s různým počtem pracovníků dle aktuálních požadavků zákazníků.

Balancování založené na různém počtu operátorů potřebuje podporu nejen ze strany výrobního plánování (sekvence) a managementu (koordinace pohybu operátorů), ale i z hlediska uspořádání (layoutu) pracovišť, která musí zajistit dostatečnou flexibilitu. [4]

5.7 Hodnocení dosažené úrovně štíhlé výroby – Lean Assessment

Mezi nejznámější systémy hodnocení, které se u nás či na Slovensku využívají patří:

- **INVENSYS** – je rozděleno do 8 oblastí (pořádek a čistota, Just in Time, Six Sigma, samostatné výrobní týmy, vizuální management, kontinuální dokonalost, všeobecný organizační a řídicí styl, podpůrné funkce).
- **WER Lean Assessment** – hodnocení zahrnuje 5 hlavních kategorií (vůdcovství, principy Lean Manufacturing ve firmě, lean techniky a nástroje, vývoj výrobků, integrace dodavatelů).
- **GOP Assessment (Toyota matrix)** – hodnotí následujících 5 oblastí (Just in Time, Autonomizaci (Jidoka), pružný systém člověk – stroj, podpůrné systémy, lidé).
- **KPI-ŽU AUDIT** – reprezentuje rozsáhlý systém operačního auditu, vyvinutý na Katedře průmyslového inženýrství Žilinské univerzity, kde hodnotí 4 oblasti (management, podniková kultura, výrobní a manipulační činnosti, organizace a zvládnutí nosných procesů).

Hlavními důvody pro hodnocení patřičné úrovně při zavádění štíhlé výroby jsou:

- udržování informovanosti o štíhlé výrobě na dané úrovni,
- realizace zlepšení,
- identifikace nových oblastí pro zlepšování,
- sdílení získaných praktických zkušeností.

Výsledky hodnocení jsou dobrým zdrojem informací pro zhodnocení stupně dosaženého cíle. [9]

III. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Siemens se v České republice může pochlubit dlouholetou tradicí. Divize Siemens VDO Automotive je v České republice zastoupena výrobními závody v Brandýse nad Labem, Adršpachu a ve Frenštátě pod Radhoštěm.

Závod Siemens Automobilové systémy s. r. o. ve Frenštátě pod Radhoštěm je výrobcem elektronických a mechanických komponent pro automobilový průmysl. Hlavním výrobním programem jsou elektronické moduly pro přístupové a informační systémy osobních automobilů a moduly pro řízení motoru. Další část výrobního programu tvoří teplotní, polohové a rychlostní senzory a ventily k emisním systémům.

6.1 Historie závodu ve Frenštátě pod Radhoštěm

O výstavbě závodu bylo rozhodnuto již v květnu 1995. Na „zelené louce“ vyrostla výrobní hala, ve které byla v lednu 1996 zahájena výroba elektronických řídicích jednotek. V roce 2001 byla vybudována druhá výrobní hala pro elektronickou výrobu a v roce 2003 byly zakoupeny další prostory, do nichž se z německého Dortmundu postupně přestěhovala výroba senzorů.

V minulém roce byla dokončena výstavba logistického centra. V průběhu roku 2004 bylo rovněž přestěhováno vývojové centrum z německého Schwalbachu pro vývoj senzorů, jenž bude jediným pracovištěm, které bude v budoucnu vyvíjet a designovat teplotní a polohové senzory pro své zákazníky v automobilovém průmyslu po celém světě.

V následující tabulce (Tab. 7) nalezneme nejvýznamnější mezníky v historii společnosti.

Časový údaj	Událost
leden 1995	rozhodnutí o výstavbě nového závodu Siemens ve Frenštátě p. R. jako výrobní jednotky závodu Stříbro
květen 1996	otevření nové výrobní haly ve Frenštátě p. R., zahájení výroby
březen 1997	závod certifikován podle ISO 9001
únor 1998	závod certifikován podle normy automobilového průmyslu VDA 6.1
březen 1998	závod získává ocenění za kvalitu Q1 Award od firmy Ford

červen 1998	závod obhájí zavedení systému environmentálního managementu a je certifikován dle normy ISO 14 001
červen 1999	položen základní kámen a zahájena výstavba druhé výrobní haly
leden 2000	vzniká společnost Siemens Automobilové systémy s. r. o. jako samostatný právní subjekt
květen 2000	slavnostní otevření druhé výrobní haly a zahájení výroby
duben 2001	"Day One" fúze společnosti Siemens Automotive and VDO Manassman
červenec 2002	výroba bílého zboží převedena do Vídně, závod ztrácí výrobky, které tvořily 30% produkce
září 2002	zahájení nové výroby pro divizi SN
říjen 2003	závod reorganizován a zavedena struktura focus factory
duben 2004	závod byl certifikován podle normy TS 16 949:2002

Tab. 7. Nejvýznamnější milníky v historii společnosti

6.2 Strategie společnosti

Strategie společnosti je orientována na strategii společnosti SIEMENS AG.

Interním cílem vedení a všech zaměstnanců je vybudování špičkového závodu pro výrobu elektronických výrobků pro automobilový průmysl na světové úrovni.

Cílem společnosti je trvalé uspokojování potřeb zákazníků po stránce jakosti výrobků, dodavatelské morálky a efektivnosti výroby (snižování nákladů). Při zajištění tohoto cíle se společnost opírá o schopnosti a výkony všech pracovníků společnosti.

Základnou pro dosažení stanovených cílů ve všech oblastech je hledisko vynikající spolupráce všech pracovníků společnosti, jakož i mezinárodní spolupráce s ostatními závody a obchodními odvětvími.

Důležitým aspektem života firmy je zajištění bezpečnosti práce a ochrany životního prostředí. Přitom firma vychází nejen z interních podmínek společnosti, ale i z účinné spolupráce s dodavateli. Péče o bezpečnost a ochranu životního prostředí je otázkou

firemní etiky. Podmínkou úspěšného rozvoje společnosti je stálé zlepšování všech procesů a činností, přijímání účinných opatření k nápravě a preventivních opatření.

6.3 Výrobní program

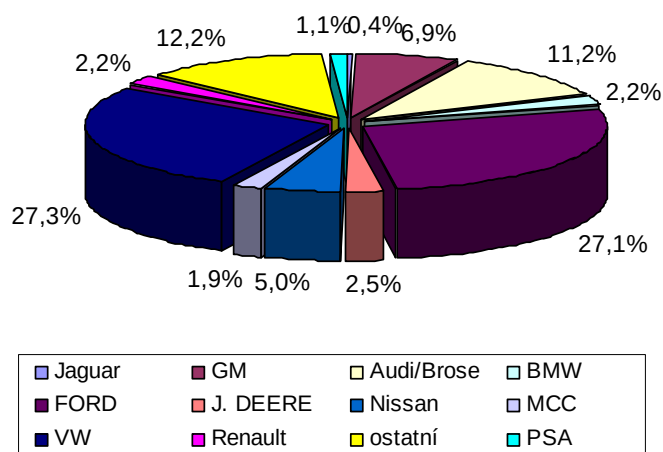
Podnik Siemens Automobilové systémy s. r. o. je jedním z největších výrobců elektronických součástí automobilového průmyslu v ČR. V tomto průmyslu je hlavní pozornost věnována opatřením, která mají v konečném důsledku přinést zvýšení produktivity práce ve výrobě automobilů. Jedním z nich je i sestavování větších systémových celků. Ve spolupráci se svými partnery proto vyvíjí, vyrábí a montují např. kompletní moduly palubních desek. V dalším textu je vypsán hlavní výrobní sortiment podniku společně s největšími odběrateli různých výrobků (rozdělení dle jednotlivých divizí ve společnosti).

Výrobní sortiment:

- elektronické moduly pro řízení motoru pro automobilový průmysl (zákazníci: Seat, Škoda, ...),
- elektronické moduly karosériové elektroniky pro automobilový průmysl – elektronické otevírání oken, hlídání vnitřního prostoru vozu, dálkové ovládání pro uzamykání vozu (zákazníci: OPEL, VW, FORD, AUDI, Jaguar, GM, ...),
- elektronické senzory – hladiny pohonných hmot v nádrži, rychlosti, teploty,
- ventily pro redukci výfukových plynů.

Závod ve Frenštátě p. R. dodává své výrobky zákazníkům automobilového průmyslu do celého světa. Jeho výrobky montují do svých vozů automobilky Škoda Auto, Volkswagen, Audi, Seat, Ford, GM, Opel, Peugeot, Renault, Jaguar, Porsche, Mercedes Benz, Nissan, Suzuki a další.

Na dále uvedeném obrázku (Obr. 14) je graficky znázorněn přehled objemů prodeje jednotlivým zákazníkům.



Obr. 14. Objemy prodeje jednotlivým zákazníkům

6.4 Vývoj počtu pracovníků a objemu výroby

Podnik ve Frenštátě p. R. nejdříve fungoval jako výrobní závod podniku Siemens AT s. r. o. Stříbro.

Výrobní plocha byla dále rozšířena na externí ploše budovy č. 27 o cca 15%.

Předpokládaným vývojem počtu pracovníků, s výhledem na budoucí 4 časové období, je nárůst až 37%, na rozdíl od obchodního roku 2002/2003 zde můžeme pozorovat téměř 100% vzrůst.

Obch. rok	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09
Plán pracovníků	1512	1859	2161	2384	2582	2765	2976

Tab. 8. Vývoj počtu pracovníků

Pro porovnání také uvádím tabulku hypotézy vývoje objemu výroby v podniku za poslední 2 období a následné 4 roky. Jak jsem již uvedla, v minulém roce proběhla významná expanze podniku (přesun výroby senzorů) a v následujících letech se předpokládá opětovný nárůst objemu výroby takřka o 10%.

Obch. rok	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09
Tržby /mil. €/	180,5	251,7	316,5	413,5	509,2	588,5	683,0

Tab. 9. Vývoj objemu výroby

7 ANALÝZA VÝCHOZÍHO STAVU LINKY 23

Výroba senzorů je nejmladší ze 4 divizí v závodě ve Frenštátě p. R., která se dělí dle vyráběných typů modulů na výrobu rychlostních a polohových senzorů, které se vyrábějí v hale C a dále výrobu teplotních senzorů, které se vyrábějí na hale L, (dle přílohy P III), o kterou se dělí spolu se vstřikovnou.

High-runner, neboli objemově (dle počtu vyrobených kusů) nejvýznamnější produkt, výrobní linky 23 je typ teplotního senzoru A2C 5218 4968 s technickou variantou 323.803.001.006, jehož týdenní produkce, podle odvolávek zákazníka, je průměrně 9200 ks týdně.

Pro srovnání, zmíněný teplotní senzor A2C 5218 4968 tvoří bezmála 80 % celkové produkce linky 23.

7.1 Představení linky 23

Zkoumaná linka je 23 tvořena ze 6 různých ostrůvků, přičemž operace signování a konečné balení slouží také okolním linkám. Výroba je prováděna v hale L (opět dle výše zmíněné přílohy), a ve výchozím statusu zaujímá 31,5 m². V počátečním stavu pracuje na dané lince šest operátorů, přičemž operátor z operace signování je využíván také pro signování kusů ostatních linek.

Šokovou komorou je linka rozdělena na dvě části, a to část montáže a olejů.

Mezi zákazníky teplotních senzorů, typů vyráběných na lince 23, patří:

- Siemens Traiding Frankfurt,
- DC Daimler Chrysler,
- Scania,
- Iveco.

Naopak k nejdůležitějším dodavatelům materiálů potřebných k výrobě teplotních senzorů řadíme:

- Karl Maier – kovová těla,
- G. Rau –bimetal,
- IFK – izolační trubička,

- Rich Vippermann – kontaktní patice,
- EPCS – termistor.

7.2 Vyobrazení vstupu materiálů do jednotlivých operací výroby

Výčet operací, nutných k výrobě vybraného senzoru, je uveden jako Legenda k materiálovému toku – zobrazení operací (Obr. 15.), stejně tak je i soupis vstupujícího materiálu do linky uveden na obrázku jemu následujícím (Obr. 16.).

Nyní si popíšeme operace potřebné k výrobě senzorů s návazností na vstupy materiálů.

První operací je signování kovového těla, tedy označení kovového kusu dle požadavků zákazníka, tj. znak výrobce, datum, stupeň kalibrace senzoru, zákaznické číslo a typ senzoru. Vstupním materiálem je tudíž pouze kovové tělo senzoru. Na další operaci dochází ke vložení izolační trubičky a ohybu kontaktního pera.

Sestavení bimetalu je od plynulého toku linky odděleno. Výroba se provádí do zásoby, jelikož lze produkci rozdělit na dvě, šokovou komorou rozdělené, linky, z čehož kromě hlavního výrobního procesu tvoří vedlejší součást právě zmíněná příprava bimetalu. Důvodem pro rozdělení je vstup hotového bimetalu až při operaci sestavení kovového těla a také kvůli nutnému uložení dílců v šokové komoře, kde se bimetal 2 hodiny zpracovává.

Montáž bimetalu představuje kompletaci izolační trubičky, kontaktního pera, kovové ucpávky, bimetalu, izolačního plastu a plastové podložky. Tento tok materiálu je zobrazen na obrázku (Obr. 16) modře. Poté je hotový bimetal přesunut na pracoviště sestavení kovového těla.

Červeně je uveden tok materiálu hlavního výrobního procesu, což je sestavení těla senzoru. Senzor se skládá z kovového těla, kovového nýtku, izolační trubičky, zinkové podložky, termistoru, stříbrné podložky nebo tlumicího oleje (záleží na typu senzoru), tlačné pružiny, justovacího šroubku, kontaktní patice, těsnicí podložky a lepidla. Jednotlivé vstupy materiálů potřebných pro výrobu senzoru je zobrazen na dále uvedeném obrázku (Obr. 16).

Konečná zkouška již hotového senzoru se provádí v olejové lázni, a to 2x (při rozdílných teplotách oleje) v dávce 26 kusů (v případě rozměrově velkých senzorů i méně). Stejně tak i mytí a zkouška těsnosti senzoru probíhají po více kusech, tj. v případě mytí senzoru cca 300 ks v jedné várce na 15 min., v případě testu těsnosti v dávce 51 kusů po dobu tří minut. Celý průběh testu těsnosti je operátorkou neustále sledován.

U některých typů senzorů jsou prováděny i další operace, jako např. ringování (nasazení o-kroužku na tělo senzoru), nýtování či děrování, které se provádí pouze na přání zákazníka.

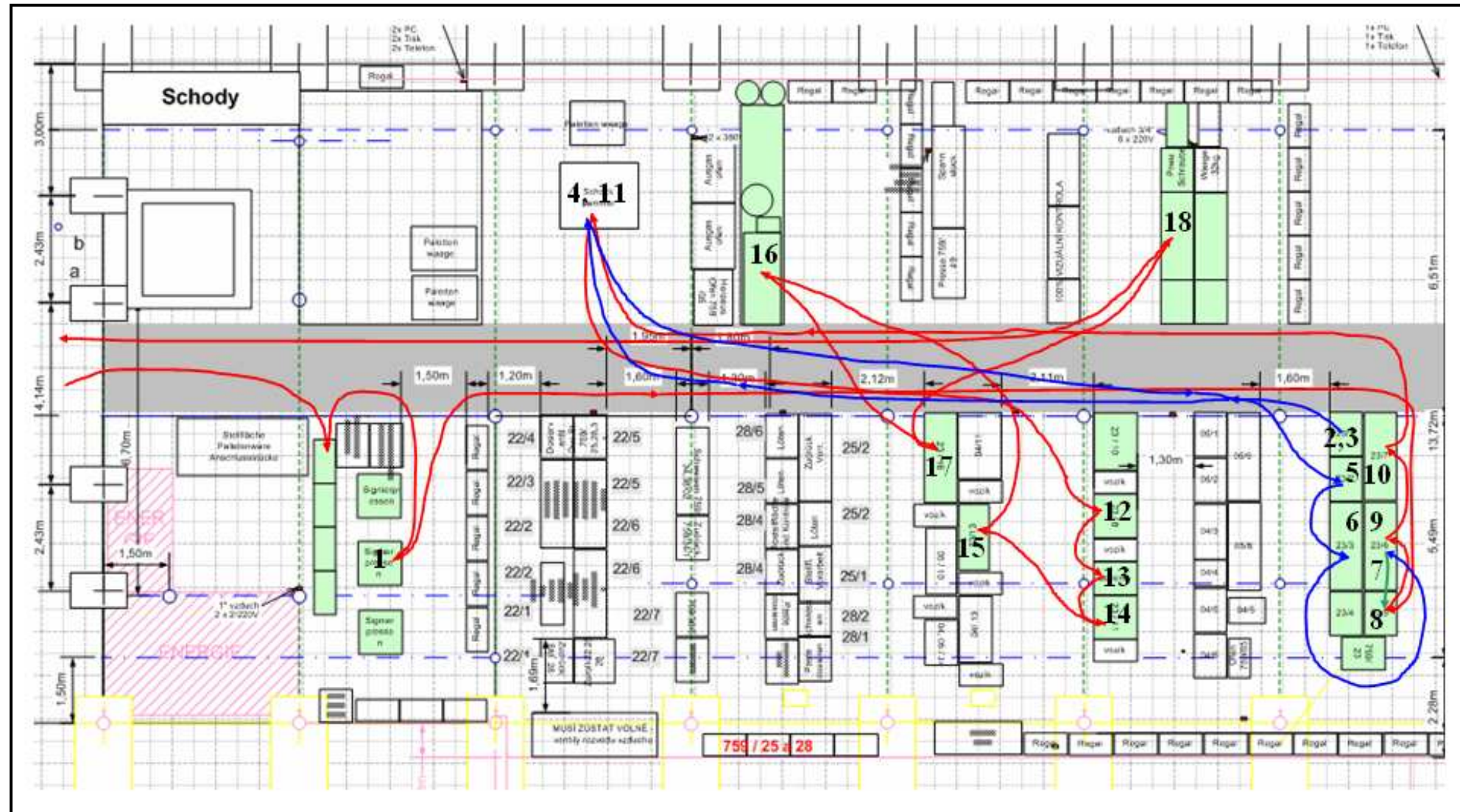
Neoznačeným pracovištěm, dle obrázku nad pracovištěm 12 (Obr. 15), je pracoviště automatické kalibrace, která se užívá pouze pro vybrané typy senzorů.

Pracoviště signování se skládá ze tří stejných signovacích zařízení, která zásobují i ostatní linky. Typy senzorů vyráběných na lince 23 lze osignovat na kterémkoli ze signovacích zařízení, neboť podstatou je označení pomocí raznic, které lze libovolně přetypovat.

Přestože je šoková komora strojním zařízením pouze pro linku 23, je umístěna mimo dosah linky z důvodů velkého hluku při zpracovávání. Jak je uvedeno dále, v šokové komoře se při jedné sérii zpracovává až 960 ks sestavených senzorů.

7.3 Materiálový tok linky 23

Zobrazení materiálového toku dle jednotlivých operací:



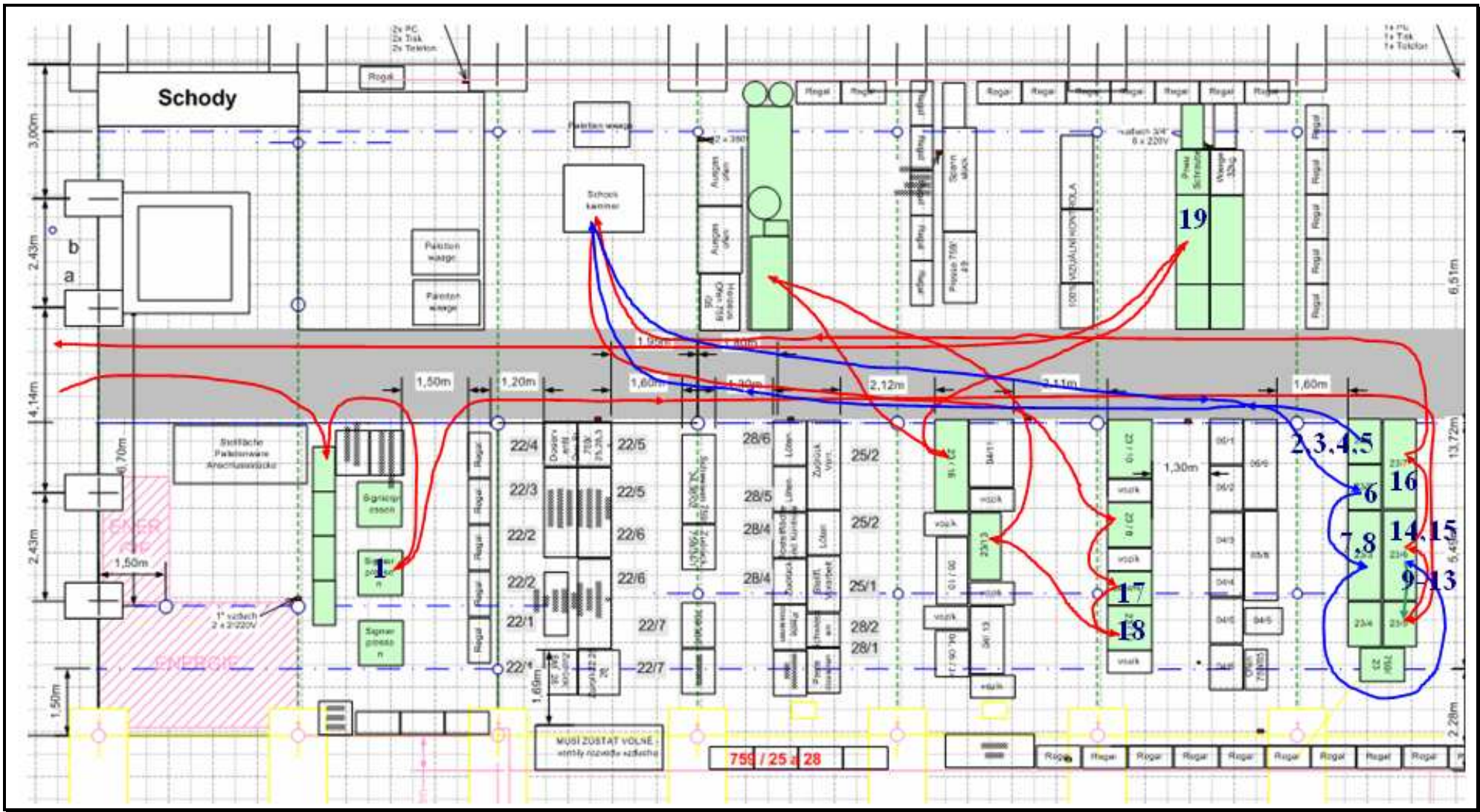
Obr. 15. Materiálový tok – zobrazení jednotlivých operací

Na obrázku můžeme vidět vyobrazení výchozího layoutu linky 23 (zelené označení pracovišť) a také průběh materiálového toku dle požadavků jednotlivých pracovišť. Celkový layout výrobní haly č. 27 (na obrázku hala L) je uveden v příloze P III, dále uvádím také layout závodu ve Frenštátě p. R. včetně umístění logistického centra mezi jednotlivými výrobními halami (Příloha P III).

Legenda k materiálovému toku - zobrazení jednotlivých operací:

- 1 – signování kovového těla
- 2 – vložení izolační trubičky a ohyb kontaktního pera
- 3 – zalisování bimetalu
- 4 – šoková komora – bimetal
- 5 – opětovné zalisování bimetalu a vložení izolačního plastu
- 6 – kompletace sestavy bimetalu, svařování
- 7 – sestavení kovového těla
- 8 – zalisování bimetalu, kontrola rezistence
- 9 – šroubování justovacího šroubu
- 10 – vložení těsnění a kontaktní patice, zarolování
- 11 – šoková komora – senzor
- 12 – ruční kalibrace spínacího bodu
- 13 – zalití justovacího šroubu pryskyřicí, zalisování kovového víčka
- 14 – konečná zkouška – olejová lázeň
- 15 – mytí
- 16 – test těsnosti (100%)
- 17 – zabalení, vizuální kontrola

Zobrazení materiálového toku dle vstupu materiálu do linky:

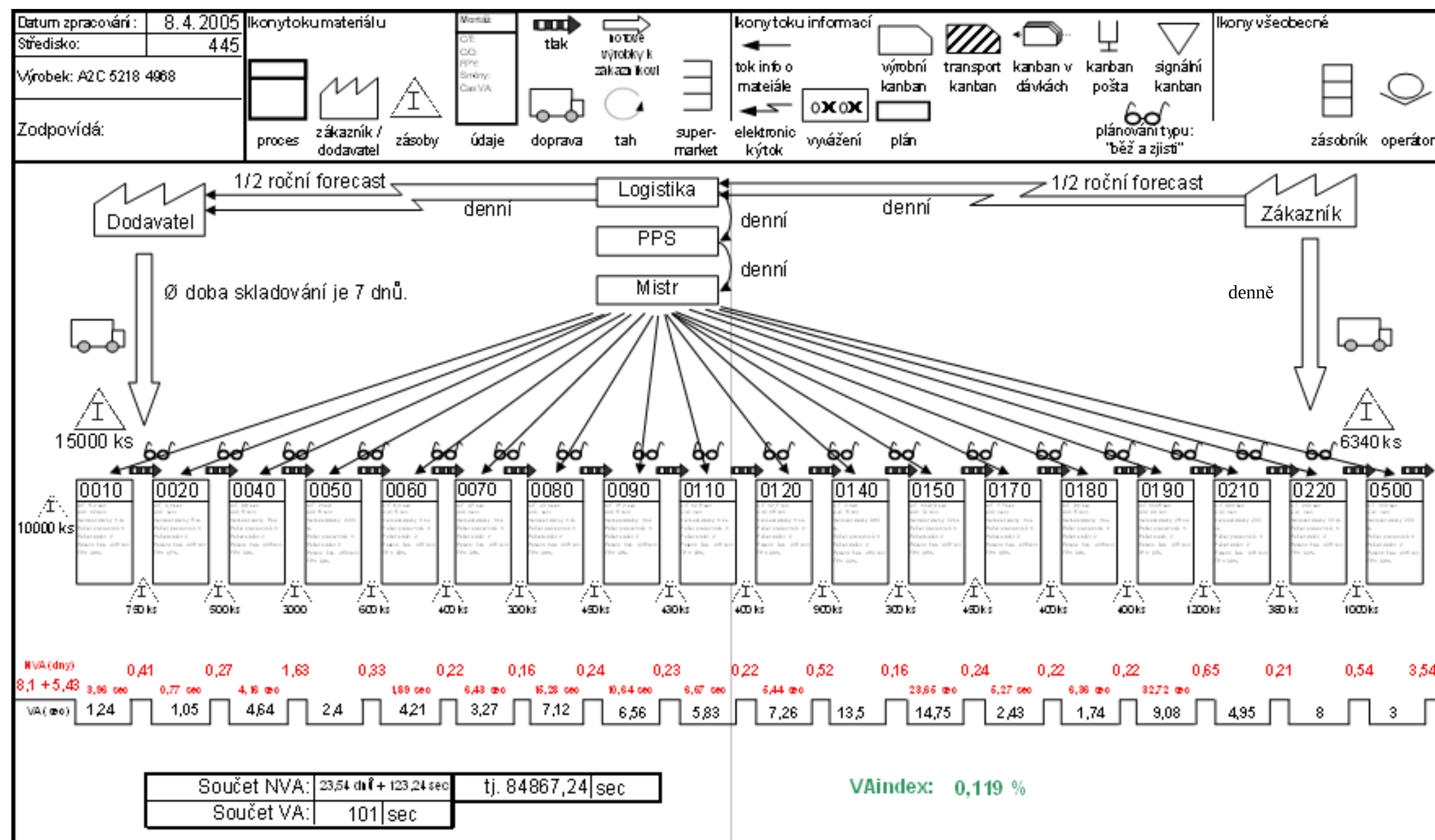


Obr. 16. Materiálový tok – zobrazení vstupu materiálu

První zastavení materiálu, tj. před operací jedna, má pro nás pouze informativní charakter, slouží jako regál ke vstupnímu materiálu neboli předávací zóna materiálu z hlavního logistického skladu. Další regály, pro vstupující materiál do linky, jsou umístěny podél severní strany stěny výrobní haly, tj. na obrázku vpravo dole pod výrobní linkou.

- Legenda k materiálovému toku - zobrazení vstupu materiálu:
- 1 – kovové tělo
 - 2 – izolační trubička
 - 3 – kontaktní pero
 - 4 – kovová ucpávka
 - 5 – bimetal
 - 6 – izolační plast
 - 7 – plastová podložka
 - 8 – kovový nýtek
 - 9 – izolační trubička
 - 10 – zinková podložka
 - 11 – termistor
 - 12 – stříbrná podložka nebo tlumící olej (dle typu)
 - 13 – tlačná pružina
 - 14 – justovací šroubek
 - 15 – kontaktní patice
 - 16 – těsnící podložka
 - 17 – lepidlo (pryskyřice)
 - 18 – kovové víčko
 - 19 – balící materiál – sáček

7.4 Value Stream Mapping – výchozí stav



Obr. 17. Value Stream Mapping – zachycení výchozího stavu

Informace o jednotlivých operacích, jenž jsem získala především z oblasti výroby (čas cyklu, čas přetypování, velikost dávky, počet pracovníků na operaci, počet směn za den) či oddělení kvality (procentuální vyjádření FPY). Z důvodu ochrany důvěrných vnitropodnikových informací jsou data záměrně nečitelná.

7.4.1 Hodnocení výchozího stavu pomocí Value Stream Mapping

Value Stream Mapping v překladu znamená mapování hodnotového toku. Tato metoda slouží k identifikaci plýtvání neboli mudy, kdy cílem není zamyslet se nad výrobou ze strany dodavatele, nýbrž začít požadavky ze strany zákazníka.

Nyní se však soustředíme na analýzu výchozího stavu linky 23.

Komunikace mezi zákazníkem, stejně jako dodavatelem, je uskutečňována na základě půl ročního forecastu (předpokládané množství odvolávek), popřípadě dále upravováno denním upřesněním (dle požadavků dodavatele či zákazníka).

Hotové výrobky, které jsou odváženy ihned po dokončení výrobní dávky do expedičního skladu (skladu hotových výrobků), jsou denně transportovány zákazníkům. Denní zásoba na skladě hotových výrobků tvoří průměrnou denní odvolávku zákazníka.

Průměrná doba čekání vstupního materiálu na skladě je 7 dnů. Poté je na základě odvolávek zadán požadavek mistra na pracovníky skladu, kteří dle určené priority dovážejí potřebný materiál na předávací zónu určeného střediska. Požadavky na sklad jsou kladeny 2x denně a to s předstihem jedné směny.

Směnový mistr získává informace od PPS (oddělení operativního plánování), které je denně informováno oddělením logistiky.

Definovaným úzkým místem z hlediska strojních požadavků je šoková komora, která, již zkompletovaný senzor, zpracovává celé 3 hodiny. Do šokové komory se vkládá dávka max. 960 kusů sestavených senzorů. Úzkým místem ručních montáží se jeví operace sestavení kovového těla, která trvá cca 23 sekund na jeden vyrobený kus.

Dle Value Stream Mapping můžeme vidět, že zásoba rozpracovaná ve výrobě se řádově pohybuje k tisícům kusů. Proto již zde vidíme prvotní nedostatky stávajícího konceptu tradiční výroby.

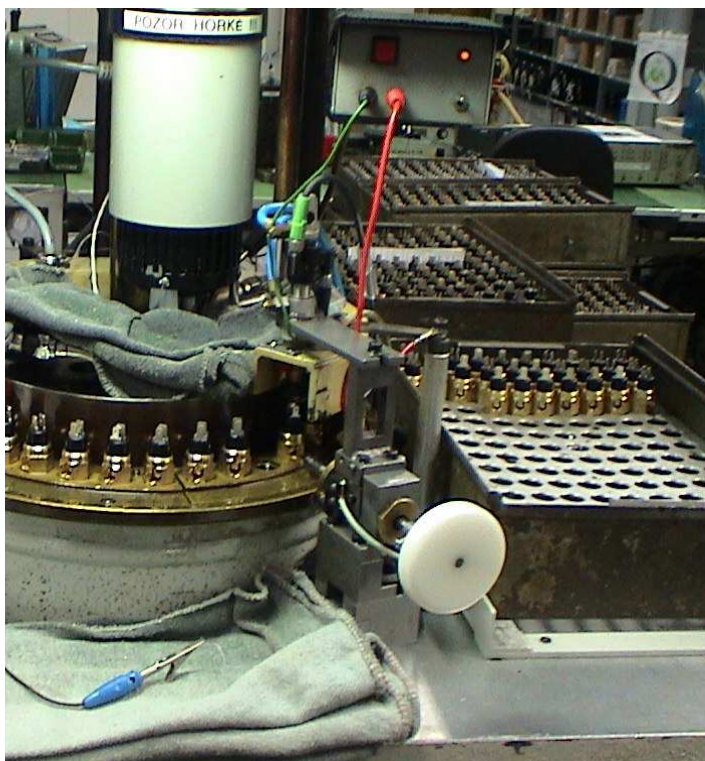
7.5 Identifikace plýtvání na lince 23

Nadměrné zpracování, tedy vysoká rozpracovanost na pracovišti. Muda, která je viditelná ihned na první pohled. Výroba v dávkách je typická pro klasické výrobní systémy. Avšak

investice držené v rozpracovanosti, ať už z hlediska materiálu či plochy, vedou k závratným sumám. Proto je jejich eliminace tak důležitá.

Nyní tedy uvádím příklady plýtvání na zkoumané lince.

Zásoby, nadvýrobu či nadměrné zpracování nalezneme u každého pracoviště nejen linky 23. Na níže uvedeném obrázku je vidět vysoká rozpracovanost u operace ruční kalibrace.



Obr. 18. Muda – rozpracovanost výroby

Dalším viditelným druhem plýtvání je čekání. Následující obrázek nám ukazuje nejen rozpracovanost, ale také zmíněné čekání při zarolování těla senzoru. Operátorka čeká na vykonání procesního času, který tvoří dvě sekundy na jeden vyrobený kus. Při denní normě, která je na této operaci (vložení těsnění a kontaktní patice + zarolování) stanovena na 1910 kusů, tak stráví operátorka 63 minut pouhým čekáním na vyhotovení procesu.



Obr. 19. Muda – rozpracovanost, čekání

Předělávky, které nejsou na první pohled hned tak zřetelné však tvoří taktéž vysoký potenciál pro zlepšení.

Pohyb a přeprava jsou snadno identifikovatelným druhem plýtvání. Přestože doprava či transport jsou nezbytnými způsoby, jak zajistit materiál na správném místě, ve správném množství a čase, musíme usilovat alespoň o eliminaci délky dojezdu či potřebného pohybu, pokud ne přímo se snažit přebytečné činnosti z procesu vyloučit.

Zde jsou zmíněny pouze některé příklady plýtvání na lince 23, tudíž cílem není eliminovat jen uvedené problémy, nýbrž komplexně vyřešit problém smrtelných ztrát na analyzované výrobní lince. Zamysleme se tedy nad možnostmi, které nám zavedení Lean Manufacturing a aplikace metod průmyslového inženýrství, přinášejí.

8 PROJEKT MANAGEMENT

Pilotní projekty zavedení Lean Manufacturing jsou aplikovány právě v divizi senzory, neboť tato výroba se z hlediska používaných technologií jevila jako nejpříznivější. Divize senzory má v přepočtu 18 % zaměstnanců a z hlediska produkce firmy tvoří její 22 % část.

Jak jsem se zmínila již v části Definice projektu, pilotními projekty zavádění Lean Manufacturing byly linky 15 a 28 z oblasti polohových a teplotních senzorů, a to patrně díky největším okamžitým přínosům. Dále byla vybrána projektová linka 23 kvůli náročnosti zavedení Lean Manufacturing, vycházející ze skutečnosti nutné aplikace "by-passu" neboli užití tzv. "interní smyčky". Laicky řečeno plýtvání bylo natolik zjevné, že využití štíhlé výroby již bylo nevyhnutelné pro zachování budoucí konkurenční schopnosti výrobku.

Zavedení Lean Manufacturing není prací jednoho specialisty, nýbrž jde o působení pracovníků více oblastí, nejen výroby. Na řešení projektu se podílí tým multiprofesních generalistů z různých oddělení, ať už plánovač výroby, plánovač jakosti, pracovník z oddělení zajišťování výrobních prostředků, logistik a v neposlední řadě zástupce z útvaru průmyslového inženýrství.

8.1 Výpočet Takt Time

Firma Siemens Automobilové systémy s. r. o. své časové normy doposud stanovovala metodou REFA (přímé měření pomocí stopek), nyní s přechodem linky do Lean Manufacturing přechází na normování pomocí metody MOST.¹

Časy operací, potřebných pro balancování linky, získáme novým měřením ve výrobě (v lepším případě již dle MOSTu), vyhneme se tak zkreslení časů, které nejsou prováděny u každého právě vyráběného kusu (např. balení).

¹ Zavádění metody MOST společně s Lean Manufacturing se netýká všech Focus faktory, na lince 23 přechod vyplynul z časových okolností. Normování metodou MOST je nyní v prvotním stádiu plošného zavedení v celém závodu.

Takt Time je čas, který nám určuje, jak často požaduje zákazník vyhotovení jednoho kusu. Podporuje tím tedy výrobu Just in Time, neboli vyrábíme flexibilně dle požadavků zákazníka, nikoli podle plného vytížení dostupných výrobních kapacit.

Mezi informace, nutné pro výpočet Takt Time, patří počet minut jedné směny, počet směn v pracovním týdnu a průměrné odvolávky zákazníka (doporučuje se získat přehled s alespoň půl ročním předstihem).

Takt Time pro linku 23 byl vypočítán na základě těchto číselných údajů:

přičemž v čitateli vzorce uvádíme dostupný čas za týden (při dvousměnném provozu pět dní v týdnu) a ve jmenovateli týdenní požadavek zákazníka.

Po dosazení do vztahu:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{dostupný pracovní čas / týden}}{\text{požadavek zákazníka / týden}},$$

dostáváme výsledný čas:

$$\text{Takt Time} = \frac{405 * 60 * 10}{9200} = \mathbf{26,41 \text{ sec}},$$

Hodnota v čitateli vzorce je součin 405 minut (dostupný časový fond bez časové přírážky), jenž je následně převeden na sekundy, a poté vynásoben počtem směn v pracovním týdnu.

Časová přírážka je stanovena dle očekávaných úlev a to např. drobná přerušení a poruchy či osobní a přípravné časy.

Prozesse - Procesy Středisko 445, 446		Senzoren -Montage Senzory - montáž
	%	min
Schichtzeit - Směna		480
Pause - Přestávka		30
Arbeitszeit - Pracovní čas	100	450
Drobná přerušení, poruchy	1	5
Osobní a přípravné časy	10,00	45
příprava pracoviště, úklid	2,2	10
osobní potřeby	2,2	10
pracovní pohovor	1,1	5
výkaznické práce	2,2	10
bezpečnostní přestávka	2,2	10
SUMA	11,00	49,50
Ergebnis Nutzungsgrad	0,890	
Výsledný stupeň využití		
Časová přírážka	1,12	

Obr. 20. Časová přírážka

Dle vypočteného Takt Time se dále snažíme uzpůsobit počet pracovníků na lince, tudíž získat takový počet operátorů, který vyrábí dle požadavků zákazníka, nikoli na sklad.

8.2 Rozdělení času VA a NVA

Potřeba rozdělit časy přidávající (VA) a nepřidávající (NVA) hodnotu výrobku se jeví evidentní ihned při zpracování následného kroku zavádění štihlé výroby – při balancování výrobní linky.

Mezi operace hodnotu výrobku přidávající patří at' už operace strojní či samozřejmě také ruční, například lisování nebo sestavení kovového těla. Činnosti hodnotu výrobku nepřidávající jsou pak např. uchopení, odložení, vyjmutí apod.

Rozdělení časů můžeme definovat dle námi provedených analýz metodikou MOST, kde vidíme přehled veškerých prováděných činností.

8.3 Balancování operací, potřebného počtu operátorů

Balancování operací úzce souvisí s balancováním potřebného počtu operátorů, neboť abychom vyráběli Just in Time, nikoli na sklad, potřebujeme pouze dané množství operátorů (výpočet viz. níže). Výchozí stav počtu operátorů na lince 23 je šest se 100% účastí na výrobě, dále pak operátor z operace signování, který současně reaguje na požadavky okolních linek.

V dalším stupni zavádění Lean Manufacturing opustíme od uvažování nad operacemi mytí, testech těsnosti či konečného balení a vizuální kontroly, jelikož v této fázi nelze aplikovat filosofii One-piece-flow bez větších finančních investic. Operace balení také slouží pro ostatní linky, tudíž bylo definitivně opuštěno od možnosti přijetí tohoto pracoviště do Lean linky.

Balancování operací se provádí na základě vypracování formuláře Work Combination Sheet a dle vypočteného Takt Time.

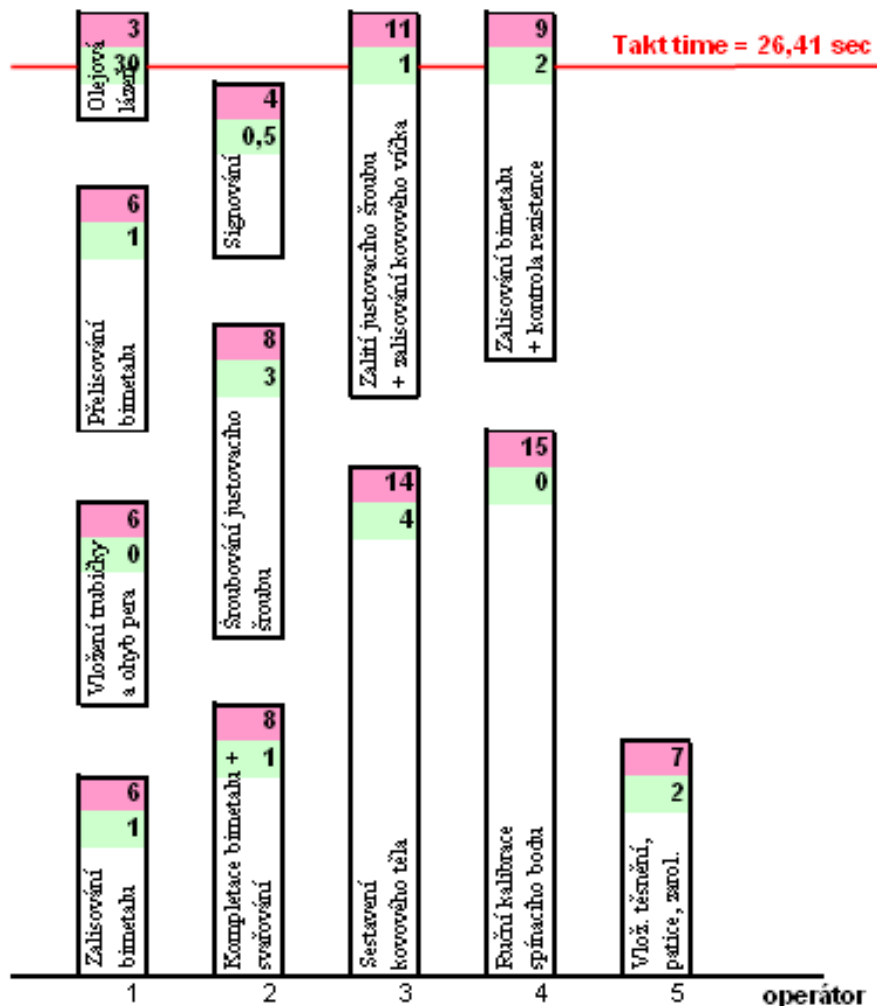
Definovali jsme následující způsob postupu při balancování:

- zakreslení již zjištěného Takt Time linky,
- definice měřítka (např. 1 sec = 1cm),
- vystřižení jednotlivých operací se zobrazenými časy jejich trvání (dle stanoveného měřítka).

Poté libovolně uspořádáváme vystřižené operace tak, abychom se co nejvíce přiblížili zobrazenému Takt Time, tedy požadavku zákazníka, a současně zajistili co nejmenší potřebný počet operátorů na lince. Nesmíme zde opomenout ani na kroky potřebné při přecházení na následnou operaci, tudíž mezi operacemi necháváme zobrazen fiktivní čas. Na jeden krok počítáme cca dvě sekundy.

V této chvíli není až tak důležité jakým způsobem komponujeme pořadí operací, jelikož layout stále není vytvořen, tudíž jej až pak samotný můžeme "pasovat" dle našich potřeb. Z toho vyplývá, že nemusíme dbát na zažitý sled operací. Operátor tedy může vykonávat např. první dvě a poslední dvě činnosti, zatímco druhý operátor je časově stejně vytížen na operacích zbývajících.

Zde uvádím obrázek z cyklu workshopů pořádaných na vybalancování a stanovení potřebného počtu operátorů linky 23 ve firmě.



Obr. 21. Balancování Takt Time

Na každé výrobní operaci je vyznačen její název, manuální čas (zvýrazněn růžově) a čas strojní (na obrázku zvýrazněn zeleně).

Z obrázku lze také rozpoznat "nadbytečnost" posledního, pátého operátora, jež zde provádí operaci signování trávající čtyři sekundy. Strojní čas signování je cca jedna sekunda, tudíž můžeme říci, že zbylý čas je časem nepřidávajícím hodnotu. Do tohoto času můžeme zahrnout např. uchopení či odložení kusu. Odstraněním daného plýtvání docílíme, pokud operátorka bude vyrábět One-piece-flow (tok jednoho kusu), tudíž nebude daný vyráběný kus odkládat a bude pokračovat na následující operaci (vše platí i z operace předchozí).

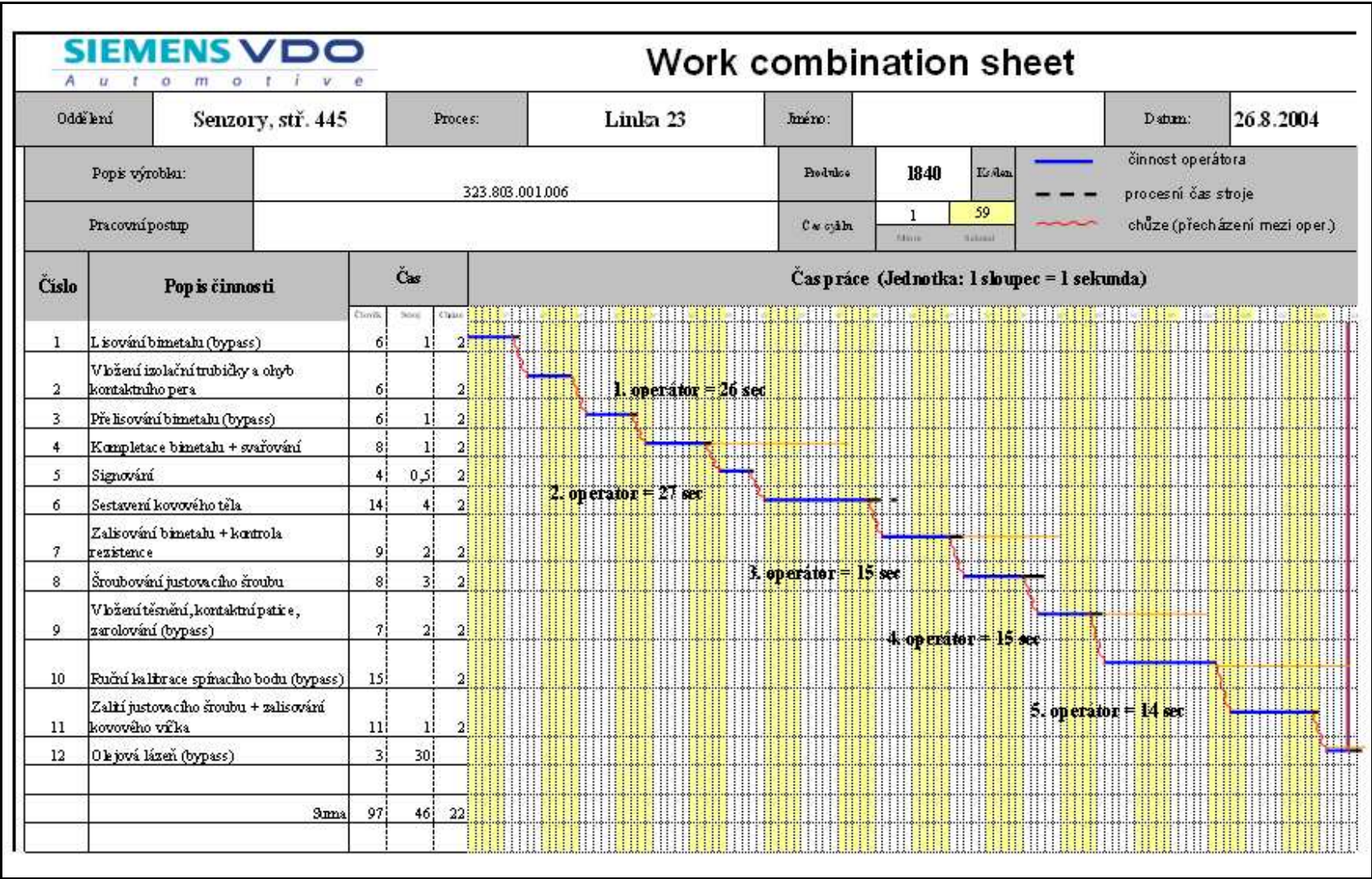
Dodatečně podotýkám, že zde pracujeme s informací zákaznického taktu 26,41 sekund. Rychlost linky se může měnit a s tím i počet potřebných operátorů.

Situaci delšího času operací (či součtu operací) můžeme řešit buď přidáním nového operátora na linku nebo snížením časové náročnosti. Vhodným návrhem na řešení je například ergonomická úprava pracoviště či zavedení nízkonákladové automatizace (Low Cost Automation).

Šoková komora stále rozděluje linku na dvě samostatné části a to na část montážní a olejovou. Mezi výhody rozdělení linky patří možnost výroby dvou typů senzorů najednou.

Jelikož šoková komora pojme najednou až 960 kusů, hromadí se před touto operací zásoba, která je zpracovávána až při dosažení potřebného počtu kusů. Abychom zabránili hromadění vyrobených kusů na lince, tj. buď za operací zalisování bimetalu (šoková komora – bimetal) nebo vložení těsnění a kontaktní patice, zarolování (šoková komora – senzor), používáme tzv. by-pass, což je umístění zařízení mimo linku.

8.3.1 Work Combination Sheet



Obr. 22. Zobrazení Work Combination Sheet pro linku 23

Cílem zpracování Work Combination Sheet je získání informace o průběžné délce výrobního cyklu, tedy času, který je potřeba na výrobu jednoho kusu. Podotýkám, že zde není počítána šoková komora, která se má stát by-passem pro danou linku.

V popisu jednotlivých činností jsou zde uváděny další by-passy jako např. lisování či přelísování bimetalu, zarolování, ruční kalibrace (i strojní) nebo olejová lázeň.

Přechod mezi jednotlivými operacemi je zobrazen červenou vlnovkou, a standardně na jeden krok počítáme dvě sekundy. Jelikož v této fázi zavádění štihlé výroby stále ještě nemáme vyhotoven nový layout linky, nepočítáme kroky při návratu zpět na první operaci, neboť v případě U-buňkového uspořádání se nevracíme zpět podél linky, nýbrž z poslední operace ihned na první, čímž je eliminováno zbytečné přecházení.

Modrou čarou je znázorněn čas činnosti operátora, černou čárkovanou čarou pak tedy procesní čas stroje.

Work Combination Sheet slouží také k zobrazení procesních časů a tedy uvědomění si, kdy operátorka při každém vyráběném kusu čeká na jeho dokončení, z hlediska strojního zařízení.

Naším výsledkem provedené analýzy výchozího cyklu je tedy zjištění, že výroba jednoho kusu na lince trvá 119 sekund.

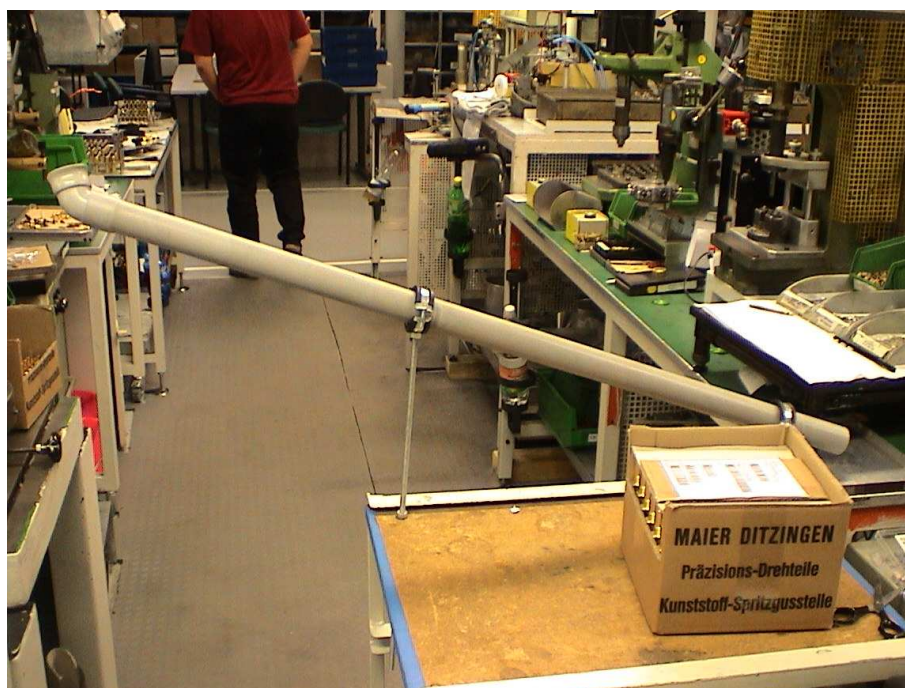
Počet operátorů na lince zde není stanoven jeho balancováním, z čehož vyplývá, že nebereme v úvahu možnost přehození operací a tím vybalancování časů operací.

8.3.2 Standard Operation Sheet

Častý způsob, jak začít aplikovat štíhlou výrobu, je s nadšením se vrhnout vstříc do gemby (japonský výraz pro dílnu). Avšak občas zapomínáme na sběr potřebných informací. Stejně tak jako analýza výchozího stavu (na kterou bývá taktéž zapomínáno) či stanovení si konečných cílů jsou nezbytné pro počátek projektu, přehled toku materiálu a vstupu materiálu do výrobní linky jsou nezbytným předpokladem pro stanovení návrhů na nový layout linky.

Standard Operation Sheet nám tedy ukazuje možné návrhy layoutů ať už z hlediska vybalancování časů operací či z hlediska přísunu materiálu do linky (výhodou U-buněk je zásobování z vnější strany linky, čímž nezasahujeme do jejího plynulého chodu).

Mezi další výhody vypracování formuláře Standard Operation Sheet je uvědomění si by-passů, jelikož mezi hlavní cíle Lean Manufacturing patří užití filosofie One-piece-flow a navržení případné možnosti jeho odstranění, či určení předávacích prostředků před další operací.



Obr. 23. Transportní trubice

Na obrázku je vyobrazena transportní trubice, která slouží k předávání osignovaných kusů a hotového bimetalu na operaci sestavení kovového těla, kterou zpracovává již jiná operátorka.

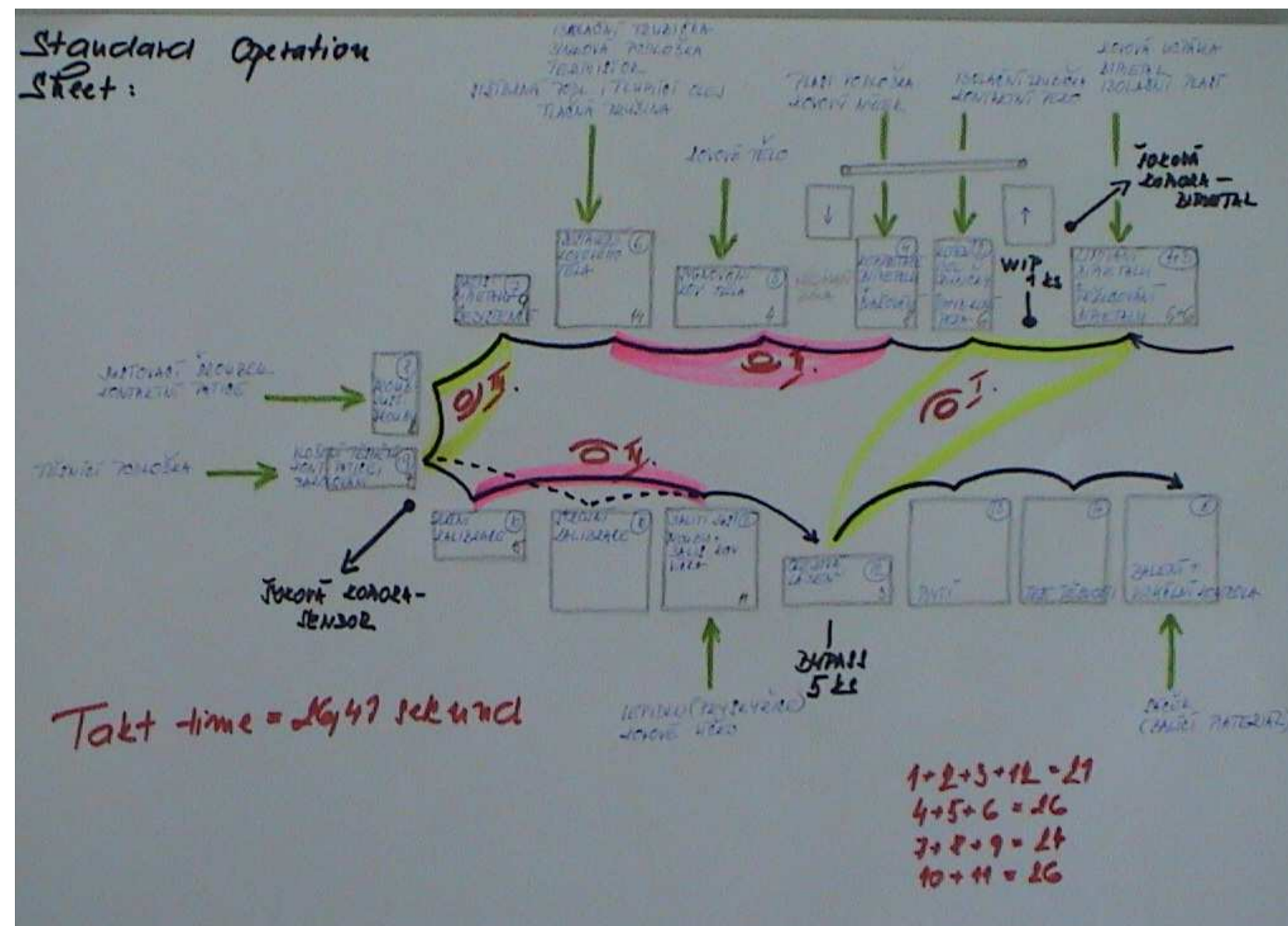
Jako další příklad mohu uvést řešení olejové lázně, kdy se do procesu vkládá až 26 senzorů, záleží na typu (velikosti) senzoru. Jak jsem již výše uvedla, mezi cíle Lean Manufacturing se řadí aplikace toku jednoho kusu, což by-pass olejové lázně nesplňuje. Velice jednoduchým řešením může být zavedení kolejniček, v nichž by bylo možné při minimální rozpracovanosti zajistit výrobu One-piece-flow.

Uvedené řešení však nelze využít např. u vodní zkoušky, kde operátorka určený čas pozoruje případnou přítomnost unikajícího vzduchu (proces sleduje tři minuty).

Vstupními informacemi pro Standard Operation Sheet je přehled veškerých operací představujících se do U-buňky, přehled vstupů materiálů, délka času operací (určit přechody mezi jednotlivými pracovišti), definování by-passů, velikost stolů.

Cílem je také snížit velikost stolů na minimální možnou velikost, z důvodu neupotřebení stávající délky stolů (např. místo pro rozpracovanou výrobu, zbytečný prostor pro různé přípravky, pomůcky, nástroje atd.).

Nyní uvádím jeden z prvních návrhů layoutu (Standard Operation Sheet):



Obr. 24. Standard Operation Sheet linky 23

Jak již bylo několikrát uvedeno, vypočtený Takt Time linky 23 je 26,41 sekund. Možný návrh, jak vybalancovat linku, je uveden na obrázku na levé straně papíru.

Součtem jednotlivých operací jsme došli k nutnosti zapojení čtyř operátorů. Nicméně ve Standard Combination Sheet nebereme v úvahu jednotlivé kroky mezi operacemi. Z tohoto důvodu souvisí balancování také s Work Combination Sheet (výchozí stav je pět operátorů), který je více orientován na skutečný výpočet počtu potřebných operátorů. Avšak neméně důležité je stanovení pořadí jdoucích operací.

Zobrazený Standard Combination Sheet je jedním z prvních vypracovaných, tudíž zde zapracováváme do linky také mytí, test těsnosti a balení s vizuální kontrolou. Již tehdy však bylo rozhodnuto o užití by-passu na šokovou komoru, a tedy umístění šokové komory mimo U-buňku, respektive ponechání na stávajícím místě (viz. Obr. 15.).

Před operaci signování byly vloženy operace, které dříve zobrazovaly "přípravu" materiálu (na Obr. 15.). Nyní jsou uvedeny přímo v lince, a také s použitím filosofie One-piece-flow. Předávání již přelisovaného bimetálu by mohlo být zajišťováno pomocí předávací "transportní trubice".

Na lince 23 se dále vyrábějí kusy se speciálními operacemi (tudíž i zařízeními), se kterými se v současné době v umístění layoutu nepočítá, neboť high-runners mají svou prioritu dle zkrácení přechodu mezi operacemi..

8.4 Nový layout

Návrh nového layoutu bývá z počátku senzitivní záležitostí. V zásadě při prvním workshopu zaměřeném na změnu layoutu bývá navrhováno jedno až dvě řešení. S časem a s průběhem řešení nově vzniklých problémů (např. návaznost operací) však přibývají možné nástinu nového layoutu (konečný počet navrhovaných layoutů se tedy může pohybovat až do několika desítek).

Při ideálně vybalancované lince nám vznikají takové možnosti operačního toku, kdy první operátor bude zastávat např. operace 1 + 2 + 5 + 6 a druhý operátor bude zajišťovat zbylé operace 3 + 4 + 7 + 8 + 9. S tou podmínkou, že výrobní takt obou operátorů bude víceméně totožný. Problémem není ani rozdělení částí operací, kdy např. u rolování může jeden

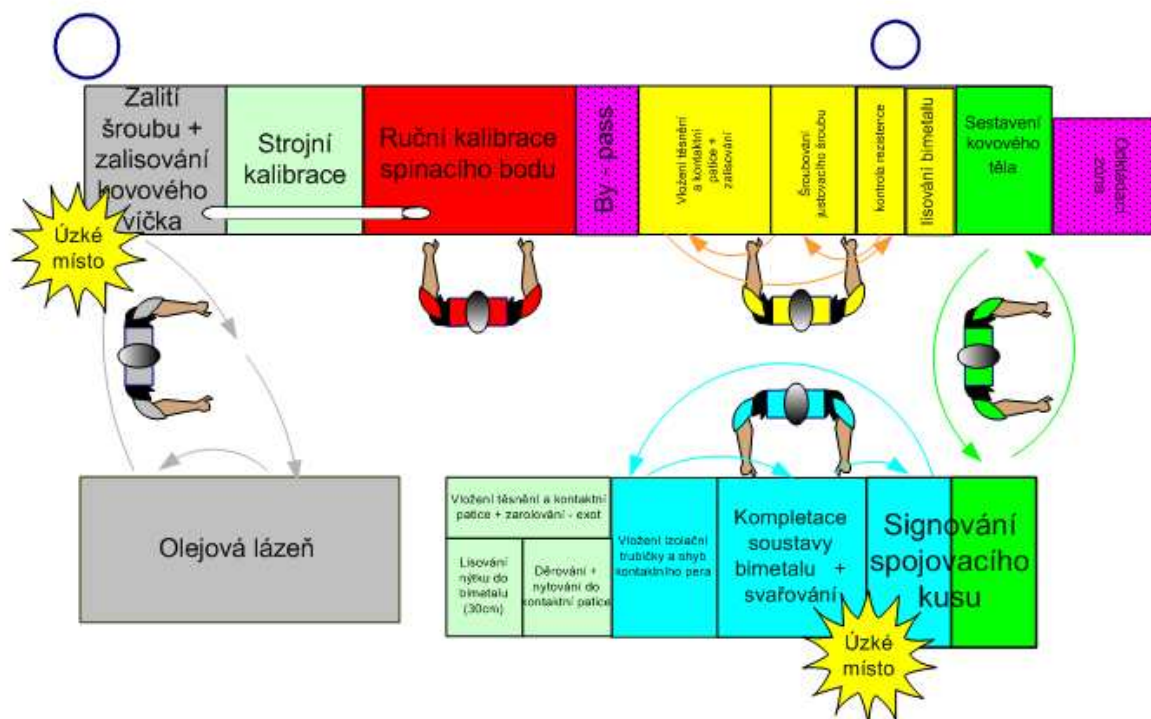
z operátorů může vyráběný kus vložit a spustit operaci, a druhý z operátorů jej může již hotový vyjmout.

8.4.1 Nástin nového layoutu

Návrhy nového uspořádání linky měly mnoho podob. V řešeních bylo především užití filosofie One-piece-flow, dále pak definování by-passů, předávacích zón, návaznost toku výrobních operací či zavedení nízkonákladové automatizace již od počátku aplikace Lean Manufacturing.

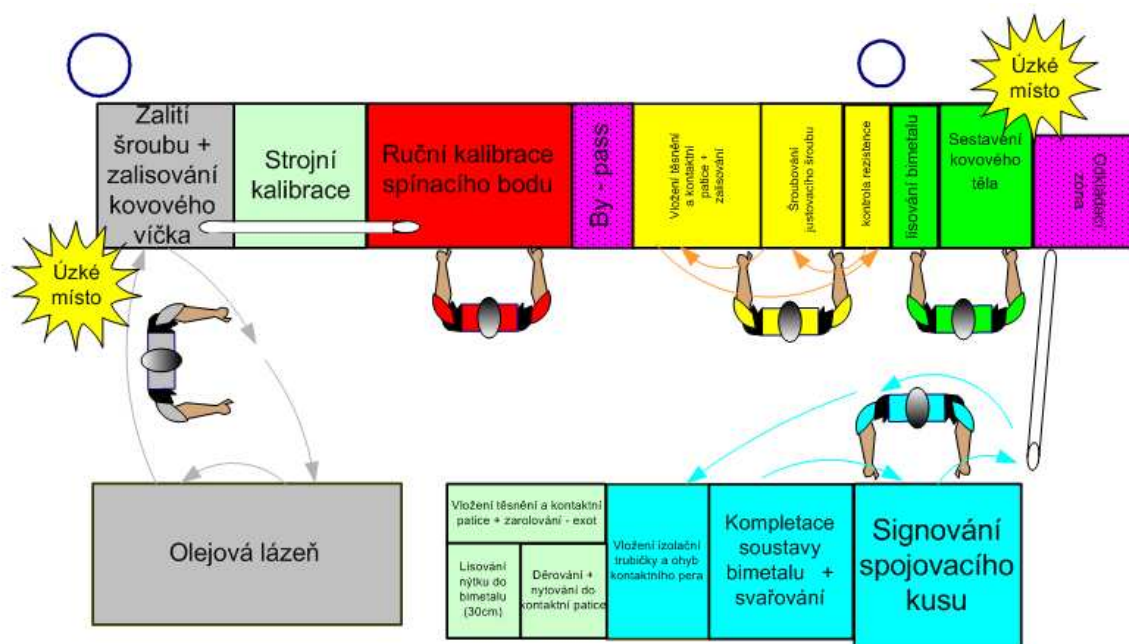
Dále byla vyhotovena varianta pro čtyři a pět operátorů (dle požadované rychlosti linky).

Na následujícím obrázku uvádím konečnou variantu nového layoutu při použití ruční kalibrace sestaveného senzoru:



Obr. 25. Návrh layoutu pro ruční kalibraci I.

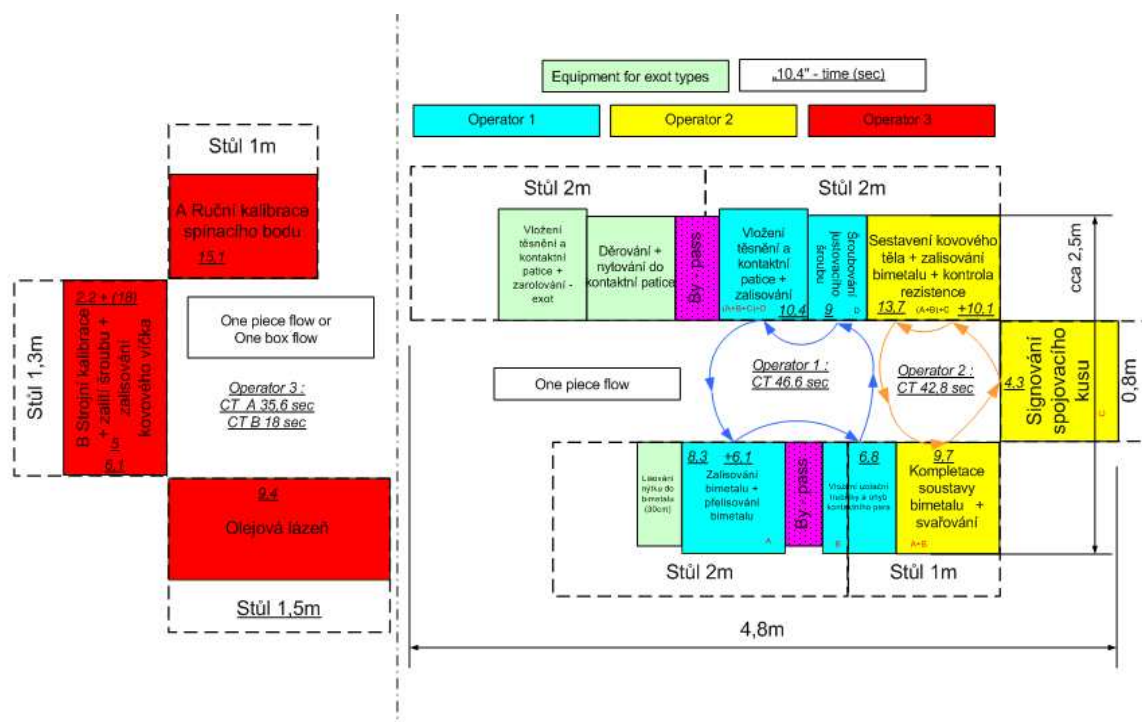
Rozdílnost těchto obrázků je znatelná na první pohled. Použitím jednoduchých technických pomůcek (transportní trubice) po operaci signování a ruční kalibrace docílíme snížení pohybu operátora díky eliminaci přecházení. Kus na operaci signování, který dříve zpracovávali oba operátoři (první operátor kus založí a spustí operaci, druhý operátor jej vyjme), nyní může vykonávat pouze jeden operátor, čímž se úzké místo, které bylo prvň definováno pro modrého operátora, nyní přesunulo na operátora zeleného.



Obr. 26. Návrh layoutu pro ruční kalibraci II.

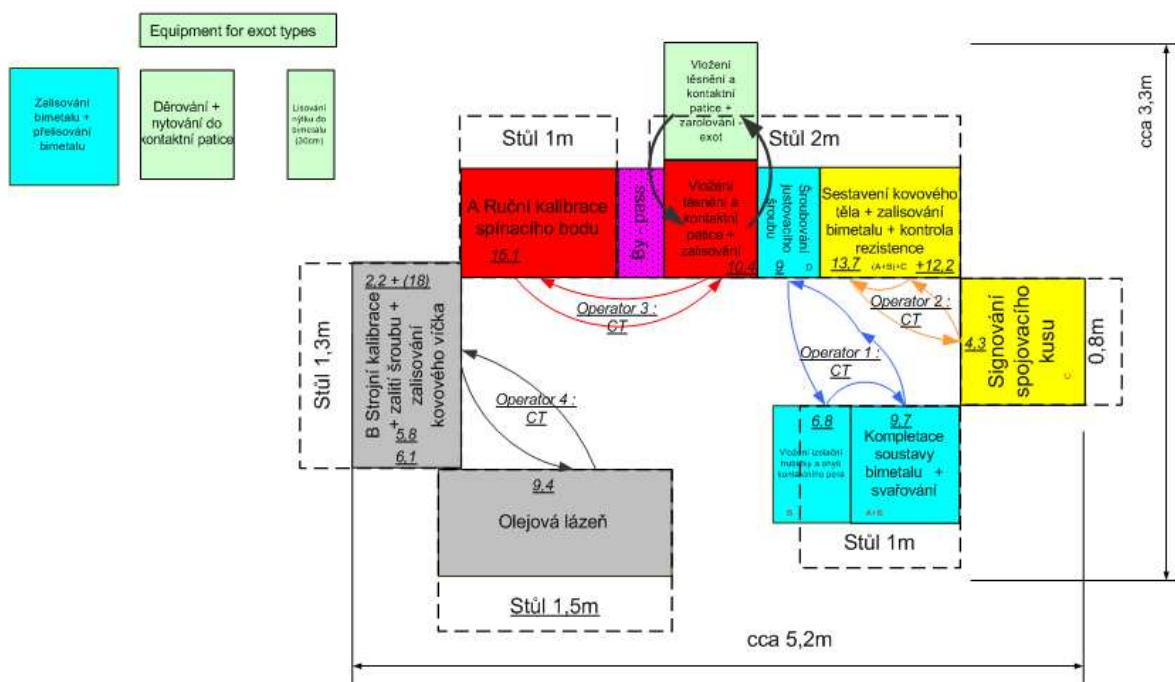
Transportní trubice po ruční kalibraci je nezbytná z důvodu instalování strojního kalibrování mezi operacemi ruční kalibrace a zalití šroubu + zalisování kovového víčka.

Pracoviště (nestojí u něj žádný pracovník – světlezelené barvy) vložení těsnění a kontaktní patice + zarolování – exot, lisování nýtku do bimetalu, děrování + nýtování do kontaktní patice patří mezi tzv. "exoty", což je sortiment o menší produkci vyráběný pomocí zmíněných speciálních operací.



Obr. 27. Návrh layoutu – rozdělení linky do dvou U-buněk

V jisté fázi přípravy na stěhování layoutu se ještě uvažovalo o celkovém rozdělení výrobních linek, a to oddělení částí montážních od olejových či ostatních velkých strojních zařízení. Montážní část linek měla být přestěhována do prvního patra haly 27, ostatní velké strojní zařízení pak měla být umístěna v přízemí haly. Později, se zavedením štíhlé výroby, však bylo od stávajících návrhů upuštěno.



Obr. 28. Návrh layoutu – U-buňka

Z důvodů bezpečnosti operátorů linky je však jednou z podmínek při vytváření nového uspořádání do U-buňky dostatečné otevření výrobní linky. Z uvedeného vyplývá požadavek nejlépe dvou východů z linky či, u otevření pouze jedné strany, dostatečný prostor.

Layout uvedený dříve (Obr. 26.) je stávajícím layoutem linky 23. Na výrobní lince se tedy střídá čtyři až pět operátorů (dle týdenních odvolávek), přičemž celkovou buňku tvoří dvě téměř navzájem nezávislé samostatné U-buňky.

8.4.2 Simulace štíhlé linky

Simulace slouží pro ověření realizace projektu v praxi, za účelem jistého předpokladu budoucích jevů. Ne jinak tomu bylo při zavádění štíhlé výroby na lince 23. Cílem je simulování výrobních toků, následnost operací a jejich provádění operátory, respektive průběh celé výrobní linky, kde můžeme odhalit dosud neznámé problémy.



Obr. 29. Simulace štíhlé linky 23

Simulace se ve firmě provádí na základě přípravy kartonů představujících jednotlivá pracoviště a dodání operačních časů, stanovených dle MOSTu. Osvědčila se také metoda zapojení samotných operátorů do simulace nové linky, neboť jejich vtažení do řešených problémů pomáhá k lepšímu pochopení nově přijaté filosofie, a tedy i k přesvědčení o přínosech navrhovaných řešení.

Dalšími výhodami této simulace je také možnost okamžitého překombinování simulovaných operací (případně i nový layout) či zkoumání ergonomické potřeby operátorů.

8.4.3 Školení operátorů

Přestože lze zavést Lean Manufacturing bez přímé účasti samotných operátorů, nelze uplatnit nároky na úspory bez udržení tohoto stavu. Cílem tedy není pouze zavést štíhlou výrobu, ale také přesvědčit operátory a ostatní zainteresované osoby o výhodách Lean Manufacturing, neboť direktivní zavedení bez aktivního zapojení přímých operátorů se nejeví jako vhodné.

Implementace metod průmyslového inženýrství je nedílnou součástí při zavádění štíhlé výroby, tudíž proškolení je podmínkou pro další efektivní zlepšování. Školení se týká

nejen operátorů, ale také např. mistrů, manipulantů, systémové obsluhy a dalších pracovníků, kteří se na plynulém chodu výroby podílejí.

Školení základních metod průmyslového inženýrství bývá standardně prováděno pracovníky oddělení průmyslového inženýrství, v případě potřeby (nedostatku kapacit) také využitím příslušných poradenských firem a to cyklem workshopů před zahájením projektu, dále v průběhu fyzické přestavby linky.

Prioritou při zaškolování je identifikace plýtvání a možnosti jeho odstraňování, zavedení 5S na pracovišti, zavedení jednoduché metodiky SMED, KANBAN, princip JIT, Týmové práce. Poté jsou představeny další metody jako např. MOST, Vizuální management, TPM, TOC, Jidoka, Poka-yoke, Andon, LCA & LCiA či 7 klasických nástrojů průmyslového inženýrství².

Pracovníci podílející se na kontinuálním zlepšování jsou za své přijaté návrhy odměňováni formou finanční prémie. Systém zlepšovacích návrhů ve firmě se nazývá 3i, což znamená - Idea, Impuls, Iniciativa.

8.5 Lean linka

Stěhování linky proběhlo za podpory technického oddělení firmy. Procesu stěhování předcházela předvýroba potřebných kusů na sklad, tedy třídenní zásoba.

Podmínkou jakéhokoli stěhování výrobního zařízení počínaje stoly až strojního vybavení linky je informování zákazníka, které provádí oddělení kvality. Až po odsouhlasení změny zákazníkem je možno přistoupit k fyzické realizaci. Po přestěhování linky nejdříve probíhá tzv. zkouška způsobilosti, kdy pracovníci kvality identifikují případné problémy a zajistí potřebná nápravná opatření proti výrobě vadných kusů.

² Terminologii zmíněných metod průmyslového inženýrství naleznete v seznamu použitých symbolů a zkratk.



Obr. 30. Pohled na již štíhlou linku

V současné době je již linka přestěhována do Lean Manufacturing, přestože ještě nebylo dosaženo "ideálního" stavu. Zavedení Lean Manufacturing není krátkodobou záležitostí, neboť aplikace metod průmyslového inženýrství je procesem neustálým.

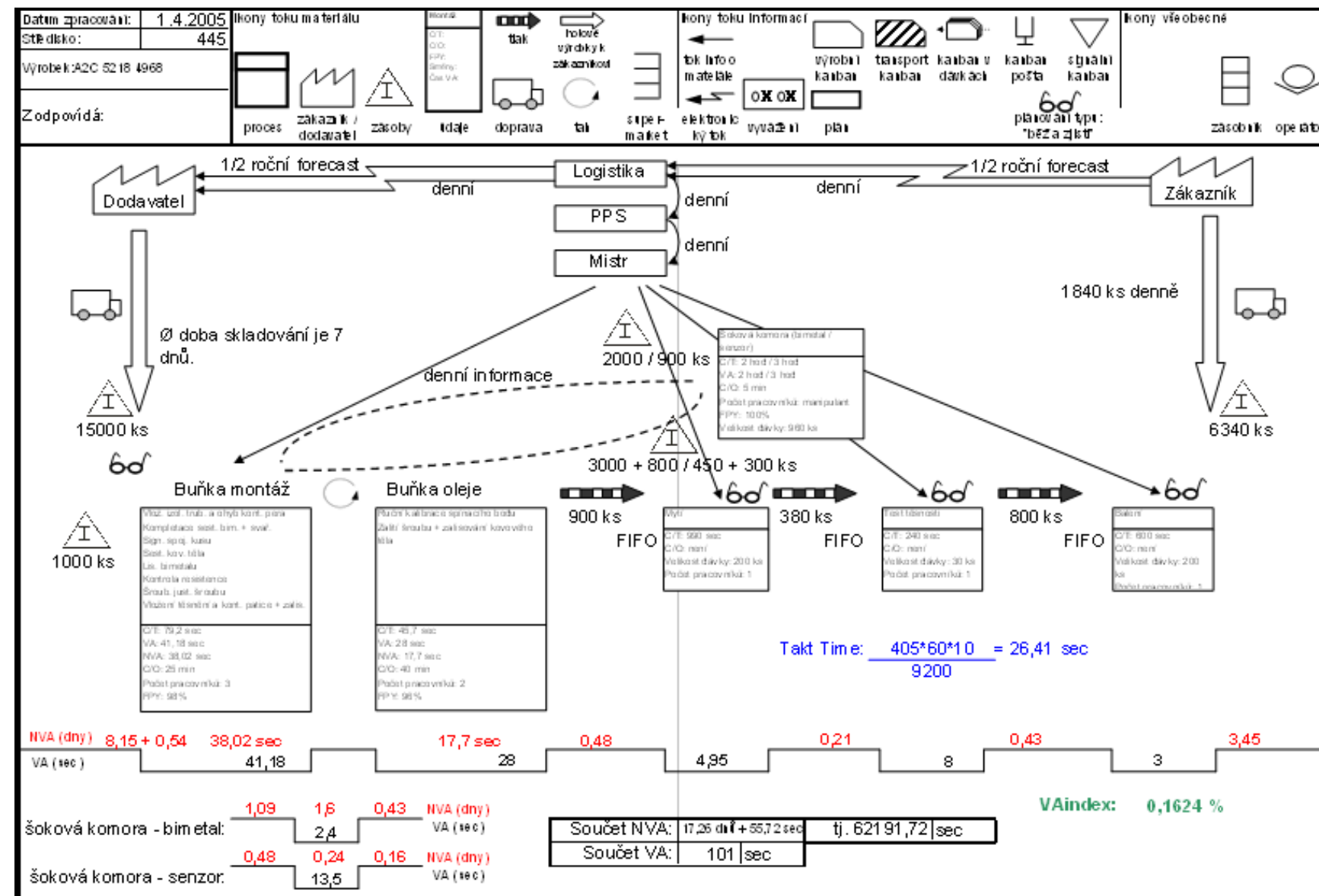
Obrázek linky 23 je uveden také v příloze P IV, kde jsou vyobrazena jednotlivá pracoviště U-buňky.

8.5.1 Stanovení normy

Prvotním cílem po přestavbě linky je znormování operací prováděných na lince (metodika MOST), které nám ukáže přebytečné pohyby či činnosti. Norma nám také umožní sledování průběhu vývoje nové stavu.

Při zavedení štíhlé výroby se zpočátku, pravidelným vykazováním vyrobených kusů (každou hodinu), sleduje vývoj ve výkonu jednotlivých operátorů. Z časového hlediska je doba náběhu linky zpravidla dva týdny.

8.5.2 Value Stream Mapping – současný stav



Obr. 31. Value Stream Mapping – zobrazení současného stavu

Z důvodu ochrany důvěrných vnitropodnikových informací jsou data záměrně nečitelná.

Na základě výpočtu Takt Time jsme definovali možnost propojení montážních operací na lince. Potřeba důkladného zaškolení operátorů linky na jednotlivých pracovištích je tedy nezbytná. Potřebnou motivací operátorů (finanční ohodnocení za práci ve štíhlé buňce, která s sebou nese podmínky např. multikvalifikace operátorů, je dosaženo potřebné pracovní síly.

Zavedením filosofie One-piece-flow a tahového systému řízení mezi montážní a olejovou částí buňky byla redukována veškerá rozpracovanost. Rozpracovanost montážní části linky tak můžeme vyčíslit součtem pracujících operátorů (každý z operátorů vyrábí vždy pouze jeden kus).

Přiřazením operace signování kovového těla přímo do linky jsme eliminovali pracovníka potřebného pro vykonávání této operace. V současnosti již danou činnost provádí operátor tokem pouze jednoho pouze. Procesní čas operace signování je cca jedna sekunda, tudíž odstranění tohoto času není nezbytně nutné. V případě definování úzkého místa na operaci kompletace sestavy bimetalu + svařování je možno operaci signování rozdělit na činnost dvou operátorů, a to založením kusu do přípravku a spuštěním osignování kusu prvním operátorem a vyjmutí kusu operátorem druhým. V případě zavedení transportní trubice však převedeme úzké místo až na další operaci, kterým je následná operace sestavení kovového těla.

Šokovou komoru definujeme jako by-pass, tedy operaci, na které v současné době nedokážeme zavést One-piece-flow, avšak zavedením Lean Manufacturing jsme přesto eliminovali rozpracovanost kusů před a po zmíněné operaci.

Buňka olejů vyrábí tokem jednoho kusu pouze z části a to operací zalití justovacího šroubu

+ zalisování víčka, neboť zkoušku v olejové lázni se provádí v menších dávkách (max. 26 kusů). V navrhovaném řešení je zavedení "kolejniček" pro zajištění FIFO a následně také možnosti užití One-piece-flow.

Zpracování výrobků na dalších operacích (již mimo U-buňku) mytí, test těsnosti a balení + vizuální kontrola je stále řízeno tlakem z předchozích operací. Avšak jelikož již linka reaguje na požadavky zákazníka, je zajištěna výroba pouze potřebných kusů.

Byla redukována také zásoba před buňkou a po poslední operaci na lince. Nicméně zatím se nepodařilo eliminovat průměrnou sedmidenní zásobu materiálu ve vstupním skladě. Bezpečnostní zásoba ve skladě hotových výrobků zůstává taktéž stále víceméně čtyřdenní.

Podíl času přidávajícího a nepřidávajícího hodnotu výrobku, tedy VA index, představuje cca 0,17%, což oproti předchozímu (výchozímu) stavu dochází ke zlepšení o téměř 12%.

Jak jsem se již zmínila, největší podíl času nepřidávajícího hodnotu výrobku má počáteční zásoba materiálu a konečná zásoba hotových výrobků na skladech, tudíž jejich eliminací můžeme dosáhnout příznivějších výsledků.

Dále je třeba uvést skutečnost, že z hlediska kvalitativních ukazatelů je FPY (počet bezchybně vyrobených kusů napoprvé) vyšší o dvě procenta.

Tok informací od mistra k jednotlivým operátorům v současném stavu nebyl pozměněn, neboť je zde potřeba zavedení principu Just in Time, popřípadě jeho části – metody KANBAN.

8.6 Finanční zhodnocení projektu

Na první pohled jsou zřejmými výsledky při hodnocení úspěšnosti projektu zavedení Lean Manufacturing bezesporu úspora plochy, velikost rozpracované výroby, průběžná doba výroby jednoho kusu.

V dále uvedeném přehledu nabízím výpočet předpokládaných úspor po zavedení štíhlé výroby na lince 23.

	původní norma	nová norma	úspora
	min / 100 ks		
	307,80	249,48	58,32
signování kovového těla	8,70	6,96	1,74
vložení izolační trubičky a ohyb kontaktního pera	15,10	12,08	3,02
zalisování bimetalu	14,70	11,76	2,94
šoková komora - bimetal	0,00	0,00	0,00
opětovné lisování bimetalu a vložení izolačního plastu	18,00	14,40	3,60
kompletace sestavy bimetalu + svařování	20,30	16,24	4,06
sestavení kovového těla	37,40	29,92	7,48
zalisování bimetalu + kontrola rezistence	28,70	22,96	5,74
šroubování justovacího šroubu	20,90	16,72	4,18
vložení těsnění a kontaktní patice/zarolování	21,20	16,96	4,24
šoková komora - senzor	0,00	0,00	0,00
ruční kalibrace spínacího bodu	38,40	30,72	7,68
zalití justovacího šroubu pryskyřicí	12,90	10,32	2,58
zalisování kovového víčka	13,50	10,80	2,70
konečná zkouška - olejová lázeň	41,80	33,44	8,36
mytí	0,00	0,00	0,00
test těsnosti	16,20	16,20	0,00
roční produkce*	460 000 ks		
čas původní / rok	1415880 min / kus		23598 hod
čas nový / rok	1147608 min / kus		19127 hod
úspora času v hod / rok	268272 min / kus		4471 hod
plocha původní	31,5 m2		
plocha nová	22,05 m2		
úspora plochy v m2 / rok	9,45 m2		

tarif L23

250,72

z toho fix 91%	228,16 Kč / hod
z toho var 9%	22,56 Kč / hod
personální náklad	139,10 Kč / hod
plocha na 1 m ²	4800,00 Kč / rok

úspora v Kč / rok	768196 Kč
--------------------------	------------------

Po zavedení Lean Manufacturing jsme snížili veškeré časy operací oproti původním náměrům. Samozřejmě byl snížen také čas nepřidávající hodnotu, jak již bylo zmíněno v hodnocení Value Stream Mapping současného stavu. Celkový výrobní čas operací je tedy eliminován o cca 20%.

Z hlediska personálních nákladů byl, díky zefektivnění celého výrobního procesu, "ušetřen" také jeden operátor.

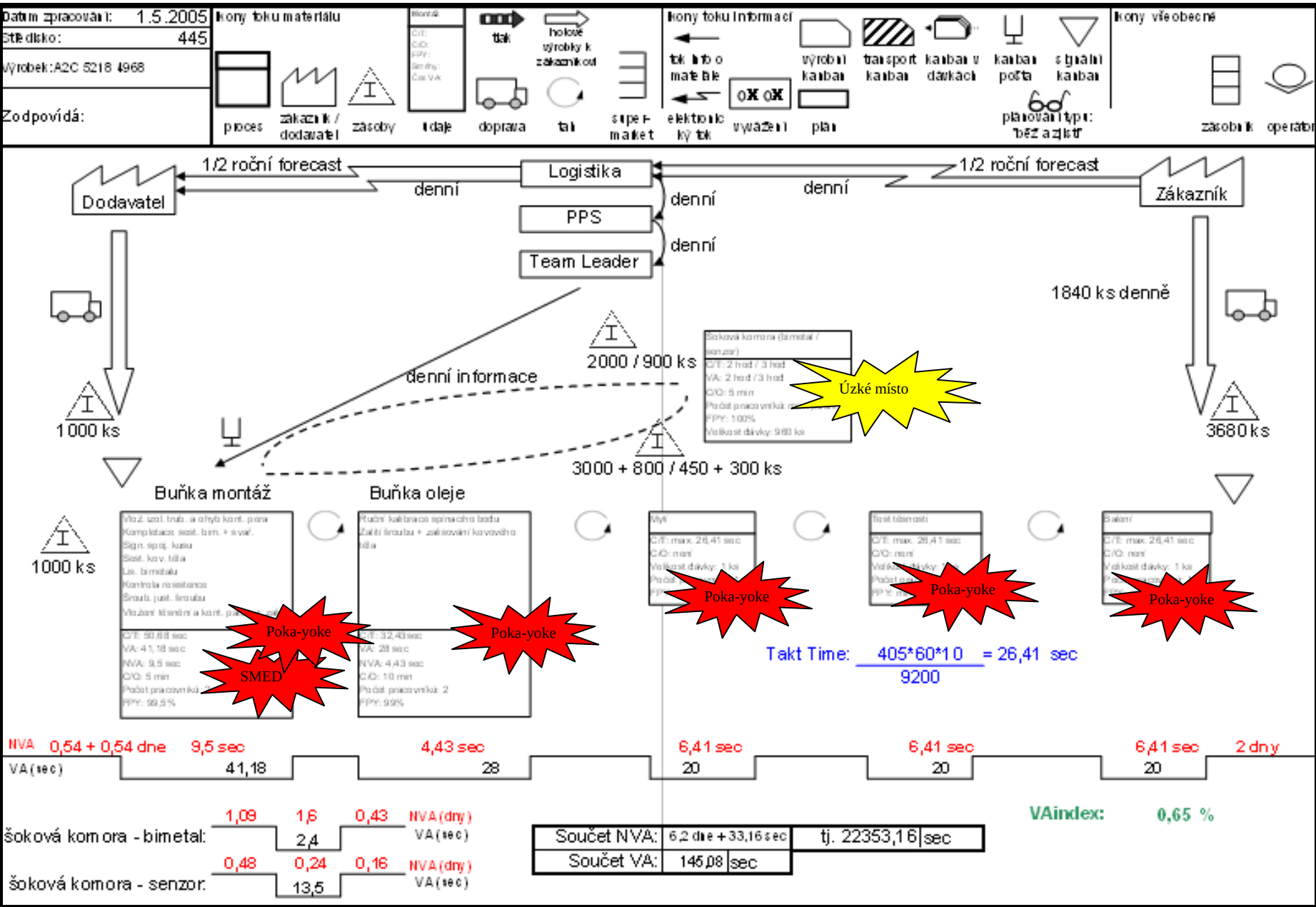
V celkovém úhrnu norem není záměrně počítáno s operacemi šoková komora (bimetal, senzor) a mytí, jelikož zmíněné operace jsou prováděny režijními pracovníky (systémová obsluha, popř. manipulanti). Stejně tak operace balení není zajišťována pracovníky linky 23.

Předpoklad celkových ročních úspor je tedy v součtu cca 770 000 Kč/rok.

8.7 Závěrečná doporučení

Ve svých závěrečných doporučeních vycházím ze stanovení Value Stream Mapping budoucího stavu, což by mělo být nejbližším měřitelným cílem úspěšnosti projektu. Výstupem však nemůže být pouze zakreslení budoucí Value Stream Mapping, nýbrž vytvoření Akčního plánu s přesnými termíny realizace navrhovaných řešení a zodpovědnostmi za daný úkol. Výstup uvádím dále po zhodnocení Value Stream Mapping budoucího stavu.

8.7.1 Value Stream Mapping – budoucí stav



Obr. 32. Value Stream Mapping – zobrazení budoucího stavu

Z důvodu ochrany důvěrných vnitropodnikových informací jsou data záměrně nečitelná.

Cílem řešeného projektu je přijetí filosofie One-piece-flow na výrobní lince. Veškeré operace jsou tedy umístěny v U-buňce, nicméně řešení aplikace toku jednoho kusu na operaci šoková komora je nyní v kompetenci na vyřešení technického útvaru. A to z důvodu vysokých nákladů kladených na nákup potřebného zařízení (zobrazena jako úzké místo).

Ostatní operace jsou již v souladu s přijatou filozofií, tudíž rozpracovanost klesla opět v závislosti na počtu operátorů. Jelikož neznáme technologii při novém postupu zpracování operací mytí, test těsnosti či balení + vizuální kontrola, uvádím zde nutnost délky výrobního času nižší než Takt Time, tedy nižší než 26,41 sekund. Předběžně jsem tedy délku cyklu stanovila na maximální hranici

a to dle času Takt Time.

Průměrná zásoba na skladu materiálu byla redukována na 1000 ks, což je velikost dávky stanovena dle nutné bezpečnostní zásoby. Stejně tak byla eliminována zásoba na skladě hotových výrobků a to na 3680 ks. V navrhovaném řešení tedy tvoří polovinu současného množství.

Především tedy eliminací časů plynoucích z rozpracované výroby můžeme zvýšit VA index a tím zároveň snížit čas mezi objednávkou a dodávkou hotových výrobků zákazníkovi.

Aplikací One-piece-flow na veškeré operace (tedy kromě by-passu šokové komory) získáváme nulové zásoby mezi operacemi, nulové odkládání a opakované získávání kusů. Tím eliminujeme také časy operací, především podíl času nepřidávající hodnotu.

Při novém výpočtu času přidávajícího a nepřidávajícího hodnotu se tedy dostáváme na téměř šestkrát vyšší VA index než při současné mapě hodnotového toku.

V nové (budoucí) mapě hodnotového toku je také navrženo zavedení týmové práce, které dále popíši v následující kapitole.

Z hlediska kvality má budoucí mapa další pozitivní význam, neboť zavedením One-piece-flow a k tomu použitím zařízení japonského typu poka-yoke na co možná nejvyšší počet operací linky zvyšujeme možnost okamžité detekce chyb při jejím výskytu.

8.7.2 Doporučení dalších kroků

V této subkapitole bych chtěla zkráceně uvést, které metody průmyslového inženýrství by měly být na lince 23 po implementaci Lean Manufacturing zavedeny a proč.

Týmová práce

Vzhledem k nutnosti aktivního zapojení zaměstnanců do rozvoje firmy, zvýšení jejich motivace a zájmu o výsledky firmy, je dle mého názoru prvním strategickým cílem ihned po implementaci Lean Manufacturing zavedení týmové práce.

Ze zavádění týmové práce vyplývá např.:

- snaha o zapojení všech pracovníků do řešení problémů jimi realizovaných procesů,
- snaha o zlepšení pružnosti výroby, lepší organizaci práce, vzájemnou zastupitelnost, snižování nákladů, růst kvality, zkrácení průběžné doby výroby, přenesení některých pravomocí přímo na výrobní týmy,
- snaha o nový odměňovací systém pracovníků – přebírání vyšší odpovědnosti a vykonávání kvalifikovanější a pestřejší práce.

V zakreslení budoucí mapy můžeme vidět změnu systému dílenského řízení, proto zde navrhuji zavést týmovou práci, neboť již není nutné např. každodenní vypisování výkazů práce jednotlivými operátory zvlášť. S přechodem na týmovou práci proto doporučuji společné vykazování pracovníků na lince. Nejenže tím předejdeme zbytečnému stálému vypisování např. datumu, jména operátora, směny, množství vyrobených kusů a podpisu, ale také přispějeme k snadnějšímu navádění dat do odměňovacího systému.

Uvedený způsob vykazování souvisí také s časovou přírážkou, kde doba určená k závěrečnému vypisování výkazů je stanovena na 10 minut. Pokud snížíme čas vypisování (např. předtištěným formulářem), vypisování bude pouze u jedné operátorky za celou

U-buňku sníženo až na pouhou minutu, výsledkem bude redukce časové přírážky o jednu desetinu procenta (1,1%).

Ze snížené časové přírážky nám dále vyplývá změna disponibilního času směny. Při výpočtu Takt Time se tedy bude počítat nikoli s časem směny 405 minut, nýbrž 414 minut. Po dosazení do vzorce Takt Time a dodržení jinak stejných podmínek (časů) dostaneme výsledný nový takt 27 sekund.

Výpočet:

$$\text{Takt Time} = \frac{414 * 60 * 10}{9200} = 27 \text{ sec.}$$

Pro případnou změnu doporučuji nové balancování operací, případně také úpravu počtu operátorů.

KANBAN

Dalším doporučením pro firmu je zjištění užívání stávajícího druhu systému dílenského řízení. Zavedením soustavy dodávek Just in Time, resp. metody KANBAN, divize odbourá stávající systém plánování a rozvrhování výroby typu "běž a zjisti". Navrhuji tedy užití pošty KANBAN a také zavedení signálního KANBANU na objednávání materiálu ze skladu.

Signální KANBAN navrhuji zavést k plánování potřeby materiálu přímo operátory na lince, nikoli mistrem či manipulantem, a to dvoupřevrakovým systémem, kdy signálem je prázdná přepravka na předem určeném místě pro objednávku.

SMED

V budoucí mapě hodnotového toku uvádím také redukci časů přetypování variant výrobků až o 50%, což je (dle zkušeností) vyčíslení minimální hranice, na kterou bychom se při aplikaci metody SMED (rychlá přeměna zařízení na jinou variantu) měli dostat. Také zavedení zmíněné metody pomáhá k redukci časů nepřidávajících hodnotu.

Další metody průmyslového inženýrství

Také dalšími metodami průmyslového inženýrství např. aplikací metod TPM (Totálně produktivní údržba) a 5S (čistota a úklid na pracovišti) docílíme pozitivních změn, implementací Andonu, Jidoky, Poka-yoke (za účelem zajištění 100% kvality), to vše jsou další metody PI, které je nutné na této lince zavést. Následným stupněm je aplikace LCA&LCiA (nízkonákladová automatizace), která však již vyžaduje další analýzy a finanční investice.

Jak jsem již v úvodu této kapitoly uvedla, výsledkem Value Stream Mapping je přesné definování zavedení potřebných činností či metod a také stanovení odpovědností kompetentních osob, kterým je vypracování Akčního plánu.

Zde uvádím návrh Akčního plánu jako výstupu z možného workshopu:

1	- zlepšení je známo
2	- realizace zahájena
3	- realizace ukončena
4	- všichni zainteresovaní jsou s realizací spokojeni

Č.	Problém/Opatření	Zodpovídá	Termín	Plnění
1	Zavedení týmové práce	xxx	01. 10. 2005	2
2	Provedení TPM na lince 23, standardizace	xxx	KW 23	2

3	Aplikace metody SMED	xxx	KW 15	3
4	Zavedení 5S na pracovišti	xxx	KW 12	4

Tab. 10. Návrh katalogu opatření

Nová budoucí mapa hodnotového toku by měla být vyhotovena přibližně po uplynutí ročního období. Pro příští budoucí mapu tedy doporučuji zaměření se především na zapracování šokové komory do linky a tedy úplné realizaci filosofie One-piece-flow ve vzniklé U-buňce.

9 SPLNĚNÍ CÍLŮ PROJEKTU

9.1 Splnění hlavního cíle

O úrovni splnění hlavního cíle vypovídá následující tabulka:

Název úspory	Před zavedením LM	Po zavedení LM	%
Průběžná doba výroby [min/100ks]	308	250	- 20 %
Plocha [m ²]	31,5	22	- 30 %
Rozpracovanost [ks]	5000	2000	- 60 %

Tab. 11. Procentuální vyjádření úspor na lince 23

Splnění hlavního cíle č. 1, eliminace času mezi objednávkou a dodávkou hotových výrobků, potvrzuje rezultat výpočtu VA index, kde výsledkem je snížení poměru časů o cca 30%. Výpočet VA index je uveden u nákrešů jednotlivých map hodnotového toku.

Splnění hlavního cíle č. 2, efektivní změna stávajícího způsobu výroby aplikací filosofie One-piece-flow na základě výpočtu CTT, verifikuje Value Stream Mapping – zobrazení současného stavu (Obr. 31.), kde užitím tahového systému, zavedením by-passu a uplatněním principu One-piece-flow eliminujeme rozpracovanost výrobních buněk montáž a oleje na tok pouze jednoho kusu na každého pracujícího výrobního operátora.

9.2 Splnění dílčích cílů

Splnění dílčího cíle č. 1 prokazuje určení taktu linky dle požadavku zákazníka, tedy na základě výpočtu stanovení času Takt Time (kapitola 8.1) a také rozdělení jednotlivých operátorů na výrobních operacích (Obr. 26).

Návrh na zavedení detekční metody poka-yoke je uveden ve Value Stream Mapping – zobrazení budoucího stavu (Obr. 32), kdy veškeré požadavky na systém poka-yoke již byly předány technickému oddělení firmy.

Potvrzení splnění dílčího cíle č. 2 zachycuje výše uvedená tabulka (Tab. 11), kde je vyobrazeno množství rozpracované výroby na lince (informace jsou získány z Value

Stream Mapping – zobrazení výchozího, současného stavu (Obr. 17, Obr. 31)). Výsledkem je tedy snížení objemu rozpracovanosti cca o 60%.

Dosažení snížení výrobního času nám dokazuje přehled úspory norem jednotlivých činností (subkapitola 8.6), kdy průběžná doba výroby byla snížena o 20% díky identifikaci plýtvání a jejímu následnému odstranění, čímž jsme redukovali také činnosti nepřidávající hodnotu výrobku. Více o identifikaci plýtvání na lince je uvedeno v podkapitole 7.5.

Dále byla snížena také průběžná doba výroby o cca 20% a to identifikací plýtvání a jejímu následnému odstranění, čímž jsme redukovali také činnosti nepřidávající hodnotu výrobku.

ZÁVĚR

Eliminace plýtvání na výrobních linkách, odstranění činností nepřidávajících hodnotu výrobkům, zkrácení času mezi zákaznickou objednávkou a dodávkou podniku, zvýšení zainteresovanosti operátorů na zvýšení produktivity firmy, osvojení si implementovaných metod průmyslového inženýrství ve spojení s aplikací Lean Manufacturing, to je výčet nejčastějších požadavků ze strany firem v České republice.

Hlavním cílem mé práce bylo zavedení Lean Manufacturing na výrobní lince 23 ve společnosti Siemens Automobilové systémy s. r. o. Z hlediska náročnosti výrobních operací bylo nutno provedení analýzy jejího stavu, zejména pak definování klíčového plýtvání v jejích jednotlivých činnostech. Jednalo se především o transport, nadvýrobu, vysokou rozpracovanost či čekání při vykonávání procesních časů strojního zařízení. Hlavním úkolem byla komplexní identifikace tohoto plýtvání a následná redukce činností nepřidávajících hodnotu.

Na řešení zavádění Lean Manufacturing jsem se podílela v rámci řešitelského týmu sestávajícího z pracovníků různých oddělení jako plánování jakosti či výroby, logistiky, oddělení zajišťování výrobních prostředků a v neposlední řadě také zástupcem z útvaru průmyslového inženýrství.

Na základě zpracované analýzy došlo k řadě závažných změn. Stávající metoda tvorby norem REFA byla nahrazena metodou MOST, dále byl udán Takt Time linky jenž činí cca 26 sekund, jehož podstatou je výroba dle přání zákazníka, nikoli výroba na sklad. Dle analýzy veškerých činností vykonávaných na lince (metoda MOST) byly časy rozděleny na přidávající a nepřidávající hodnotu zákazníkovi. Následným krokem pak bylo vybalancování operací díky němuž jsme mohli optimalizovat potřebný počet operátorů na lince. Postupným řešením veškerých operací byl vytvořen nový layout linky, k jehož konečné podobě jsme došli na základě pořádání cyklu workshopů.

Výsledný layout byl následně nasimulován za pomoci kartonů představujících jednotlivá pracoviště linky, za přímé účasti výrobních operátorů. V rámci simulace došlo k vyjasnění operátorských pozic, byly zkoumány ergonomické požadavky jednotlivých operátorů a došlo také k upevnění názorů na finální umístění dané linky.

Součástí zavedení Lean Manufacturing je zaškolení operátorů, které je nutné z hlediska dalšího efektivního zlepšování. Tréninky byly prováděny za účasti pracovníků

průmyslového inženýrství, v případě potřeby však také využitím externích poradenských firem. Operátoři podílející se na kontinuálním zlepšování byli odměněni formou finanční prémie.

V konečné fázi pak následovalo stěhování linky, jež proběhlo za podpory technického oddělení firmy. Po přestavbě linky bylo nutné zformování jednotlivých operací a dále sledování průběhu vývoje výkonnosti jednotlivých operátorů.

Měřitelné výsledky projektu hovoří jasně o dosaženém úspěchu projektu. Úhrn úspory plochy je vyjádřen procentuálním snížením o 30% oproti výchozímu stavu linky. Roční potřeba času při nezměněném objemu výroby redukována o 4471 normohodin. Předpokládaná roční úspora linky tedy činí cca 770 000 Kč. Rovněž došlo ke snížení zásob na skladu materiálu a hotových výrobků.

Na základě zpracování diplomové práce jsem stanovila následující doporučení. Zejména je nutno nadále prohlubování a podporování týmové práce, zapojení pracovníků do jednotlivých procesů, zvýšení flexibility výroby, organizace práce, zvyšování zastupitelnosti apod. Výsledky pak vedou k redukci nákladů, a také k vyšší jakosti, produkci. Vše se neobejde bez nového efektivního systému odměňování, který motivuje samotné pracovníky.

Z dalších metod průmyslového inženýrství doporučuji jako prioritní aplikaci metod KANBAN a SMED na výrobní linku, kdy obě uvedené metody sebou přinášejí další pokles výrobních časů či nákladů.

Kroky, které jsou ve firmě Siemens Automobilové systémy s. r. o. prováděny nám ukazují, že je firma otevřena novým metodám a přístupům, a jako samotná tvoří také dobrý zlepšovateľský potenciál do budoucna.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knižní publikace:

- [1] BLACKBURN, J. D. *Závod s časem*. Praha: Victoria Publishing Praha, 1994. ISBN 80-85605-34-1.
- [2] DENNIS, P. *Lean Production Simplified*. New York: Produktivity Press, 2002. ISBN 1-56327-2628.
- [3] GEORGE, M. L. *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. USA: The McGraw-Hill Companies, 2002. ISBN 0-07-138521-5.
- [4] IPA Slovakia, *Mapovanie toku hodnot vo výrobe*. Žilina, 2005.
- [5] IPA Slovakia, *Plánovanie a riadenie výroby*. Žilina, 2005.
- [6] KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C. H. Beck, 2001. ISBN 80-7179-471-6.
- [7] MAŠÍN, I. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: IPI Liberec s. r. o., 2003. ISBN 80-902235-9-1.
- [8] University of Michigan, *Lean Manufacturing Certificate Program*. Michigan, 2004.
- [9] 7. národné fórum produktivity. *Štíhly podnik – cesta k úspechu na trhoch Európskej únie*. Zborník prednasok, 2004. ISBN 80-968324-9-2.

Citace webových stránek:

- [10] ROCHE s.r.o. *Obezita v ČR i ve světě*. 2004 [cit. 2004-10-21]. Dostupné z: <<http://www.obezita.cz/ObezitaCR.htm>>.
- [11] Ekonom, č. 38/98. *Proměny světa práce*. 2002 [cit. 2004-10-22]. Dostupné z: <<http://www.spoluprace.cz/strategie/04-Strategie.htm>>.
- [12] IFS. *Lean Manufacturing*. 2004 [cit. 2005-02-13]. Dostupné z: <http://www.ifsworld.com/binaries/Lean%20Manufacturing_tcm31-12592.pdf>.

Vnitropodniková literatura:

- [13] Interní materiály firmy Siemens Automobilové systémy s. r. o.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CTT	Customer Takt Time – zákaznický takt
FF	Focus factory
FPY	Procento výrobků, které jsou na všech operacích vyrobené bezchybně napoprvé
IE/PI	Industrial Engineering / Průmyslové inženýrství
JIT	Just in Time
LCA, LCiA	Low Cost Automation, Low Cost and Intelligent Automation – nízkonákladová automatizace
LM	Lean Manufacturing – štíhlá výroba
MOST	Maynard Operation Sequence Technique - metoda stanovování norem na základě předem určených časů
NVA	Not Value Added – čas nepřidávající hodnotu výrobku
REFA	Metoda stanovování norem dle užití časových stopek
SMED	Single Minute Exchange of Die – metoda zaměřená na rychlé přetypování zařízení, přípravků na jinou variantu
TPM	Total Productivity Maintenance – systém plánované údržby zařízení
VA	Value Added – čas přidávající hodnotu výrobku
VA index	Poměr součtu hodnot přidávajících a nepřidávajících hodnotu výrobku
VSM	Value Stream Mapping – mapování hodnotového toku
5S	Metoda pro zavedení pořádku na pracovišti
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
max.	maximálně
zhodn.	zhodnocení

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Časové vyjádření projektu	11
Obr. 2. Vyobrazení rozvrhu prací při zavádění Lean Manufacturing na lince 23.....	12
Obr. 3. Záznam rozdělení času přidávajícího a nepřidávajícího hodnotu výrobku [8]	16
Obr. 4. Strategie růstu cen [9].....	19
Obr. 5. Strategie redukce nákladů [9].....	19
Obr. 6. Zobrazení podílu plýtvání vs. přidané hodnoty (VA) [vlastní zpracování].....	21
Obr. 7. Porovnání tlakového vs. tahového systému [5]	22
Obr. 8. Fáze zavádění výroby [9]	23
Obr. 9. Propojení „názorů“ managerů a pracovních týmů pomocí managementu hodnotového toku [7]	26
Obr. 10. Takt, čas cyklu, čas přidávání hodnoty a čekání u operací [7].....	28
Obr. 11. Postup při mapování toku hodnot [4]	29
Obr. 12. Mapa tradičního hodnotového toku [7]	30
Obr. 13. Mapa ideálního stavu [7]	30
Obr. 14. Objemy prodeje jednotlivým zákazníkům.....	38
Obr. 15. Materiálový tok – zobrazení jednotlivých operací	42
Obr. 16. Materiálový tok – zobrazení vstupu materiálu	43
Obr. 17. Value Stream Mapping – zachycení výchozího stavu.....	44
Obr. 18. Muda – rozpracovanost výroby	46
Obr. 19. Muda – rozpracovanost, čekání.....	47
Obr. 20. Časová přírážka	50
Obr. 21. Balancování Takt Time	52
Obr. 22. Zobrazení Work Combination Sheet pro linku 23.....	54
Obr. 23. Transportní trubice	55
Obr. 24. Standard Operation Sheet linky 23.....	57
Obr. 25. Návrh layoutu pro ruční kalibraci I.	59
Obr. 26. Návrh layoutu pro ruční kalibraci II.	60
Obr. 27. Návrh layoutu – rozdělení linky do dvou U-buněk	61
Obr. 28. Návrh layoutu – U-buňka	62
Obr. 29. Simulace štíhlé linky 23	63
Obr. 30. Pohled na již štíhlou linku	65

Obr. 31. Value Stream Mapping – zobrazení současného stavu	66
Obr. 32. Value Stream Mapping – zobrazení budoucího stavu	70

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Vypracování charakteristiky projektu zavedení Lean Manufacturing na výrobní lince 23 v Siemens Automobilové systémy s. r. o.	10
Tab. 2. Vyjádření časové způsobilosti při zavádění Lean Manufacturing na lince 23.....	11
Tab. 3. Porovnání vybraných konceptů [9].....	17
Tab. 4. Procentuální vyjádření vzájemného poměru přidané hodnoty a ztrátových činností	17
Tab. 5. Vývoj výrobních systémů [8]	18
Tab. 6. Vyjádření principu tahu a tlaku [5]	21
Tab. 7. Nejvýznamnější milníky v historii společnosti	36
Tab. 8. Vývoj počtu pracovníků	38
Tab. 9. Vývoj objemu výroby	38
Tab. 10. Návrh katalogu opatření	74
Tab. 11. Procentuální vyjádření úspor na lince 23	75

SEZNAM PŘÍLOH

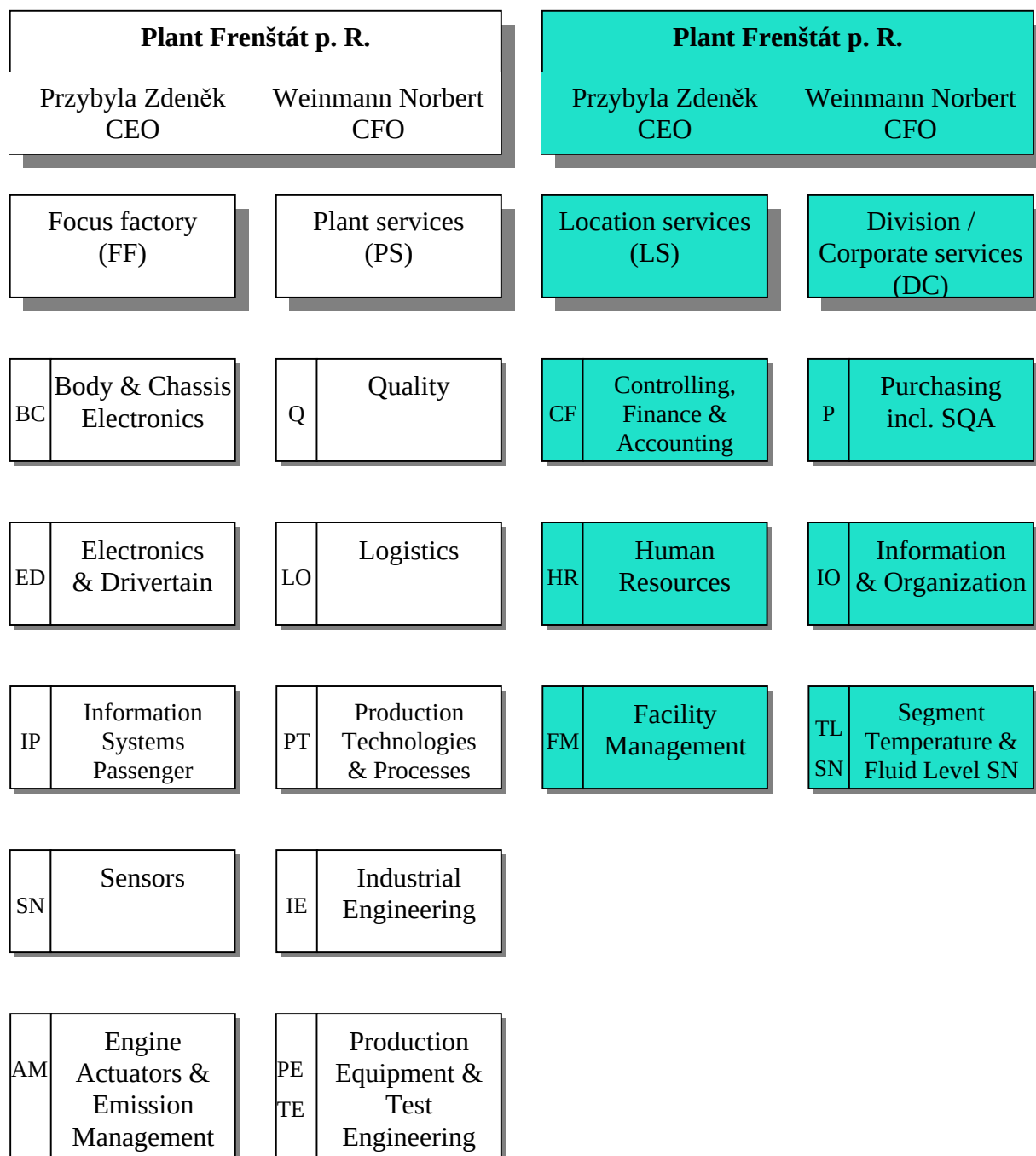
Příloha P I: Organizační struktura SV C BC FST

Příloha P II: Organizační struktura SV C BC FST SN

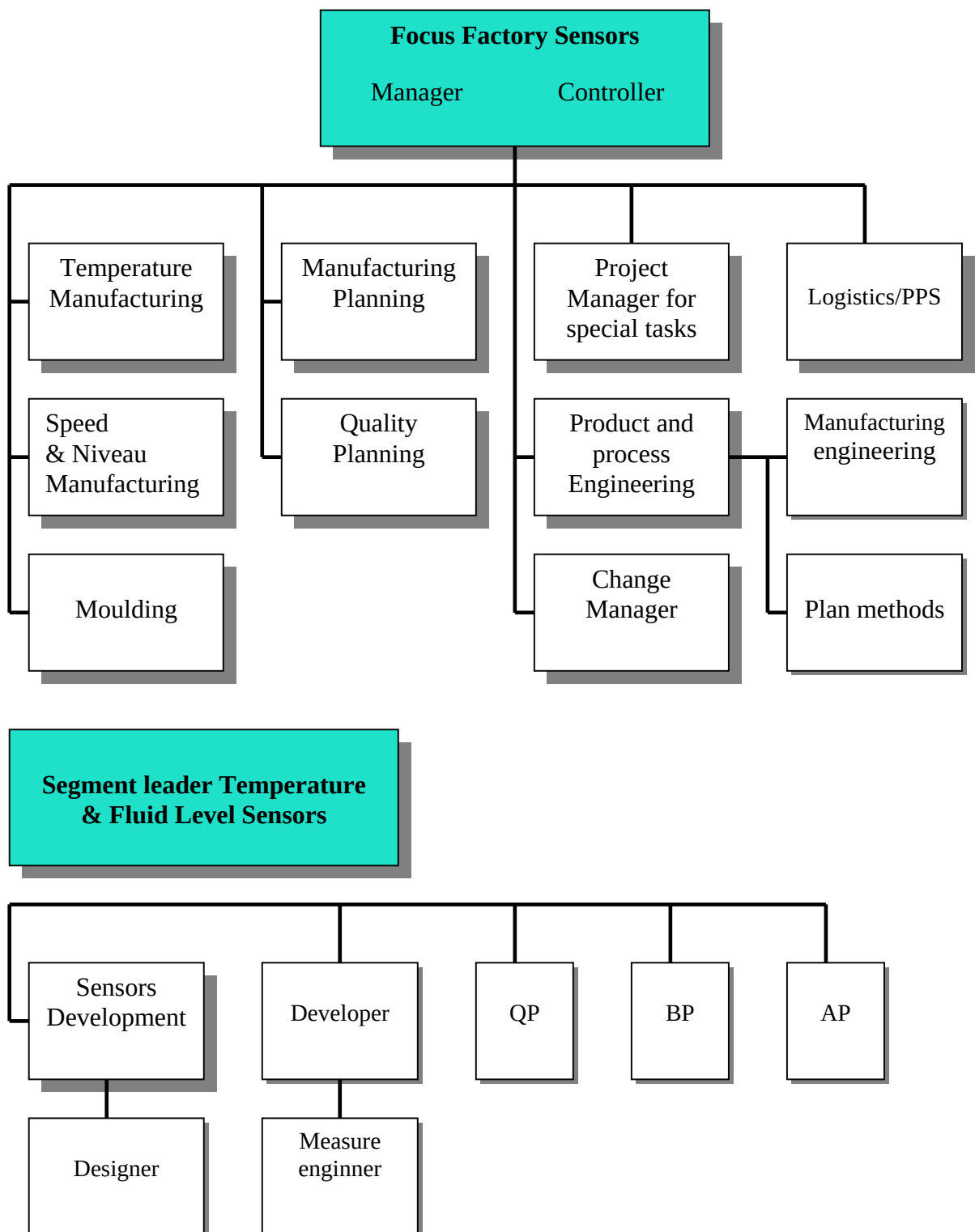
Příloha P III: Zobrazení toku materiálu v celém objektu firmy

Příloha P IV: Vyobrazení jednotlivých pracovišť štíhlé buňky

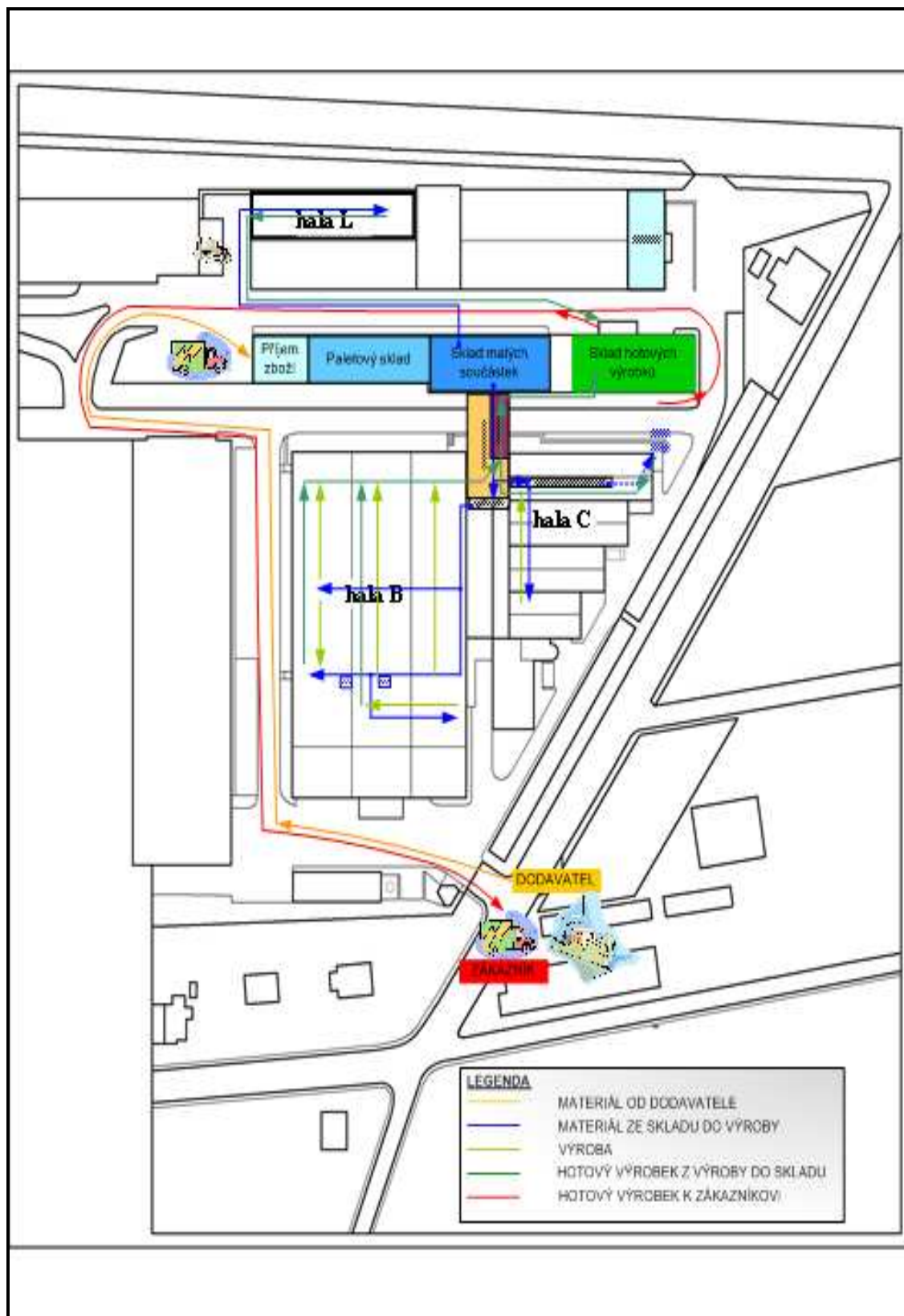
PŘÍLOHA P I: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SV C BC FST



PŘÍLOHA P II: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SV C BC FST SN



PŘÍLOHA P III: ZOBRAZENÍ TOKU MATERIÁLU V CELÉM OBJEKTU FIRMY



PŘÍLOHA P IV: VYOBRAZENÍ JEDNOTLIVÝCH PRACOVÍŠŤ ŠTÍHLÉ BUŇKY

