

**České vysoké učení technické v Praze**

**Masarykův ústav vyšších studií**

**a**

**Vysoká škola ekonomická v Praze**

**Podnikání a komerční inženýrství v průmyslu**

**Martin Kadeřábek**

**Štíhlá výroba v prostředí dodavatele automobilového průmyslu  
Lean manufacturing within the environment of the automotive supplier**

Diplomová práce

Praha 2015

Vedoucí diplomové práce: Ing. Igor Kukliš

Oponent diplomové práce:

Datum obhajoby:

Hodnocení:

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
MASARYKŮV ÚSTAV VYŠŠÍCH STUDIÍ  
a  
VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE

---

**Zadání diplomové práce**

Školní rok: 2015/2016

Jméno a příjmení: Ing. Martin Kadeřábek

Studijní program: Podnikání a komerční inženýrství v průmyslu

Obor studia: Podnikání a management v průmyslu

Forma studia: kombinovaná

**Téma práce:** Štíhlá výroba v prostředí dodavatele automobilového průmyslu

**Téma práce v anglickém jazyce:** Lean manufacturing within the environment of the automotive supplier

**Zásady pro vypracování práce**

**Cíl práce (stručné vymezení zkoumaného problému):**

Cílem je zaměřit se na aplikování štíhlého managementu v oblasti výroby automobilových komponentů, použití této metodiky v rámci výrobního prostředí. Aplikace procesů bude diskutována na příkladu výrobní linky a zhodnocení přínosu tohoto přístupu.

**Teoretická východiska:** Princip štíhlé výroby vychází z Výrobního systému společnosti Toyota, je zde maximální snaha o eliminaci všech ztrát během výroby. V rámci této filozofie se využívá několika nástrojů, které řídí tok, snaží se snížit náklady, maximálně zefektivnit procesy a v neposlední řadě o neustálý pokrok. Téma práce navazuje na předměty v rámci studia a váže se na výrobní management.

**Metody práce:** V práci bude popsána štíhlá výroba (lean), její historie. Dále budou zmíněny nástroje používané pro úspěšné zavedení lean výroby jako takové. Tyto postupy jsou posléze aplikované na výrobní linku a zhodnocen přínos lean přístupu.

**Rámcová osnova:**

- I. Úvod – štíhlá výroba, její význam
- II. Historie a pozadí štíhlé výroby
- III. Model lean výroby
- IV. Nástroje štíhlé výroby
- V. Výrobní linka – její popis
- VI. Aplikace nástrojů na výrobní linku
- VII. Zhodnocení přínosu štíhlé výroby
- VIII. Závěr – zhodnocení práce

**Základní odborná literatura:**

DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system*. 2nd ed. New York: Productivity Press, c2007, 176 p. ISBN 978-156-3273-568

JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 80-716-9394-4.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Vyd. 1. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.

VEBER, Jaromír. *Management: základy, prosperita, globalizace*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2000, 700 s. ISBN 80-726-1029-5.

WILSON, Lonnie. *How to implement lean manufacturing*. New York: McGraw-Hill, c2010, xv, 316 p. ISBN 00-716-2507-0

**Vedoucí práce: Ing. Igor Kukliš**

**Podpis vedoucího práce:**



**Datum odevzdání zadání:**

23.9.2015

**Datum odevzdání práce:**

6.1.2016

**Podpis studenta stvrzující přijetí zadání práce:**



*Toto zadání platí tři po sobě jdoucí semestry od data odevzdání zadání.*

**Schválení zadání DP**

23.9.2015   
**Datum a podpis vedoucího programu**

  
**Podpis ředitele MÚVS**

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Praze, dne 6.1.2016

.....

podpis diplomanta

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl především poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Igoru Kuklišovi za jeho vstřícnost, odborné rady a trpělivost, bez kterých by tato diplomová práce nevznikla. V neposlední řadě také děkuji mé rodině a přátelům, kteří mi byli během studia velkou oporou.

## **Identifikační záznam:**

Kadeřábek Martin *Štíhlá výroba v prostředí dodavatele automobilového průmyslu*. Praha, 2015. 75 s. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií a Vysoká škola ekonomická v Praze, Podnikání a komerční inženýrství v průmyslu. Kukliš Igor



# Abstrakt

Tato práce pojednává a vykresluje štíhlou metodiku výroby, která je dnes celosvětovým standardem v automobilovém průmyslu. Henry Ford přišel před sto lety s dramatickým snížením ceny produktů za pomoci pásové výroby. Umožnil tak masám zpřístupnit automobil, lidem, kteří by na něj jinak neměli dostatečné finanční prostředky. Nicméně vyráběl se minimální počet modelů. Naproti tomu, japonská společnost Toyota si byla vědoma odlišných potřeb zákazníků a viděla mezery, které je možné zaplnit. Vyvinula interní procesy, které jsou schopny minimalizovat různé druhy plýtvání, snížit tím náklady a zvýšit rapidně efektivitu.

V teoretické části se zmíním o štíhlé výrobě samotné, co to znamená zavedení pro společnost, zaměřím se na její význam. Dále se podívám do historie výrobního systému společnosti Toyota. Zmíním klíčové hráče.

Další kapitola pojednává o modelu výroby jako takové, rozeberu dva hlavní pilíře, na nichž štíhlá výroba stojí. Poté budou zmíněny nástroje, které se v rámci výroby využívají.

V části praktické popíši výrobní linku a procesy, které na ní probíhají, osvětlím některé procesy. V tomto případě lze navrhnout akce, které eliminují plýtvání, prostoje – úpravou návodů, rozvržením linky a postupů.

Z těchto nápravných opatření je možné vytvořit zhodnocení přínosu a eliminaci plýtvání. V závěru bude celá práce zrekapitulována.

## Klíčová slova

Štíhlá výroba, výrobní linka, just-in-time, jidoka, kanban, heijunka, 5S

# Abstract

This thesis discusses and draws lean manufacturing, which is nowadays worldwide standard in automotive industry. Henry Ford came up with significant product price drop, which was caused by mass production concept almost hundred years ago. He allowed people to be able to buy a vehicle, which they would not be able to get before. Either way a number of car models was not huge. On the other side, Toyota – Japanese company- was aware of different end customer needs and find a gap that can be covered. Toyota developed internal processes, which are able to minimize wasting, decrease cost and significantly increase effectivity.

In the theoretical part I will mention lean manufacturing itself, what it means accomplish this philosophy, we are going to focus on its meaning.

Then we will look back to the history of TPS. Key players are about to be mentioned.

Next chapter defines manufacturing model itself, mentioning both pillars of TPS. It is followed by tools, which are used within the TPS. The practical part describes manufacturing line and its processes, some processes are going to be explained. In this stage, we are able to advice actions that will cover wasting, downtimes – by guideline change, different line draft and processes.

These corrective measures will be used in evaluation of benefits and wastes elimination. The conclusion will evaluate all the work, which have been done and summarize whole thesis

# Keywords

Lean manufacturing, production line, just-in-time, jidoka, kanban, heijunka, 5S

# Obsah

<b>PŘEDMLUVA</b> .....	<b>14</b>
<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>15</b>
<b>2 TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>16</b>
2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA .....	16
2.2 HISTORIE A POZADÍ ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	18
2.3 MODEL ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	21
2.4 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	22
2.5 ZÁKLADY TPS .....	24
2.5.1 <i>Just-In-Time</i> .....	24
2.5.2 <i>Kanban</i> .....	25
2.5.3 <i>Odstranění plýtvání - tok výroby</i> .....	26
2.5.4 <i>Princip tahu</i> .....	26
2.5.5 <i>Jidoka</i> .....	27
2.5.6 <i>Andon</i> .....	28
2.5.7 <i>Poka - Yoke</i> .....	28
2.5.8 <i>Genji Genbutsu</i> .....	29
2.6 STABILITA, STANDARDIZACE .....	30
2.6.1 <i>Kaizen</i> .....	30
2.6.2 <i>5s</i> .....	31
2.6.3 <i>Standardizace</i> .....	32
2.6.4 <i>Totálně produktivní údržba</i> .....	33
2.6.5 <i>Heijunka – stabilita produkce</i> .....	34
2.7 MOTIVACE ZAMĚSTNANCŮ .....	36
2.8 NÁSTROJE POUŽITÉ PŘI APLIKACI ŠTÍHLÉ VÝROBY NA LINKU .....	37
2.8.1 <i>Diagram příčin a následků</i> .....	37
2.8.2 <i>Způsoby tvoření diagramů příčin a následků</i> .....	37
2.8.3 <i>Diagramy aktivit</i> .....	39
2.9 PŘEDNOSTI – ÚSPĚCHY, PROČ JSOU METODY PŘEJÍMÁNY .....	43
2.10 ZKUŠENOSTI S TPS .....	43
<b>3 PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>44</b>
3.1 VÝROBNÍ LINKA .....	44
3.1.1 <i>Popis linky</i> .....	44
3.1.2 <i>Rozvržení výrobní linky před TPS</i> .....	51
3.1.3 <i>Analýza rozložení výrobní linky před TPS</i> .....	52
3.1.4 <i>Analýza neshodných stavů</i> .....	53
3.2 APLIKACE NÁSTROJŮ ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	55
3.2.2 <i>Aplikace Just-In-Time</i> .....	58
3.2.3 <i>Aplikace Jidoka</i> .....	61
3.2.4 <i>Úprava standardizace a 5s</i> .....	63
3.3 ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	64
<b>4 ZÁVĚR</b> .....	<b>70</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>72</b>
<b>REJSTŘÍK OBRÁZKŮ</b> .....	<b>73</b>
<b>REJSTŘÍK TABULEK</b> .....	<b>74</b>
<b>EVIDENCE VÝPŮJČEK</b> .....	<b>75</b>



# Předmluva

Cílem je zaměřením se na aplikování štíhlého managementu v oblasti výroby automobilových komponentů, použití této metodiky v rámci výrobního prostředí. Aplikace procesů bude diskutována na příkladu výrobní linky a následným zhodnocením přínosu tohoto přístupu.

Důvodem výběru tohoto tématu je má praxe v automobilovém průmyslu, pracoval jsem ve výrobě a podstoupil i stáž ve společnosti zabývající se elektronickou výrobou. Za dobu své praxe jsem měl možnost vidět několik výrobních závodů. Aktivně jsem se podílel na zavádění štíhlé výroby a totálně produktivní údržby.

Jak člověk s postupem času získává praxi, vidí, jak všechny dílčí kroky zapadají do skládačky. Když se ohlédnu zpětně, vidím, jakých chyb se zaměstnanci dopustili i to, jak dělat činnosti daleko efektivněji. Tato práce pojednává o štíhlé výrobě, o tom, jak dělat věci rychleji a omezit plýtvání. Mnoho postupů je možné asociovat s běžnou lidskou činností.

Princip štíhlé výroby vychází z Výrobního systému společnosti Toyota (dále jen TPS), je zde maximální snaha o eliminaci všech ztrát během výroby. V rámci této filozofie se využívá několik nástrojů, které řídí tok, snaží se snížit náklady, maximálně zefektivnit procesy a v neposlední řadě o neustálý pokrok. Téma práce navazuje na předměty v rámci studia a váže se na výrobní management.

# 1 Úvod

S pojmem štíhlý se setkává většina lidí každý den. Nemyslím teď samozřejmě tělesné proporce. V dnešním světě je snaha výrazně urychlit proces managementu, údržby, ale samozřejmě také výroby. Jelikož za nejcennější považujeme jednotka času, hned po ní následují peníze. V průmyslu (nejen automobilovém) se při návrhu výrobní linky a prodeji zákazníkovi řeší čas do důsledku. Tato intence se z dlouhodobého hlediska zaměřuje na co nejkratší výrobní čas linky – ten je závislý převážně na taktu zákazníka. Je jasné, že urychlení výroby s sebou nese také náklady, zejména finanční (nákup nových strojů, obměnu/trénink personálu, popřípadě úprava výrobních prostor, v neposlední řadě však změnu myšlení, postoj k práci jako takové). To vše si přiblížíme v této práci, která je zaměřena na štíhlou výrobu.

## 2 Teoretická část

V teoretických kapitolách se budu věnovat problematice štíhlé výroby, zmíním historické milníky, které vedly představitele společnosti Toyota k vytvoření TPS. Ten ji umožnil stát se vedoucí společností v oboru. Dále uvedu rozdělení štíhlé výroby a popíši její základní stavební kameny a nástroje, které jsou používány.

### 2.1 Štíhlá výroba

Výrobní systém společnosti Toyota, nebo také Toyota Production System (dále jen TPS), je sada nástrojů, která umožňuje rapidně zvýšit efektivitu a kvalitu výrobních procesů a výrobků samotných. Jednoduše řečeno, vyrobíme více produktů za méně času, prostoru, místa, využití strojů a ušetříme materiál[1],[4].

Už neplatí rovnice kde:

Náklady + Marže = Cena výrobku

Nýbrž: Fixní cena – náklady = Zisk

Důvodem je síla zákazníků, mají daleko větší možnost výběru, a pokud bychom dramaticky hýbali s cenou, můžeme o ně přijít. Pakliže tedy chceme zvýšit zisk, musíme snížit náklady[1].

Je několik cest, jak snížit náklady. Můžete snížit počet zaměstnanců, snížit mzdy, změnit kvalitu vstupních materiálů či provést systémové změny.

Snížení počtu zaměstnanců pomůže jen krátkodobě, a pokud se tak učiní ve větší míře, odbory začnou protestovat. Snížení mezd vyústí ve stejný problém jako v předchozím případě, ale také část zaměstnanců dobrovolně odejde. To má tedy ještě za následek ztrátu know-how.

Při zásahu do vstupních materiálů, které jsou určeny pro výrobu, ohrožujeme společnost jakou takovou, jelikož můžeme citelně ovlivnit

výslednou kvalitu prodávaného produktu, nejhorší pověst je nespolehlivost produktu. Máme tak jedinou možnost, provést změny systémové za účelem snížení nákladů.

Přirozeně je tak TPS doslova a do písmene alfa a omega v automobilovém průmyslu. Nejen proto, že by všichni byli rádi stejně úspěšní jako společnost Toyota a chtěli maximalizovat svůj zisk a prodeje, ale také proto, že by chtěli spadat do dodavatelského řetězce této společnosti. Nástroje využívané štíhlou výrobou jsou implementovány v celé společnosti, vrcholným managementem počínaje a řadovým dělníkem konče. Jedním z hlavních cílů TPS je snížení pravděpodobnosti zahlcení výroby (japonsky: MURI), výpadků ve výrobě (MURA) a co největší možné snížení plýtvání (MUDA). V rámci tohoto optimalizačního nástroje je standardně definováno sedm druhů plýtvání: jedná se o nadvýrobu, prodlevy ve výrobním procesu, dále pak započítáváme plýtvání vzniklé samotným výrobním procesem, přepravou, skladováním, manipulováním v procesu výroby a v neposlední řadě jde o výrobu zmetků. Čím dál více se však zmiňuje v oblasti výrobního managementu osmý druh plýtvání. Nevyužitý potenciál pracovníka, tedy situace, kdy schopnosti zaměstnance nejsou dostatečně využívány[4].

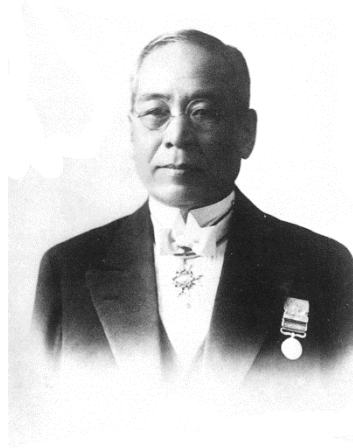
TPS můžeme chápat jako filozofii vytváření výrobků. Někteří termín TPS spíše interpretují jako princip štíhlé výroby (lean production) nebo také Just-In-Time systém[1].

Kontrolní systémy TPS se vyvíjely mnoho let s cílem vytvářet vozy rychlejším a efektivnějším způsobem.



## 2.2 Historie a pozadí štíhlé výroby

TPS si klade za cíl kompletní eliminaci všech druhů ztrát, které se vážou na výrobní procesy, a umožňuje tak pomocí několika metod maximálně zefektivnit výrobu a snížit defekty. V principu stejně jako u Sakichi Toyodova tkacího stavu s ochranou proti přetržení vlákna. Pan Toyoda počátkem dvacátého století založil továrnu na tkalcovské stavy.

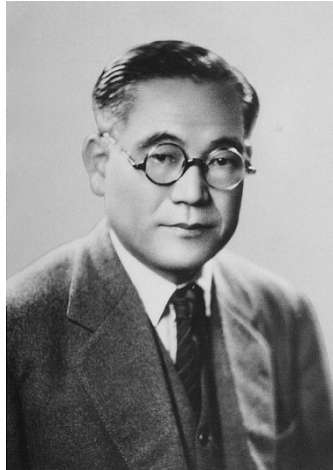


Obrázek č.2.1 *Sakichi Toyoda, zdroj: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)*

Tkalcovský stav vyvinutý Toyodou neautomatizoval pouze práci, která byla dříve provozována manuálně, ale byl schopen posoudit, zda se nepřetrhlo vlákno a popřípadě stav odstavit[1],[5]. Odstraněním potenciálu závad výrobku (spojených s jedním ze základních druhů plýtvání) a ostatních druhů plýtvání se podařilo Toyodovi dramaticky zvýšit produktivitu práce.

Soubor nástrojů na zefektivnění se vyvíjel metodou pokus a omyl po dobu několika desítek let, majíce za cíl zlepšit efektivitu konceptu Just-In-Time, kterému položil základy Kiichiro Toyoda, syn Sakichi Toyody[1].

Mladý Kiichiro založil v roce 1937 Toyota Motor Company za účelem výroby vozů.



Obrázek č.2.2 *Kiichiro Toyoda, zdroj: [www.toyota-global.com](http://www.toyota-global.com)*

Kiichiro Toyoda převzal metody svého otce (zejména automatizaci) a dále je rozvinul. Jeho snahou bylo spojit stroje a přidanou hodnotu lidské práce bez ztrát. Osvojil si metody, které eliminovaly plýtvání (prostoje) – souvislý tok materiálu.

Mluvíme o období po druhé světové válce, kdy bylo potřeba zlepšit efektivitu produkce a zvýšit konkurenceschopnost. Poválečné Japonsko a Toyota byly ve velkých finančních potížích, Japonsko bylo vzdáleně ovládané Američany a ti zasahovali i do práva, konkrétně i do odborových organizací. Přišli s různými nefinančními bonusy pro zaměstnance a možnosti využívat rekreačních zařízení společnosti Toyota. Ve své podstatě byl využit Fordův model motivace pro zaměstnance, nicméně Toyota musela propouštět. Pro představu, za 15 let existence své automobilové divize byla schopna vyrobit necelých 3000 kusů vozů, naproti tomu Ford v Detroitu vyráběl 7000 kusů denně. Z tohoto důvodu se Eiji Toyoda (syn Kiichiro Toyoda) vydal do USA navštívit výrobní závody a prošel každý její kout. Snažil se nalézt klíč k úspěchu. Po návratu z USA společně s Taiichi Ohnem, zaměstnancem společnosti Toyota Motor Corporation, hodnotili získané znalosti[1].



Obrázek č.2.3 Eiji Toyoda, zdroj: [www.toyota-global.com](http://www.toyota-global.com)

Bylo jim jasné, že Toyota nebude schopna investovat takové peníze do strojů jako Ford, či General Motors. Uvedme příklad: Ford měl několik druhů raznic, každý díl měl svůj vlastní stroj. Toto řešení je extrémně drahé a v poválečné situaci Japonska nemožné. Pan Ohno si byl vědom firemních předností, tou byli její zaměstnanci. Proto se spíše než na investování velkých prostředků do separátních strojů, zaměřili na využívání jednoho stroje pro více dílů. Povedlo se a zaměstnanci přišli s řešením, ba co více, byli schopni zkrátit změny ve výrobě na daném stroji na minuty. V případě konvenčních řešení, která se využívala v Americe, šlo o hodiny. Jak pan Ohno postupně testoval zavádění nových strojů, uvědomil si, že je daleko efektivnější vyrábět v menších dávkách[5]. Dochází k poklesu nákladů v důsledku možnosti rychlé změny produkce (prстоje) a zvýšení kvality. Jelikož jsme schopni zachytit defekt daleko rychleji, když vyrábíme v počtu méně kusů, můžeme tak snadněji reagovat. Eiji Toyoda se společně s panem Ohnem se snažili řešit stále aktuální problémy dnešní doby[1],[2]:

- Rozdělení trhu vyžadujících různorodé produkty v menším objemu,
- Vysoce konkurenční prostředí,
- Tlak na cenu výrobku,
- Technologický pokrok,
- Vysoké kapitálové náklady,

- Pracovníci vyžadující větší míru zapojení,
- Tlak regulačních úřadů na stále dokonalejší (bezpečnější) produkty.

## 2.3 Model štíhlé výroby

Model štíhlé výroby je možné jednoduše chápat jako zamezení plýtvání, ať již časem, či zdroji. V rámci teorie štíhlé výroby se chceme zbavit všeho, co brzdí náš rozvoj – růst.

Vyrábět chceme tehdy, když máme zakázky – zákaznické odvolávky. Procesní tok chceme urychlit a ucelit. Jedním z největších problémů je dělení výroby do různorodých – separovaných celků. Základem je napřímení výroby – nejkratším možným spojením dodavatelského řetězce[4].

Charakteristické rysy štíhlé výroby:

- Zákaznický orientovaný – bereme v potaz potřeby zákazníka a zaměřujeme se tak na uspokojení jeho požadavků (přání),
- Zrychlení cyklů svázaných s produktem,

Opět se tedy jedná o gesto zákazníkovi, budeme tak schopni daleko rychleji reagovat na potřeby (přizpůsobení se).

- Zhodnocení dostupných zdrojů,

Jedná se víceméně o zvýšení efektivity (produktivity) celého řetězce.

Výše zmíněných rysů můžeme dosáhnout napříč kombinací různých přístupů. A to v těchto oblastech [4]:

- Technologická – modernizace výroby, investice do strojů, výpočetní techniky – snížení výrobní náročnosti,
- Lidské zdroje – zvýšením znalostí pracovníků, unifikací pracovníků,
- Provozně organizační – fraktálová výroba, autonomní skupiny, týmové práce,

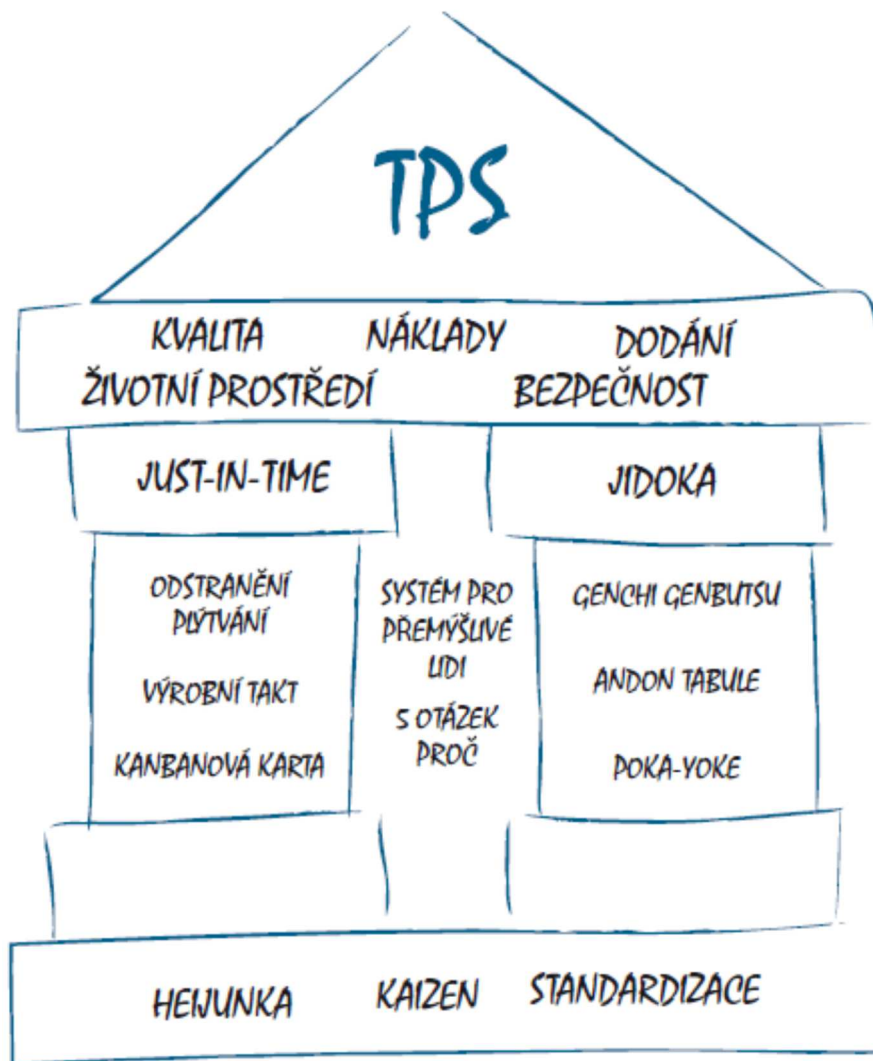
- Provozně hospodářská – analýzy a objektivizace nákladů, omezení ztrát a škod, komplexní údržba (TPM), eliminace vadné produkce, trvalé zlepšování (Kaizen).

## 2.4 Základní rozdělení štíhlé výroby

Základem štíhlé výroby je vysoká míra standardizace a stability. Je možné názorně ukázat obrázku č.2.4. základní nástroje vedoucí k úspěchu. Systém stojí na dvou základních pilířích[1],[5].

Jedná se o Just-In-Time přístup. Ten se snaží eliminovat plýtvání na minimum. Dále kontroluje výrobní takt. Jelikož se snažíme sladit náš výrobní takt s taktem výroby našeho zákazníka. Neodmyslitelnou součástí Just-In-Time přístupu je také zavedení Kanbanu. Ten provází výrobek celým procesem výroby společně se snahou o neustálý tok materiálu.

Druhý pilíř je tvořen Jidokou, také mnohdy nazývaný automatizací s lidským přístupem. Ve své podstatě jde o chytrou autonomizaci úkonů, kontrolu kvality. V případě zjištění problému se výrobní proces zastaví a předejde se tak výrobě dalších zmetků – tedy plýtvání. Jidoka by nebyla kompletní bez Genchci Genbutsu přístupu – vidět reálně věci na reálných místech. V rámci výroby je důležitá informovanost, pro tu se využívá Andonová tabule. Pan Ohno si byl vědom toho, že chybovat je lidské. Když dáme prostor zaměstnanci, aby udělal chyby, patrně je udělá. Chybám se snažíme předcházet tvorbou detailních pracovních postupů. Nicméně takové chyby, které nejsou možné, nenastanou, proto se velice často snažíme pojistit možnou lidskou chybu pomocí Poka-Yoke. Při pohledu na obrázek č.2.4. a jeho horní patro vidíme cíle štíhle výroby, jsou jimi kvalita, udržitelné náklady, včasné dodání, bezpečnost práce a tím, jak se snažíme omezit plýtvání, jsme i v souladu s životním prostředím. Body v domě štíhlé výroby jsou hlavními stavebními prvky, nicméně se používají další procesy. Podrobněji se s nimi seznámíme v následující kapitole.



Obrázek č.2.4 Znárodnění základních nástrojů TPS, zdroj: [toyota-forklifts-blog.co.uk](http://toyota-forklifts-blog.co.uk)

## 2.5 Základy TPS

### 2.5.1 Just-In-Time

Just-In-Time je možno chápat jako výrobu pouze potřebných dílů v pravý čas a ve správném množství, jedná se v podstatě o filozofii řízení výroby. Je tedy potřeba znát detailní plán produkce s množstvím dílů, časem a technologickými přestávkami, které jsou nutné, a pak můžeme určit plýtvání[1],[2].

Koncepce Just-In-Time se ve své podstatě zaměřuje na tyto body:

- Plánování a výrobu na základě požadavku,
- Výrobu v malých sériích (hovoříme o stovkách),
- Snížení ztrát,
- Plynulý tok výroby (eliminace prostojů),
- Zajištění kvality ve výrobě,
- Motivaci pracovníků,
- Udržování strategie.

Vše shora uvedené nám umožní zkrátit výrobní cyklus a pružněji tak reagovat. Výroba na základě požadavku udržuje skladové zásoby na minimu. Nemáme tím pádem uložené peníze v komponentech.

K lepšímu řízení výroby přispívá zlepšení toku celé výroby. Je poměrně běžné, že část materiálu je po provedení úkonu odkládána na předem určené místo a čeká na další zpracování. Již zmíněným napřímením linky však dojde k odstranění meziskladů a lepšímu propojení pracovišť. Tímto jsme tak schopni využít daleko lépe výrobní linku i pracovníky.

Ve své podstatě musíme mít na mysli tyto body, technologicky seskupit pracoviště – důsledně se zamyslet nad jednotlivými výrobními cykly a výrobky, které se na daných linkách vyrábí. Je dosti pravděpodobné, že se zde budou nalézat odlišnosti technologického rázu.

Pro příklad uveďme výrobu dvou tištěných spojů. Oba dva jsou bezolovnaté – použijeme tedy stejnou výrobní linku. Nicméně komponenty nejsou stejné – teplotní profil pájení je jiný. Teplota v pájecí peci bude tedy odlišná, dejme tomu, že rozdíl bude 10 stupňů Celsia.

Ano, není to mnoho, ale pokud budeme jako první vyrábět tištěný spoj s vyšším teplotním profilem a posléze s nižším teplotním profilem – budeme čekat na ochlazení již zmíněné pece. Ochlazení nám zabere zhruba dvacet minut, a to je čas, který jsme mohli využít na výrobu. Stačilo pouze prohodit pořadí výroby. Toto lze ošetřit dokumentací (návodkou) a také jasnými pokyny pro výrobní plánovače. Dále se musíme zabývat kázní na pracovišti, důsledným proškolením zaměstnanců a dokonalým provedením návodek tak, abychom zaměstnancům nedali prostor pro fantazii.

### **2.5.2 Kanban**

Kanban je jedním z podpůrných nástrojů Just-In-Time metodiky, jedinečný integrační nástroj, někdy také nazýván metoda supermarketu, jelikož princip je značně podobný tomu, který využívají zákazníci při nákupu v obchodě.

Většina supermarketů v dnešní době používá karty, na kterých je uvedeno číslo produktu, jeho počet a přímá lokace. Stejný princip s kartami má i Kanban. Kanbanová karta má povětšinou rozměry formátu A5 a jsou na ní uvedeny detaily výrobku, jako je jméno, typ produktu, zákazník, počet kusů v zásobníku, umístění, kde se má zásobník s výrobky nacházet a jaký proces výrobek podstoupil a jaký podstoupí. Znamená to tedy, že máme připravené produkty v pořadí a množství, které potřebujeme[1],[3].

Představíme-li si výrobní proces jako zákazníka, který potřebuje díly pro výrobu. Aktuální výrobní proces vyžaduje nebo zpracovává potřebný materiál. Tento materiál bude hledat na předchozím pracovišti, které je ve většině případů ukončeno zásobníkem, z Kanbanové karty zná přesné údaje o výrobní dávce a procesu. Zásobník je FIFO<sup>1</sup> sběrnice. Ta zaručuje, že se díly budou

---

<sup>1</sup> FIFO – First In First Out zásobník



posouvat ve výrobním prostředí v určeném pořadí a zároveň budou vykrývat případný nedostatek materiálu. V zásobníku viz obr.č.2.5 tak nalezneme přesný počet kusů, který chceme.



Obrázek č.2.5 *Příklad Kanbanového supermarketu, zdroj: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)*

### 2.5.3 Odstranění plýtvání - tok výroby

Jak již bylo zmíněno v kapitole věnující se významu štíhlé výroby, snažíme se o co největší snížení ztrát při výrobě. Tyto ztráty mají několik podob, jedná se o ztráty čekáním na další zpracování, nesprávným uspořádáním linky, čekáním na materiál, změnou výroby, výrobou zmetků. Všechny zmíněné body mají jedno společné, kromě kvalitativní složky, je to čas, i když vyrobíme nekvalitní výrobek, samozřejmě jej nedistribuuje dále, ale musíme vyrobit nový. Promarněný čas nám narušil výrobní tok, jelikož nebyl souvislý. Pro nejlepší možné výsledky musí být plynulý, jedině tak ztrácíme z finančního hlediska nejméně[1].

### 2.5.4 Princip tahu

Štíhlá výroba si klade za jeden ze svých úkolů omezit skladové zásoby, jedním z možných a chtěných řešení je metoda tahu. Nevyrábíme na sklad, ale pouze to, co si zákazník objedná. Mohlo by z textu vyplývat, že se jedná o odstranění metody tlaku (PUSH). Je tomu tak, ale jen částečně, jelikož ve výrobních procesech dochází k předávání za pomoci push metody. Stanoviště číslo dva může začít vyrábět, až když stanoviště jedna dodá díly[4],[5].

### 2.5.5 Jidoka

Ve společnosti Toyota a potažmo v celém automobilovém průmyslu vládne snaha o vysokou míru automatizace, zároveň je potřeba znát kvalitativní aspekty v reálném čase a zajistit zastavení a kontrolu procesu v případě opakovaných chyb.

Heslem Jidoky je: „Zastav produkci – jedině tak se produkce nikdy nezastaví.“

Jedním z nejslabších článků v kvalitativním řešení je člověk. Snaha Jidoky je co do největší míry zapojení strojů[1]. Automatizované procesy, pokud jsou správně vyladěné, podléhají v daleko menší míře selhání. Musí být zavedena důsledná kontrola kvality. V případě, kdy identifikujeme velké množství defektů, odstavujeme neustále výrobní linku, kolabuje nám tím tok materiálu. Zvyšují se rapidně prostoje linky, klesá využití strojů. Princip tahu začne kolabovat a s ním i celý Kanban.

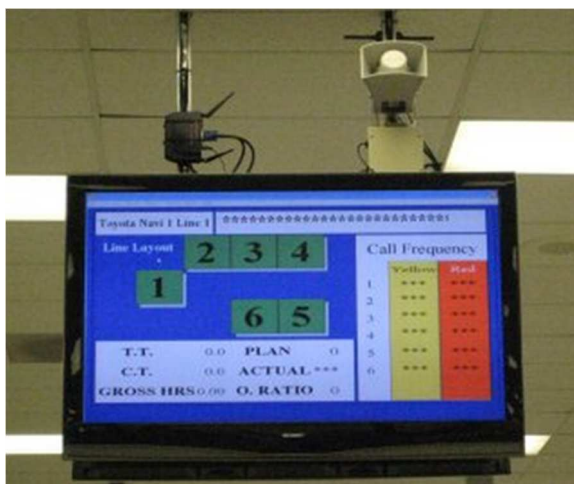
Toto je nepřijatelné, musí se zavést procesy, které se soustředí na problémy shora uvedené. Do výrobních procesů začleníme inspekční systémy, které monitorují výrobu v reálném čase. Je důležité udržet tok informací. Nejlepším možným řešením je navrhnout procesy tak, aby nešly obejít, zaměnit a při jakékoli poruše zastavit výrobu. Změnu výroby zkrátíme zaváděním prvků, které umožní operátorovi provést změnu výroby jedním prstem.

Výrobní linky můžeme ošetřit tzv. Quality Stopem, tedy nastavením chybovosti za jednotku času. Pokud nastavíme Quality Stop na dva kusy za hodinu, linka se bude chovat následujícím způsobem. Jestliže budou vyhodnoceny dvě reálné chyby za hodinu, kontrolní pracoviště zablokuje vstup do výrobního procesu a předejde tak výrobě dalších vadných kusů. Pro pokračování výroby musí být tato ochrana deaktivována. Jidoka musí být implementována za pomoci nástrojů, které jsou uvedeny v dalších podkapitolách.

## 2.5.6 Andon

Jednou z nejdůležitějších věcí je informovanost. Když zaměstnanec nebo zákazník přijde na výrobní linku, musí vědět, co se děje a v jakém stavu se linka nachází[1]. Pro tyto účely se využívá Andonová tabule a světelná signalizace viz obr. č.2.6. Zobrazuje se zde aktuální stav výrobní linky, výkonnost, počty kusů, které zbývá vyrobit, a jiné. Tato tabule by měla viset nad každou výrobní linkou.

Tabuli lze také chápat jako způsob vizualizace kvalitativních problémů, prostojů nebo času spojeného s údržbou. Jedná se o elektronické zobrazovací zařízení, popřípadě LCD panel. Dále pak může být zvýrazněno upozornění na základě odstavení z důvodu zjištěného defektu na výrobku, Quality Stop.



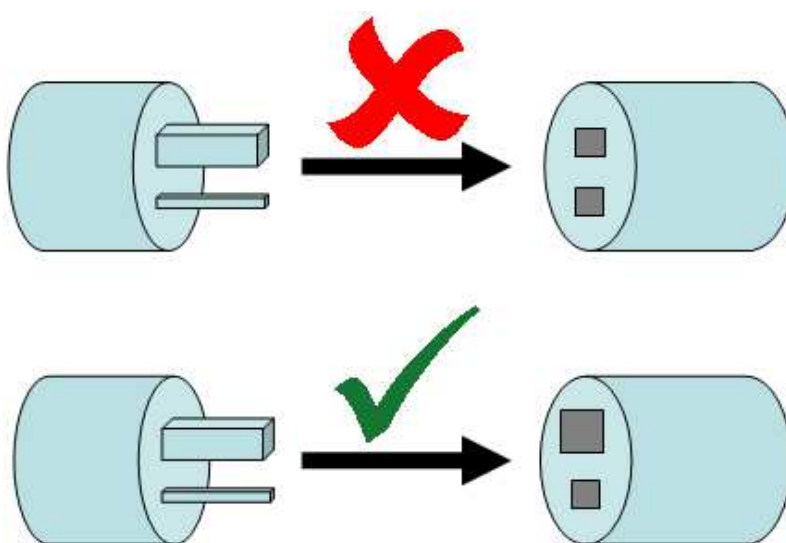
Obrázek č.2.6 Příklad Andon tabule, zdroj: [www.aip-usa.com](http://www.aip-usa.com)

## 2.5.7 Poka - Yoke

Lidský tvor je ze své podstaty lenivý a snaží se si práci ulehčit. Pod tíhou stále se opakujících kroků ztrácí pozornost. Tyto důvody přinášejí do výroby mnoho problémů. Operátor na výrobní lince postupuje podle návodu, ale zpravidla při manuálních úkonech může docházet k opakovaným chybám. Když zakládá díly do přípravků nebo kompletuje výrobek, může úkon provést se špatnou orientací. Špatně zapojí kabel, podsvětlovací prvek vloží obráceně, což má za následek špatné podsvícení a mnohé další problémy. Chyby se samozřejmě nevyhýbají ani automatizovaným procesům. Pokud je proces

špatně navržený, stává se, že dochází k opakovaným výpadkům zapříčiněným neošetřením těchto výjimek.

Těmto problémům se snažíme předejít využitím Poka-Yoke. Za tímto názvem se skrývá nástroj, který umožňuje předcházet opakovaným chybám ve výrobě[4]. Defektům se předejde upravením procesu či dílů tak, aby nebylo možné při kompletaci dílů jednotlivé kusy, komponenty zaměnit jako například na obr. č. 2.7. Těmito drobnými úpravami snížíme náklady na šrotaci výrobku, nebo ušetříme lidské zdroje, které bychom potřebovali na odstranění chyby.



Obrázek č.2.7 Princip Poka-Yoke, zdroj: [www.aip-usa.com](http://www.aip-usa.com)

Některá řešení převzatá Poka-yoke vyžadují větší investice. Je možné, že se bude muset změnit nejen proces výroby, ale i zařízení, které se k této činnosti používá. V těchto případech rozhoduje management, zdali se vyplatí investovat do Poka-yoke, nebo je míra vadných kusů přijatelná a odepíše se.

### 2.5.8 Genji Genbutsu

Genji Genbutsu je přikládána velká důležitost, jelikož při zhodnocení problému nestačí pouze znát problém, ale je důležité také místo problému vidět a uvědomit si různé spojitosti. Výrobní linku by měl navštívit i nejvyšší management, mnoho problémů je vidět pouhým okem. Když nastane problém,

kvalitativní výpadek, není možné řešit pouze od stolu, ale pracovník musí jít přímo na výrobní linku a hledat příčiny, které vedly k selhání. Podobný přístup je uplatňován při hledání zlepšení procesů (Kaizen), tzv. Gemba Walk[1].

Gemba Walk lze připodobnit k výletu do inkriminovaného místa, kde hledáme prostor pro zlepšovací návrhy. Je až někdy s podivem, kolik možných zlepšení vidí nezasvěcená osoba.

Traduje se, že pan Ohno, uveden již výše, bral čerstvé absolventy do výroby, postavil je na místo, kde měli výhled na výrobní proces. Kolem nich nakreslil křídou kruh a požádal je o zaznamenání nepřesností. Pokud nezaznamenali dost událostí, zůstávali v kruhu do doby, než začali vnímat okolí jinak, podrobněji. Tento Gemba postoj můžeme považovat za klíčový v řešení problémů.

## **2.6 Stabilita, standardizace**

Pokud chce společnost vyrábět kvalitní produkty a uspokojovat potřeby svých zákazníků, neobejde se bez důsledné standardizace, kontrolních mechanismů. Ty tvoří základy všech procesů. Z hlediska stability výroby se musíme zaměřit na rovnoměrnost produkce, snahu o neustálý pokrok, zlepšování a neexperimentovat, nýbrž standardizovat. Z hlediska TPS se využívá několikero nástrojů.

### **2.6.1 Kaizen**

Snaha o neustále zlepšení, pokrok v procesech, dílčích úkonech, tak je Kaizen mnohdy vykládán. Vychází z předpokladu, že žádný proces nemůže být nikdy bez chyby, ale může být vždy vylepšen. V širším měřítku jej proto chápeme jako zapojení širokého spektra zaměstnanců (napříč všemi strukturami) do zlepšování procesů, které se vážou na pracovní povinnosti. Nicméně Kaizen jako takový není jen pracovní nástroj, mluvíme rovněž o filozofii.[4] Při využívání tohoto nástroje bychom si měli stanovit jasné cíle a uvědomit si, čeho chceme dosáhnout a dělat změny s pozitivním přístupem.

Cíle Kaizenu:

- Zvyšování kvality – snížení počtu vadných kusů,
- Zdokonalení výrobních kroků – snížení počtu zmetků,
- Chytré snižování výrobních nákladů,
- Zlepšení bezpečnosti práce.

Mnoho chyb totiž zainteresovaný člověk nevidí, ale osoba nespjatá s danou problematikou není slepá.

Kaizen přináší urychlení některých úkonů, v mnoha případech nám může snížit náklady, ve významu nižší šrotace či vylepšení kvality výsledného produktu.

### **2.6.2 5s**

5s je metodou organizování pracovního a výrobního prostředí. Vychází z pěti japonských slov: seiri - rozdělit, seiton – setřít, seiso - uspořádat, seiketsu - zdokumentovat, shitsuke – dodržovat. 5s popisuje pravidla a způsoby, které by se měly dodržovat ve smyslu čistoty a pořádku na pracovišti (obr.č.2.8)[1],[4],[5].

Mělo by dojít k pravidelnému úklidu a vytřídění nepotřebných věcí. Položky, které nejsou potřebné k práci, by měly mít pevně určené místo a neměly by se na stanovišti či pracovním stole vůbec nacházet. Je dosti důležité stanovení pravidel umístění, případně uspořádání dokumentů a nástrojů. Posléze by mělo dojít k zaznamenání tohoto procesu, nejlépe fotografiemi a popisem. Neznalý jedinec se prostým pohledem může ujistit, že pracoviště vypadá tak, jak má.

Dále by pak mělo být provádění metodiky kontrolováno dle dohodnuté periody v nastaveném standardu. Zavedeme-li standard, musíme obeznámit všechny zaměstnance s jeho náplní a zajistit jeho dodržování.

Cíle:

- Minimalizace zdržení, která jsou spojena s dohledáváním výrobků, dokumentů, informací,
- Eliminace zbytečných pohybů (ergonomie pohybu),
- Resultativní dělení vadných a bezvadných kusů,
- Lepší pracovní prostředí.



Obrázek č.2.8 Znárodnění 5s v grafické podobě, zdroj: [www.toyota-global.com](http://www.toyota-global.com)

### 2.6.3 Standardizace

Většina úkonů, které pracovníci provádějí, má určitá pravidla, svůj daný postup, jak se mají provádět. Z hlediska předcházení problémům a snaze produkovat stále stejně s požadovanou kvalitou, musíme stanovit standard. Nestačí pouze kontrolovat kvalitu na inspekčních pracovištích, implementovat opatření proti záměně dílů, nebo se spoléhat na odstavení linky při zjištění neshodného kusu.

Standard je předpis, který určuje pracovníkovi, jak má přesně postupovat. Může se jednat o popis práce, pracovní pokyn, nebo technologický postup. V každém případě platí, že dokument musí být srozumitelný, jednoznačně vyložitelný. Pokud se provede úprava tohoto

předpisu, musí být zdokumentována a označena verzí. Takto vytvořené standardy jsou schvalovány osobou, jež je vypracovala, jejím nadřízeným a vedoucím závodu. Jen tak si můžeme být jisti, že i nejvyšší pracovníci o změně vědí a bude zajištěno přenesení standardu na všechny zaměstnance.

Mezi velké nešvary patří tzv. nepsaná pravidla. Pověstinou se jedná o nepřesné stanovení hodnot nebo o úkon, který je známému pracovníkovi jasný. Bohužel se stává, že při nástupu nových zaměstnanců se informace nepředá. To je nepřipustné, a proto musíme důsledně dokumentovat jakékoliv úkony, ke kterým při produkci dochází[1].

#### **2.6.4 Totálně produktivní údržba**

Název vychází z překladu anglického výrazu – Total Productive Maintenance. Jedná se o doslovný překlad a ten je zavádějící. Neznalý člověk si představí osobu, která leští zařízení a při tom myje okna.

Jedná se spíše o zainteresování operátorů, kteří se zařízením pracují. Ti by měli svému stroji lépe porozumět. Má za cíl v nich vzbudit pocit, že stroj není jen nástroj, u kterého stojí a kontrolují, ale také pomocník, který jim zajišťuje příjem.

V konvenčních přístupech jsou striktně nastavená pravidla mezi výrobními operátory a údržbáři. Po operátorovi se povětšinou chce, ať si přečte pracovní pokyn, kde má popsáno, jak má postupovat, nicméně ho moc netrápí, když stroj reaguje nestandardně. TPM si klade za cíl toto změnit. Výsledkem by mělo být to, že operátor je nejen schopný uklidit pracoviště na základě 5S přístupu, ale i aktivně se podílet na údržbě, ať už je to seřízení dopravníku nebo promazání hřídele. Tato proškolení by také měla obsahovat stavy, jež jsou neshodné. Tím docílíme, že pracovník si uvědomí chybu, vyhledá si neshodný stav a pokud to zařízení umožňuje, vyřeší problém sám. Tím se zkrátí případný prostoj při produkci a odpadá zdlouhavé čekání na údržbáře, který se věnuje jinému stroji.

Tyto aktivity jsou zpravidla doplňované vytvořením standardu o záznamu provedené údržby. Ten obsahuje list úkonů, které se mají provést a operátor tak postupuje dle seznamu položku po položce a zaznamenává, kterou



operaci údržby provedl. V rámci TPM se také stanovují limity pro pravidelnou údržbu a údržbu preventivní, jedině tak jsme schopni zajistit bezporuchový běh zařízení.

### 2.6.5 Heijunka – stabilita produkce

Jedná se o pomocný prvek Just-In-Time. Přizpůsobuje skladění a vyrovnávání objemu výroby ve všech zainteresovaných odděleních výrobce i zákazníka v definovaném časovém rámci. Výrobu můžeme rozdělit na jednotlivé dílčí procesy, které budou trvat definovaný čas a na ně navázat dalšími úkony. Tímto způsobem rovnoměrně rozdělíme tok výroby v čase bez vzniku plýtvání (prostožů) za pomoci Kanbanu [5].



Obrázek č.2.9 Příklad Heijunka plánovací tabule, zdroj: [www.heijunka.com](http://www.heijunka.com)

Jelikož máme více zákazníků, potřebujeme uspokojit jejich potřeby, a to v předem naplánovaném čase, aniž bychom nutili zaměstnance pracovat přesčas nebo je nechali čekat, než dostanou práci.

Před zavedením Heijunky mohlo docházet k tomu, že jsme vyrobili 75 kusů výrobků A, posléze následoval cyklus výrobků B – s požadavkem

150 kusů. Dále se čekalo 120 minut a byla zadána objednávka na výrobek A v počtu 150 kusů. V tu chvíli musí dojít k přenastavení strojů zpátky na výrobek A z výrobku B. Mezitím však výroba stála 2 hodiny, nebyla naplánována.

Při tom stačilo sloučit první a třetí objednávku a pak vyrobit objednávku produktu B. Tyto nuance jsou právě velice dobře vidět na heijunkové tabuli, či boxu (obr.č.2.9). V přihrádkách jsou umístěny kanbanové karty, které přesně identifikují objednávku. Heijunka tedy umožňuje snadněji vizualizovat plánovanou výrobu pro operátory a zároveň je navádí. Ve spolupráci s Kanbanem, který vyrovnává toky materiálu a identifikuje dané objednávky, tak tvoří neodlučitelnou dvojici. Stabilita systému je zajištěna supermarketovým uspořádáním potřebných komponent ve správný čas a na správném místě –Kanban řešení.

## 2.7 Motivace zaměstnanců

Jak již bylo zmíněno, pan Ohno si byl vědom síly zaměstnanců, jedná se však také o jeden z nejproblematičtějších článků řetězce. Nejprve je důležité motivovat zaměstnance ke změně, jedině tak se připojí k budování nové firemní filozofie. Ze začátku se setkáme s odporem, jelikož bude potřeba vysoká míra standardizace a změna mnoha pracovních procesů.

Mnohokrát se zaměstnanci ptají proč, co jim to kromě papírování přinese. Výsledky přichází postupně, nicméně všechno úsilí a strávený čas se posléze promění v prostředí, kde je radost pracovat a vše má svůj řád. Obecně pracovníci nemají rádi změny v zaběhnutých postupech. Je důležité obhajovat napříč strukturami důvody zavádění TPS nástrojů, cíle a užitek, který tyto novinky přinesou jak firmě, tak jednotlivcům.



Obrázek č.2.10 *Motivace zaměstnanců*, zdroj:[www.performia.cz](http://www.performia.cz)

## **2.8 Nástroje použité při aplikaci štíhlé výroby na linku**

### **2.8.1 Diagram příčin a následků**

Diagramu se využívá pro přípravu designu výroby, prevence možných chyb při výrobě a identifikace problémových faktorů, které mohou ovlivnit jeden z výše uvedených procesů. Příčiny jsou obvykle rozříděny do hlavních kategorií, které slouží k identifikaci nadřazeného problému[6].

Kategorie, které se nejčastěji objevují v řešení diagramu:

- **Metody** – jedná se o metody, postupy, které jsou při rozebíraném procesu využity, zahrnují metodiku, pravidla a procedury, které jsou dodržovány při výrobě.
- **Stroje** – jedná se o stroje, nářadí, které jsou využívány v daném rozebíraném procesu.
- **Materiály** – jedná se o čisté, ještě nezpracované materiály, které jsou potřeba při daném procesu.
- **Měření** – data, která jsou potřebná pro výrobu, daný proces, a která nám určují kvalitu výsledku (výrobku).
- **Prostředí** – prostředí, ve kterém je proces jako takový prováděn, teplota, vlhkost, prašnost okolí.

### **2.8.2 Způsoby tvoření diagramů příčin a následků**

Na samotném začátku stojí objekt, který chceme zkoumat, povětšinou už víme, nebo minimálně tušíme problémy, které budeme chtít prošetřovat.

Pokud tomu tak ovšem není, můžeme problémy nashromáždit až v průběhu konzultace, či setkání týmu.

V rámci konzultace dochází ke koncentraci všech osob, které mají s produktem cokoliv společného. Při jejich setkání na jednom místě máme tedy jedinečnou možnost důkladně poznat produkt a zaměstnancům, popřípadě kolegům, dáváme možnost vyjádřit názor ve skupině. Také přinášíme jiný pohled na situaci, a to ze stránky kolegova pohledu.

Příčiny, které vstupují do diagramu, jsou velice často kategorizovány do určitých bodů (identifikátorů). Diagramy příčin a následků nám mohou ukázat různá propojení a vztahy uvnitř procesu.

Jakmile tedy definujeme všechny problémy, kterými se chceme zabývat, přistoupíme k samotnému kreslení diagramů. Vybereme si problém, kterým chceme začít. Pro nejzajímavější a nejpřehlednější zápis pro skupinu použijeme tzv. flip chart, na jehož pravou stranu uvedeme daný problém, a tento problém pak orámečkujeme. Posléze vyvedeme od samotného rámečku čáru, která je v horizontální rovině. Na tuto čáru nebo pomyslnou osu připojíme 4 – 8 základních kategorií (materiály, procesy, ...) viz obr. č. 2.11. V základu můžeme vyjít ze sedmi kategorií, ale nic nám nebrání počet snížit, anebo zvýšit. Jedině my přesně víme, co představuje vstupní parametr problému a co celý problém ovlivňuje.

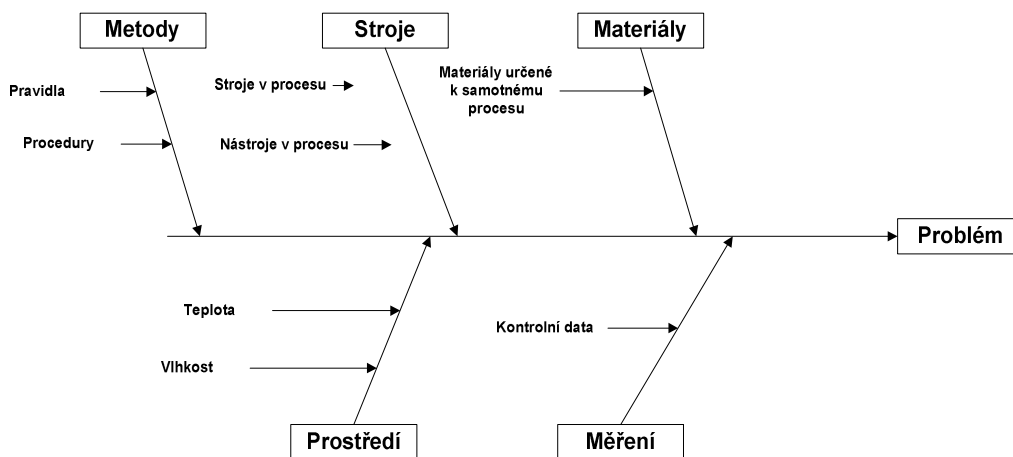
Pod dané kategorie poté umísťujeme dílčí možné příčiny problémů, i k těmto příčinám je možné přiřadit podpříčinu, ale maximálně do druhé úrovně, pak by se nám rapidně snížila přehlednost.

Po uvedení všech možných příčin se skupinově zhodnotí důvody a jejich případná neúplnost, posléze dostanou možnost vyjádření členové týmu jednotlivě, a to tak, že mají možnost roztřídit příčiny na fatální, standardní a méně důležité – povětšinou dochází k obodování příčin z hlediska důležitosti.

Nyní se náš zájem bude soustředit na příčiny, které získaly z hlediska hodnocení označení fatální. K těmto bodům se nabízí doplnění různých údajů z výroby, abychom měli jejich důležitost podchycenu. V rámci týmu se snažíme příčinu, která má takovýto vliv, eliminovat, najít způsob odstranění.

Můžeme si také roztřídit porovnávané příčiny do skupin lehce a těžce ovlivnitelných.

Po určení všech možností způsobu předcházení zmíněným problémům ještě jednou zhodnotíme komplexnost a celistvost, a ty následně i zhodnotíme.



Obrázek č.2.11 Diagram příčin a následků

### 2.8.3 Diagramy aktivit

Diagram aktivit je určitým typem diagramu interakcí, používá se pro grafické ztvárnění procedurální logiky, pro byznys procesy, pracovní postupy. Umožňuje nám grafickou modelaci posloupnosti akcí.

Zápis pomocí diagramu aktivit prochází dynamickými změnami a se specifikací UML 2.0 doznává podstatných změn. Oproti předchozím specifikacím již nejsou brány jako speciální případ stavových diagramů, v nové specifikaci je již nic nespojuje. Diagramy získaly novou sémantiku zápisu, která je založena na modelovacím jazyce Petriho sítí[6],[7].

V rámci UML jsou diagramy aktivit využívány k popisu aktivit komponentů daného popisovaného systému, ať již v ekonomické či výrobní oblasti. Diagramy je možno připojit k libovolným modelovacím prvkům, díky tomu lze modelovat chování, obvykle jsou připojeny k:

- Informačním technologiím,
- Technologickým plánům – popisům,
- Byznys procesům,

- Výrobním procesům.

Mezi nesporné výhody diagramů aktivit patří to, že nemusíme přesně specifikovat všechny struktury. Díky tomu dosahujeme lepší srozumitelnosti a zjednodušuje se i orientace v diagramu samotném.

Nejčastější případy užití diagramu aktivit představují zejména následující oblasti:

- Analýza – jedná se o grafické znázornění určitého druhu scénáře, měla by být dodržena stručnost a jednoznačnost zápisu.
- Návrh – když se dokumentuje určitý výrobní postup či sled procesů, pak můžeme využít zápisu pomocí diagramu aktivit.
- Modelování organizace – modelujeme byznys proces, jeho vnitřní strukturu [8].

Diagramy aktivit modelují procesy jako aktivity, které se skládají z uzlů, a ty jsou pak vzájemně propojeny hranami.

Existují tři různé typy uzlů:

- Akční uzly – můžeme je chápat jako dále nedělitelné jednotky v rámci aktivit.
- Řídící uzly – tyto uzly řídí cestu uvnitř aktivity.
- Objektové uzly – tento druh uzlu zastupuje objekty.

Mezi nejpoužívanější akční uzly patří tzv. call action node, kterými provedeme inicializaci aktivity samotné. Jako příklad uzlů řídicích uvedeme uzel počáteční (initial node), konečné uzly (final nodes) a uzly rozhodnutí (decision nodes).

Uzel rozhodnutí má jednu vstupní hranu a několik hran výstupních. Výstup bude zvolen na základě nastavené podmínky.



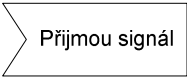
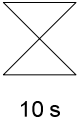








Uzel sloučení může mít naopak několik vstupů, ale má právě jeden výstup. Toho se využívá pro sloučení již rozdělených částí aktivity, třeba z důvodů předchozího rozdělení.

Paralelní procesy nám umožňují popsat řídicí uzly rozvětvení a spojení.

V rámci zpřehlednění zápisu nám specifikace umožňuje rozdělit diagramy do různých částí, dílů. Jedná se o tzv. zóny odpovědnosti nebo tzv. „plavecké dráhy“. Tento prvek nám tak umožní mnohem lépe ztvárnit a popsat konkrétní akci pro konkrétní část.

Pro lepší přehlednost uvádím seznam prvků diagramu aktivit v tabulce č.2.1[7],[8]. Příklad pro tvoření diagramu aktivit nebudeme v této kapitole uvádět, jelikož se jedná v podstatě o grafický přepis diagramu příčin a následků s použitím znalostí, které byly uvedeny v předchozí kapitole. Samotné diagramy aktivit budou rozkresleny v kapitole následující.



	akční uzel
	odesílá signál
	přijímá signál
	časová událost
	počáteční uzel i s hranou
	konečný uzel
	konečný uzel jedné cesty
	přerušená hrana
	přerušitelná oblast aktivity
	uzel rozhodnutí / sloučení
	uzel rozvětvení / spojení
	Hrana

Tabulka č.2.1 seznam prvků diagramů aktivit

## 2.9 Přednosti – úspěchy, proč jsou metody přejímány

TPS je koncept, který v sobě zahrnuje několik nástrojů. Každý z nich se snaží vytvořit užitek pro jeho uživatele, a to buď materiální, nebo kvalitativní. Dodržováním TPS jsme schopni vyrábět výrobky s nižší hodnotou chybovosti. Můžeme pružněji reagovat na poptávku zákazníka. Důsledným sledováním procesů a kontinuálním zlepšováním předcházíme nespokojenosti ze strany klientů. Sladěním procesů výroby můžeme docílit nižšího času pro vyrobení jednoho kusu (cycle time), čímž zvýšíme objem produkce na jednotku času a produktivitu. Ta je důležitým klíčovým ukazatelem při hodnocení ze strany zákazníků.

## 2.10 Zkušenosti s TPS

Během studií na vysoké škole jsem měl možnost absolvovat několik předmětů zabývajících se kvalitou. Ze všech těchto hodin strávených v posluchárnách, nad semestrálními pracemi a přípravami na zkoušky jsem si odnesl lehké základy pro implementaci TPS. Nástroje, které byly probírány v teoretické rovině, mi přišly do jisté míry dosti imaginární, postrádal jsem mezi nimi souvislosti. Až možnost aplikovat nástroje v praxi mi pomohla uvědomit si rozdíl mezi teorií a reálným světem. Zažil jsem na vlastní kůži, že přesvědčit zaměstnance, aby pracoval podle předem daného postupu, je dosti náročné, v některých případech téměř nemožné. Veškeré nápady, i když s nějakou potřebou financování, by měly být brány jako investice do lepších zítřků. Kanban a Heijunka by měly být interpretovány jako nástroje, které ulehčí zaměstnancům čas rozložením sil a vyráběním pouze žádaného výrobku. Kontrola kvality by měla být samozřejmostí a ne jen protivníkem, který nám odstaví linku a sníží výkonnost dané směny. Je spousta lidí, kteří tuto filozofii chápou. Ovšem ti, kteří pochybují, by měli jít do výroby na tzv. Gembu, tedy pozorovat svět kolem sebe.

## 3 Praktická část

V praktické části bude popsána výrobní linka, popis bude podpořen diagramy aktivit výrobní linky spolu s rozvržením zařízení v továrně. Pro znázornění komplexnosti problému bude využit diagram příčin a následků, který zdůrazní neshody, které mohou při výrobě nastat. Navrhnou zlepšení toku materiálu a případné úpravy, které ovlivní produktivitu. Posléze porovná výrobu před zavedením TPS a po jejím zavedení.

### 3.1 Výrobní linka

Výrobní linkou se rozumí soubor zařízení, který je určen k výrobě produktu, na kterém chceme vytvořit naše výrobky. Tato zařízení na sebe ve většině případech navazují. Pokud stroj není přímo součástí výrobní linky, bývá označován jako offline, dochází k tomu v případě, kdy je stroj určen pro více výrobních linek nebo je jedinečný, ať už pořizovací cenou, nebo specializací a tak by přímo zabudovaný v lince překážel.

Existuje nespočetně mnoho uspořádání výrobních linek, jejich označení je připodobněno tvarem písmena, který se pro označení používá. Mezi standardní patří linky typu I, linky typu L a také U. Je možné se setkat také s linkou tvaru písmene Z.

#### 3.1.1 Popis linky

Výrobní linka, na kterou budou aplikovány nástroje TPS, je směsicí různých tvarů. Nejlépe lze připodobnit její tvar písmenu U. Instalace a rozšiřování linky probíhalo postupně a bez stavebních úprav se muselo vejít do výrobní haly. Prostor haly je omezen příčkou a nosnými pilíři.

Linka je určena k výrobě elektronických řídicích jednotek do vozidel. Je využívána pro širší spektrum zákazníků. K popisu nástrojů TPS byl zvolen lehce pochopitelný produkt, který prochází všemi důležitými procesy.

Výrobu si nyní přiblížíme více, pro produkci řídicích jednotek potřebujeme ve své podstatě vstupy – materiál, zařízení, na kterém se provedou konkrétní technologické procesy, skladové prostory a operátory výroby. Pro lepší pochopení je přiložen aktivita diagram výrobních procesů níže.

Popis výrobního postupu:

Operátor vzal balení neosazených tištěných spojů, které měl dle svého denního plánu specifikovány.

Vytiskl si štítky, na kterých byl natištěn identifikační kód (Značící zařízení). Ten se použije pro záznamy sloužící pro zpětnou kontrolu výrobního procesu. Zmíněné štítky posléze nalepil na desky.

Takto připravené desky založil do zásobníku DPS a připravil zařízení na danou výrobu.

Pomocí šablon nastavil čtečky na konkrétní místa, kde se nachází štítek s kódem.

Každé ze zařízení má vlastní program, který nastavuje daný technologický proces. U dopravníků nastavil správnou rozteč desky plošných spojů. Do Pastovacího stroje založil správnou šablonu pro síťotisk.

Dalším stanovištěm, kterým se operátor zaobíral, je kontrola napastování. Zde musel operátor zvolit program odpovídající napastované desce. Osazovací stroj má nastavený správný program, který určuje přesně ty komponenty, které mají být osazené. Není to ovšem jen tak, v osazovačce musí být zasunut správný stůl s již připravenými komponenty.

Posléze nastavil pec, která je určená pro pájení desek plošných spojů přetavením. V rámci tohoto nastavení se volí teplotní profil, kterým má být daná deska pájena. V dnešní době se až na výjimky používá pájecí bezolovnatá pasta. To má za následek vyšší teploty, jimž jsou součástky vystaveny.

Po přetavení je deska kontrolována AOI<sup>2</sup>. Zde se zkontroluje úplnost osazení součástek a také správné přetavení pájecí pasty (obr. č.3.1). Po kontrole jsou desky pomocí dopravníku ukládány do zásobníků. Shodné kusy, jsou uloženy a řádně označeny zelenou kartou s číslem produktu. Neshodné kusy, které neprošly optickou kontrolou, jsou vyřazeny a přesunuty do zásobníku pro NOK kusy. Ty se posléze přesouvají na Opravářenské

---

<sup>2</sup> AOI – automatická optická inspekce

stanoviště. Vyrobené desky označené jako shodné, posléze čekají ve skladu pro danou linku na další zpracování.

Ve chvíli, kdy dal plánovač výroby pokyn pro výrobu řídicí jednotky, dochází ke zpracování již vyrobených plošných spojů dále. Zásobníky s osazenými DPS se přepravily do dalšího úseku výroby na tzv. Depanelizaci, zde se provede vyříznutí DPS z nosného rámečku (obr.č.3.2).

Operátor ručně odebere vyříznuté kusy a předá je na Součástkový test. V rámci součástkových testů probíhá několik operací.

Nejdříve je deska nakontaktována a přes primární bootloader<sup>3</sup> je do mikrokontroléru nahrán software, který ovládá desku. Po nahrání softwaru je možné provést testování desky.

Poté dochází ke kontaktu testovacích bodů na desce s jehlovým polem. Pomocí tohoto testu můžeme měřit a kontrolovat napětí na různých částech obvodu, popřípadě provést vybranou testovací sekvenci. Během těchto testů je pak za použití již zmíněného identifikačního kódu, nahráno sériové číslo a do výrobní databáze výsledek testu (obr.č.3.2).

Výstupem součástkového testu jsou tedy dva stavy. Deska prošla testem úspěšně, nebo je deska vadná. V případě, kdy deska neprojde Součástkovým testem, vrací se do zásobníku tomu určenému a je odeslána do oddělení, které se zabývá opravou tzv. reworkem<sup>4</sup>.

Shodné desky dále putují v zásobnících do odkladového prostoru a čekají na své další zpracování.

Z tohoto pracoviště desky putují na konečnou montáž (obr. č.3.3), zde dochází ke kompletaci mechanických dílů a vyrobených plošných spojů. Na pracovišti 1 dochází k založení krytu do přípravku. V rámci tohoto stanoviště operátor zakládá do krytu řídicí jednotky desku plošného spoje. Pracoviště 2 provede zajištění plošného spoje proti pohybu. Poté tento polotovar putuje na pracoviště 3. Zde se na konektor, vedoucí z DPS, umístí těsnění, které zajišťuje prachotěsnost. Nacvakne se horní díl s těsněním. Tehdy dojde k hermetickému uzavření hotového výrobku. Poté již hotový produkt podléhá

---

<sup>3</sup> Bootloader – softwarový zavaděč

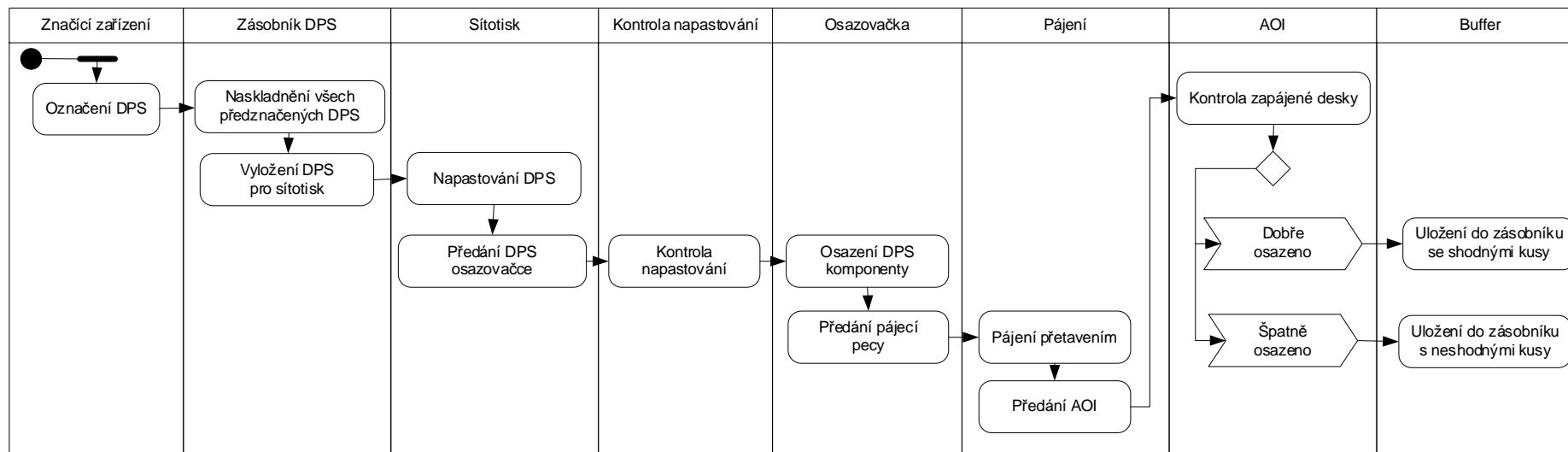
<sup>4</sup> Rework – oprava komponentů na DPS, za účelem snížení šrotu.

vizuální kontrole na Kontrolním stanovišti. Operátor pohledem kontroluje, zdali došlo k hermetickému uzavření.

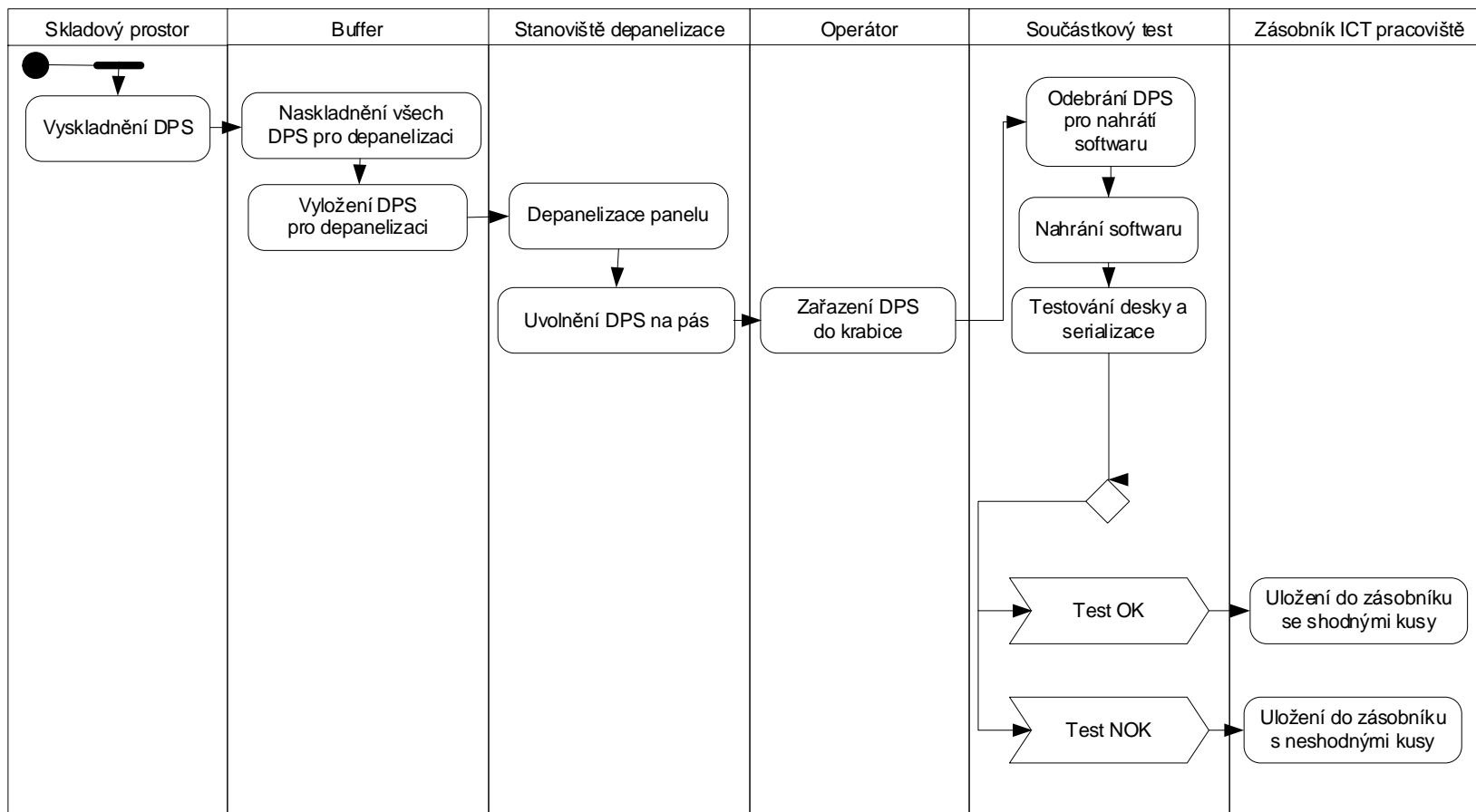
Po absolvování optické kontroly a případném vyřazení, připojí pracovník linky senzor k přípravku provádějící funkční testy. Po analýze se dobré kusy přesunou v zásobníku na místo určené k zabalení produktu do skladu. Špatné kusy se opět posílají na oddělení pro opravu. Zde dochází k rozebrání dílu, případné opravě a reworku.

Kusy, které jsou označeny jako dobré, se na oddělení logistiky vyjmají ze zásobníku a umísťují do krabic.

Krabice jsou dále označeny identifikačními údaji zákazníka a odeslány pomocí spediční společnosti.

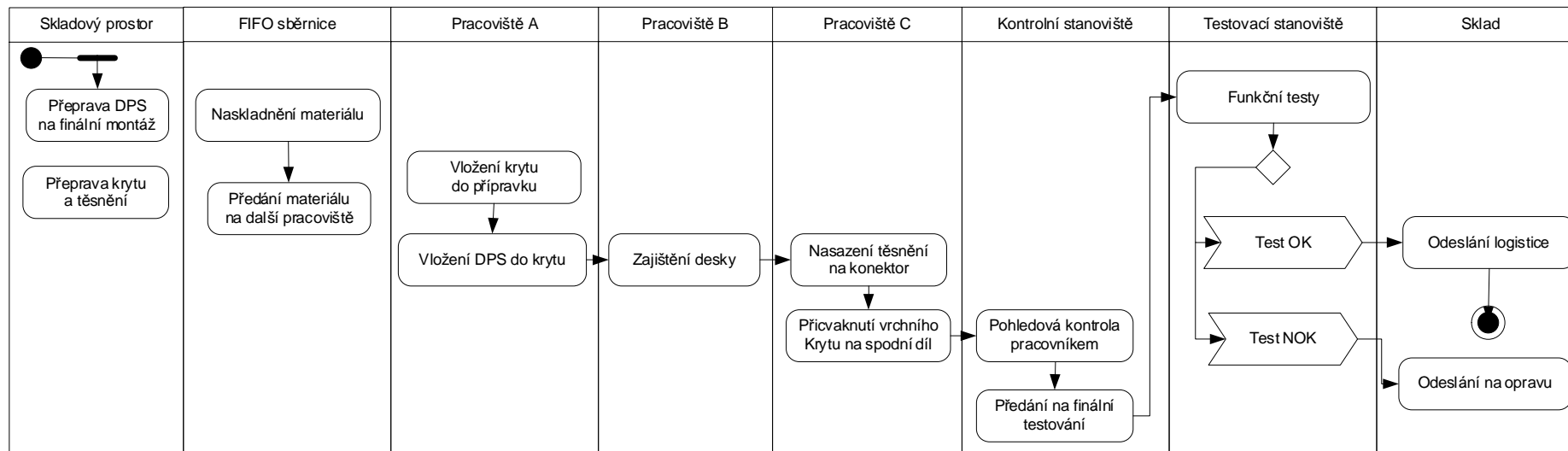


Obrázek č.3.1 Diagram aktivit pro výrobní linku- úsek depanelizace a součást. testu



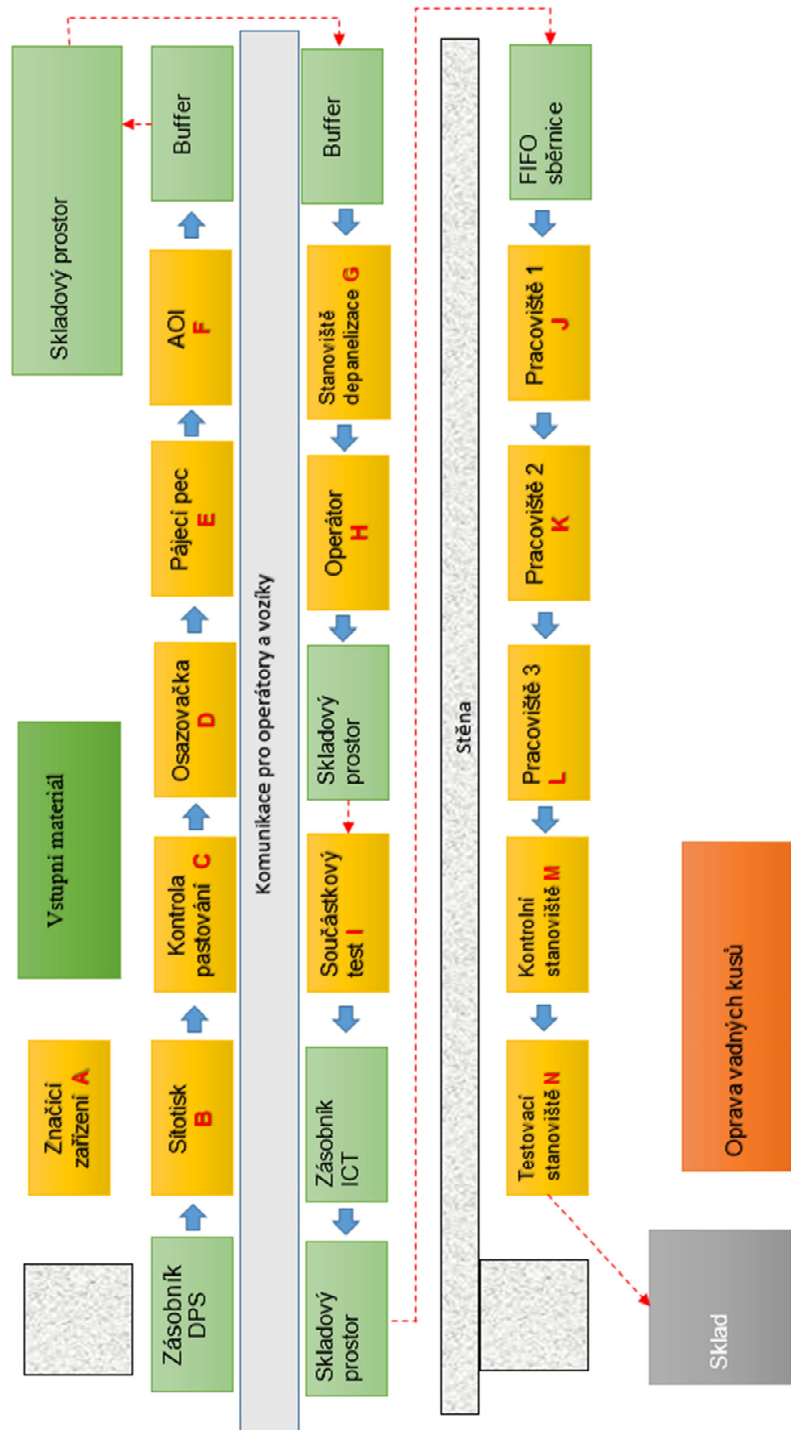
Obrázek č.3.2 Diagram aktivit pro výrobní linku- úsek depanelizace a součást. testu





Obrázek č.3.3 Diagram aktivit pro výrobní linku- úsek konečné montáže

### 3.1.2 Rozvržení výrobní linky před TPS



Obrázek č. 3.4 Rozvržení vr. linky před zavedením změn

Ilustrace na obr. č.3.4 znázorňuje fyzické rozmístění zařízení a stanišť, které se na výrobě podílejí. Stanoviště jsou barevně oddělená pro lepší

přehlednost - žlutou barvou jsou označeny položky mající procesní charakter. Zelená stanoviště manipulují s polotovary či vyrobenými díly. Přejchod mezi jednotlivými stanovišti je značen šipkami. Jejich význam je následující:

- Modré plné šipky značí souvislý tok materiálu, v tomto případě nedochází k prostožům během transportu.
- Červené čárkované šipky značí transport materiálu, který ovlivňuje výkon. Buď je přeprava složitá, nebo prováděna zcela manuálně. Je důležité povšimnout si také vzdálenosti jednotlivých uspořádání stanovišť. Pomocí nákresu jsme schopni říci, kde by mohl být problém a identifikovat druh plýtvání.

### **3.1.3 Analýza rozložení výrobní linky před TPS**

Detailnější popis výrobního postupu jsme provedli v kap. 3.1.1., kde jsme se zabývali popisem pomocí diagramů aktivit pro lepší porozumění.

V této kapitole se zaměříme na organizaci pracoviště. Z obrázku 3.4 je vidět, že procesní části jsou pospojovány, tak aby umožňovaly tok materiálu. Nicméně po dokončení části výrobních postupů je linka přerušena skladovým prostorem, kde se kupí materiál. Je snaha mít určité zásoby a vykrývat poklesy ve výkonu. Bohužel je skladovacích prostorů na ploše příliš. Z obrázku si je pak možné povšimnout, že na lince probíhá poměrně dlouhá přeprava otestovaných desek pro finální montáž. Důvodem je stěna, která pólí linku. Zcela zbytečně se musí přepravovat desky po celé délce linky. Navíc je operátor nucen přenášet DPS po depanelizace na ICT.

Jako další z problémů, které jsou přítomné, je ukládání již hotových výrobků. Sklad výrobků se nachází od testovacího stanoviště poměrně daleko a plnění haly zásobníky s řídicími jednotkami neodpovídá zásadám 5s. U 5s ještě zůstaneme. Z nákresu vyplývá, že sklad shodných kusů je hned umístěn vedle Opravárenského pracoviště. To je absolutně nepřijatelné. Tyto dvě pracoviště nemohou být vedle sebe. Mohlo by dojít ke smíchání vadných a bezvadných kusů výrobku.

### 3.1.4 Analýza neshodných stavů

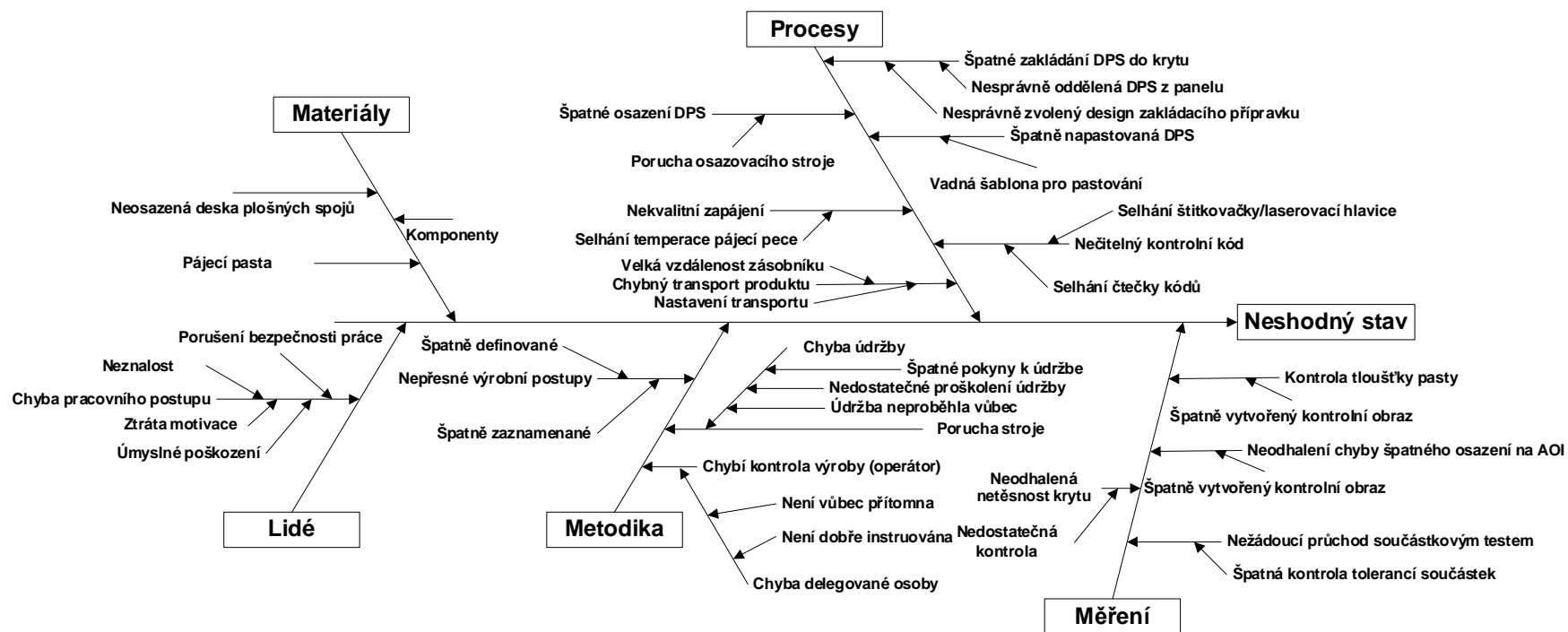
Pro analýzu neshodných stavů je důležité využití nástroje, který nám je schopen znázornit problémy, ty mohou nastat ve vícero rovinách. V teoretické části jsem zmínil diagram příčin a následků, byl využit pro identifikaci problémů, které mohou nastat. Z obrázku 3.5 plyne, že je zde mnoho aspektů, které mohou činit problém. V sekci materiálu se jedná o vstupy, které jsou použity pro výrobu. Týkají se dodavatelského řetězce, pokud chceme eliminovat nekvalitu tohoto typu. Musíme zainteresovat oddělení Dodavatelské kvality, které má danou problematiku a kontrolu vstupů na starosti.

Z procesního hlediska je zde několik problémů. Z diagramu vyplývá, že stroje jsou poruchové a může dojít k ovlivnění procesu výroby. Při analýze jsem se zaměřil na všechny procesy, které při výrobě probíhají. Je zjevné, že se povětšinou jedná o zanedbanou údržbu stroje, ta pak může vést k poruše.

V sekci lidských zdrojů, bylo zacíleno na pracovníky; co může být příčinou porušení pracovního postupu. Krom úmyslného poškození, které muselo být pro úplný výčet uvedeno, zmiňuji i neznalost. Neznalost procesu je pevně provázána s další sekci, Metodikou. Když je zaměstnanec špatně proškolen nebo nepřesně, je de facto proces výroby ponechán na jeho libovůli.

Poměrně rozsáhlý je popis poruch stroje. Je zmíněn pod Metodikou, protože poruchovost je úzce svázána s údržbou. Je názorně vidět, že nás zanedbaná údržba může stát neshodné díly.

Do metodických problémů jsem si také dovolil zařadit chybu z hlediska kontroly. Tento bod je aktuální v případě, když je dozor přenechán úplnému začátečníkovi. Jako poslední je sekce Měření, jedná se o automatické kontrolní mechanismy. Všechny zde uvedené body se vážou na oddělení industrializace a neodladěný proces výroby, dále také na kontrolu kvality, která není zachycená automatickou kontrolou.



Obrázek č.3.5 Diagram příčin a následků pro výr. linku, zkoumán neshodný stav

## 3.2 Aplikace nástrojů štíhlé výroby

Naše výrobní linka je přibližně plánována na poptávku 1000 ks denně. V případě, že uvažujeme dostupnost linky 22 h v třísměnném provozu. Při této dostupnosti počítáme s půl hodinovou přestávkou na oběd a 10 minutovou přestávkou na výměnu směny zaměstnanců.

Detailní popis pracovišť byl ukázán v kap. 3.1.1 a 3.1.2. Výrobní linka počítá s taktém zákazníka, který lze jednoduše odvodit z týdenní poptávky[5].

Uvažujeme 7000 ks jako týdenní poptávku, přepočteme dodávku na jeden den, což je 1000 ks. Linka je pro výrobu dostupná 22 h (odečteny pauzy na oběd a výměnu směny).

Takt, ve kterém musíme dodávat, je tedy minimálně:

$$22 \times 1000 / 3600 = 79,2 \text{ s.}$$

Tato hodnota je nejzazší hodnotou nejpomalejšího stroje, pokud je hodnota vyšší, nejsme schopni dodávat včas. Takt linky roven hodnotě 79,2 s nicméně počítá s tím, že nedochází k neplánovaným prostojům na lince a 100% kvalitě.

Oddělení, které má za úkol procesy, musí vzít v potaz prostoje a přepočítat takt na náš čas výrobního cyklu (dále jen cycle-time). Ideálně přizpůsobit stanoviště, aby měly stejný cycle-time. Tento přepočet se provádí za pomoci OEE (celkové efektivity zařízení). V případě, že tedy OEE nabývá hodnoty 0,7, musíme přepočítat čas výrobního cyklu.

$$\text{Čas výrobního cyklu} \times \text{OEE} = \text{Skutečný výrobní cyklus}$$

V našem případě tedy,  $79,2 \times 0,7 = 55,44$  s. Znamená to, že pro uspokojení dodavatele musíme vyrábět s taktém 56 s. Jelikož jsou ve výrobě typické výkyvy, počítáme s jistou mírou bezpečnostních zásob, abychom při výpadku výroby byli schopni množství pokrýt.

Nyní zpět k naší výrobní lince, procesní inženýři si věřili a při návrhu výrobních zařízení a procesu počítali s taktem 70 s. Tedy o 9 s lepší čas než vychází z naší kalkulace.

Již jsme si v diagramu příčin a následků identifikovali možné zdroje problémů, dále jsme zakreslili schéma linky a zachytili detaily pracovišť. Teď se budeme soustředit na trvání jednotlivých úkonů – procesů. Pro lepší zorientování byly procesům vyznačených v rozložení přidělena písmena.

Z pozorování jsme dospěli k následujícím údajům:

	Stanoviště	A	B	C	D	E	F	Nejvyšší cycle time
Cycle time	Před TPS	35	22	36	50	30	45	50

*Tabulka č.3.1 Hodnoty cycle-timu zařízení pro osazení*

	Stanoviště	G	H	I	Nejvyšší cycle time	J	K	L	M	N	Nejvyšší cycle time
Cycle time	Před TPS	45	40	65	65	15	20	30	70	35	70

*Tabulka č.3.2 Hodnoty cycle-timu zařízení pro testování a finální montáž*

Z obrázku rozložení je logické rozdělit linku na 3 části, to jsme také provedli. Zkoumali jsme výrobní čas, cyklus jednoho kusu výrobku na daném zařízení. Pro první část je nejvyšší hodnota cycle-timu na stanovišti D – osazovače, která umisťuje komponenty na desku plošných spojů.

Dále jsme se zaměřili na část druhou – Depanelizaci a Součástkový test. Zde je nejdelším úkonem test součástek, to je pochopitelné. V rámci testu dochází k nahrání softwaru do obvodu a ještě jeho testování.

Poslední část, při které je prováděna kompletace má nejdelší procesní čas na stanovišti M. Stanoviště M je kontrolní pracoviště, operátor manuálně kontroluje výrobek.

Předchozí řádky nám nastínily, jak dlouho jsou prováděny úkony na výrobní lince.

Zákazník uvažuje o zvýšení poptávky a navýšení odvolávek na 1500 denně, musíme tedy porovnat data ze skutečného výrobního týdne a zjistit případnou kapacitu.

	Klasická linka bez úprav						
	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
Požadováno denně (ks)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Skutečně vyrobeno (ks)	800	850	700	700	660	700	950
Výrobní čas (h)	22	19	22	22	18	22	22
Takt (s)	70	70	70	70	70	70	70
Neplánované odstávky a změny (h)	3	2	4	2	2	3	3
Špatné kusy (ks)	25	14	50	250	50	80	70
Availability (%)	86,36	89,47	81,82	90,91	88,89	86,36	86,36
Quality Yield (%)	96,88	98,35	92,86	64,29	92,42	88,57	92,63
C/T Performance (%)	81,87	97,22	75,62	68,06	80,21	71,64	97,22
OEE (%)	68,5	85,55	57,45	39,78	65,89	54,8	77,77

Tabulka č.3.3 Klíčové indikátory výroby – před aplikací štíhlé výroby

Nejlepším ukazatelem, který můžeme mít je Celková efektivita zařízení (OEE) a její složky, které nám ukáží, kde můžeme hledat problém a zaměřit se na něj. Při pohledu na pondělí celková efektivita zařízení nabývá 68,5 %. Je to málo. Nad OEE jsou uvedeny tři složky tohoto ukazatele.

Dostupnost (Availability), je složka, která nám ukazuje dostupnost linky po odečtení neplánovaných odstávek. Tuto hodnotu vypočteme následujícím způsobem využití tabulky shora uvedené:

$$(\text{Výrobní čas} - \text{Odstávky}) / \text{Výrobní čas} = \text{Dostupnost}$$



Pro příklad:  $(22-3) / 22 = 0,864$ , tedy 86,4 %

Kvalitativní výnos (Quality Yield), tento ukazatel se vypočítá jako:

Počet shodných kusů / Počet všech vyrobených kusů = Kvalitativní výnos

Tedy:  $(800-25) / 800 = 0,9688$ , tedy 96,88 %.

Poslední složka OEE je C/T Výkonnost (C/T Performance), jedná se o přepočtený počet vyrobených kusů na čas, kdy byla linka dostupná.

Analogicky vypočítáme hodnotu pro pondělí takto:

Skutečně vyrobené kusy / (Výrobní čas – odstávky) x (3600 x cycle time) = C/T Výkonnost

Následuje příklad výpočtu:  $800 / (22-3) \times (3600 \times 70) = 0,8187$ , tedy 81,87%

Z výše zmíněných parametrů můžeme usoudit toto: 13,6% z možného výrobního času linka nebyla dostupná, to může být dáno nedostupností materiálu nebo prostoji strojů, 3,12% padá na kvalitativní ztráty. Ztráta Parametru výkonnosti na počtu vyrobených kusů je dokonce 18,13%. Což není zanedbatelné.

Při průchodu celou tabulkou je možné si povšimnout, že dochází k velkým výkyvům v kvalitě a dostupnosti linky.

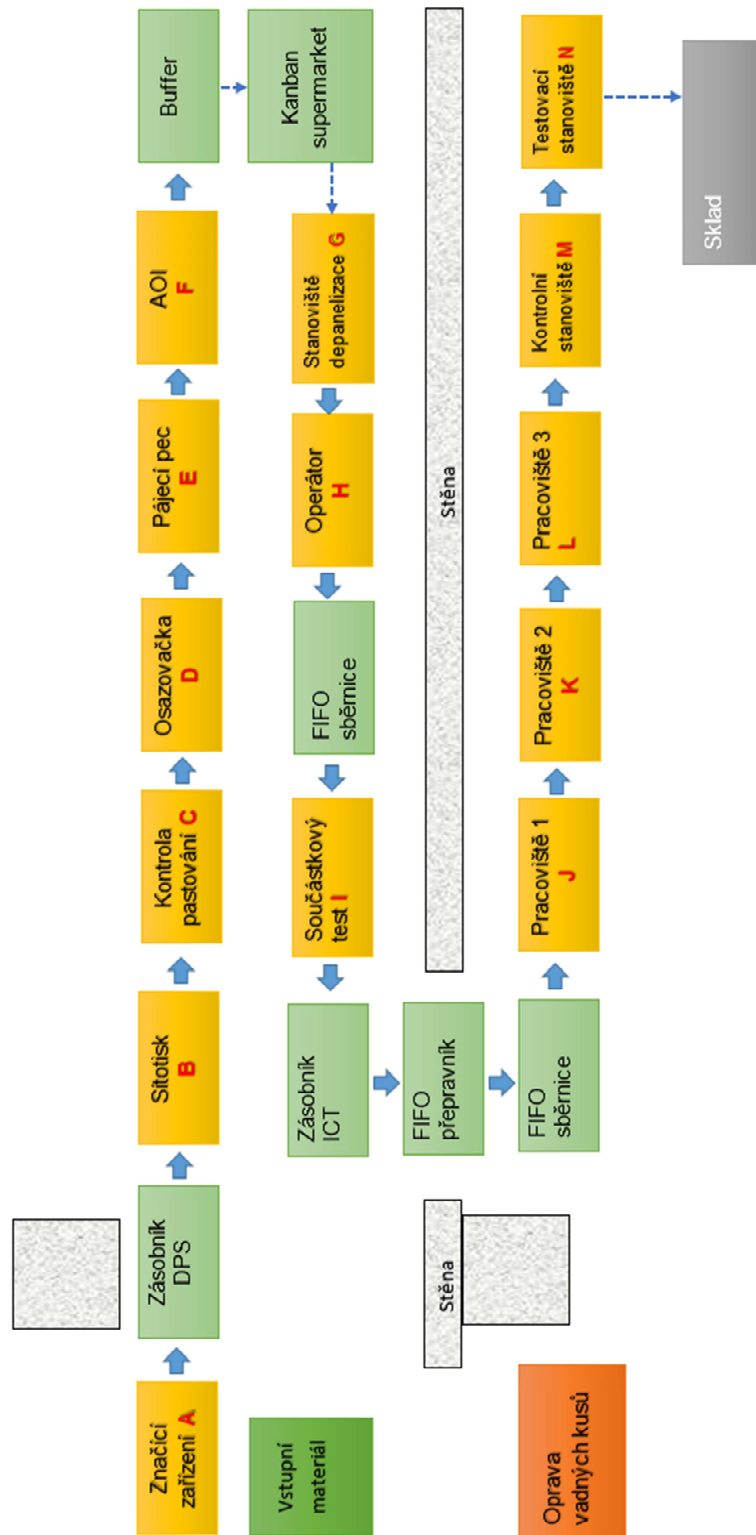
### **3.2.2 Aplikace Just-In-Time**

Nejprve se zaměříme na rozmístění linky. Z obrázku č.3.4 plyne, že dochází ke zbytečnému uskladňování polotovaru po konci každé části výroby. Ty se posléze musí přesunout na další stanoviště v procesu. Kvůli procesní nestabilitě – viz tabulka č.3.3.- hodnoty Dostupnosti linky a Kvalitativního výnosu- musí společnost držet dostatečné zásoby pro pokrytí případných výpadků. Při pozorování byla přibližná hodnota pokrytí uskladněním 6 hodin.

Jeden z problémů původního řešení je také komunikace, oddělující stanoviště pro osazovačku a AOI se součástkovým testem a depanelizace, i proto docházelo k tak velkým ztrátám dostupnosti stroje.

Toto lze vyřešit jednoduše napřímením výrobního toku materiálu a zařazením Kanbanového supermarketu do procesu, společně s Kanbanovými kartami. Již nebudeme muset držet zásoby po několik hodin, ale jednoduše vyrobíme potřebný počet kusů, jestliže se Kanbanová karta objeví na Heijunka tabuli. Krom zavedení Kanbanu tedy potřebujeme roztrídít správně výrobu a objednávky, k tomu nám pomůže plánovací tabule, princip Heijunky byl zmíněn v teoretické části.

Navrhované změny rozložení je možno naleznout na obr. č. 3.6.



Obrázek č.3.6 Rozložení výrobní linky po aplikaci štihlé výroby

Po konzultaci s Facility managementem, Management závodu uvolnil finanční obnos na přesun zařízení a stavební úpravy. Během přestavby došlo k přetvoření na linku typu Z, která umožňuje nepřetržitý tok materiálu. Bylo

toho docíleno probouráním stěny mezi Finální montáží a stanovištěm Součástkového testu. Překlenutí stěny se vyřešilo dodatečnou montáží FIFO pásového přepravníku a FIFO sběrnicí. S Kanbanem se zmenšila výrazně vzdálenost Stanoviště depanelizace a skladového prostoru za AOI. Skladový prostor byl přebudován tak, aby odpovídal Kanban filosofii – Kanbanový supermarket. Se zavedením Kanbanových karet a Heijunky došlo ke zmenšení skladu vstupního materiálu. Nebudeme již potřebovat tak velké uložení a můžeme se spolehnout na dodávky na základě požadavku do centrálního skladu.

Velkou změnou bylo přesunutí skladu pro finální kusy na opačnou stranu haly. Toto přestavění ovlivnilo tím pádem i další linky a stálo poměrně značnou finanční částku. Nejdůležitější však je, že došlo k razantnímu vzdálení Opravárenského pracoviště na opačnou stranu výrobní linky. Eliminovala se tak možnost záměny shodného a neshodného kusu, můžeme jej částečně chápat jako 5s řešení. Jinak by mohlo dojít ke zhoršení postavení vůči zákazníkovi, kdyby se díl dostal do jeho závodu nebo ještě hůře, vozu. Přestavbou linky a úpravami jsme odstranili problém plýtvání způsobený nadměrným manipulováním v procesu výroby, omezili nadvýrobu zavedením Kanbanových supermarketů.

### **3.2.3 Aplikace Jidoka**

Dalším problémem, na který nás odkazuje OEE, je procesní kvalita, ta je také zmíněna v diagramu příčin a následků. Kvalitativní výnos ve čtvrtkách dosahoval pouhých 64,29%. To je velice málo. Dlouhodobějším pozorováním se dá říct, že jsou určité mezery v odladění procesu osazovačky a sítotisku. Následkem toho docházelo ke špatnému zapájení komponentů.

Objevením těchto neshodných dílů jsme si však mohli uvědomit a potvrdit mezeru v procesu pastování a její kontroly. Dosavadní stroj kontroloval pouze napastování, nebyl však schopen měřit tloušťku. To vedlo ke zbytečné produkci zmetků, tak jako v případě 250 ks. Ty byly objeveny až na AOI. Kdybychom kontrolovali tloušťku pasty hned za sítotiskem, věděli bychom okamžitě, kde je problém a zabránili tak další výrobě.

Z tabulky vyplývá také kvalitativní pokles v sobotní směně, kde bylo objeveno 80 neshodných kusů. To bylo způsobeno osazením špatného komponentu, byl zaměněn mikrokontrolér. Z analýzy vyplývá, že omylem došlo k dodání a záměně zmíněného komponentu už na vstupu materiálu. Osazovačka osazuje procesory z plat, ta ovšem nepodléhá žádné zpětné kontrole. To bylo důvodem, proč byly zmetky objeveny až na Součástkovém testu. K záměně došlo již dříve, ale nikdy ne v tak velkém množství, proto bylo rozhodnuto o nastavení dodatečné kontroly na AOI. Zde se kromě kontroly pájení, osazení zkontroluje také číslo součástky dílu. Chyba tak bude odhalena daleko dříve, můžeme kontrolu chápat jako Poka-Yoke.

Prostoje také byly způsobené kódem, který se lepil na desku plošných spojů. Operátor svou nepozorností nalepil kód nepřesně a nebylo možné dojít k naskenování desky ve výrobním procesu. To vyústilo ve výpadky a přelepování štítků. Když se podíváme do tabulky, vidíme, že operátorovi trvalo 35 s nalepit všechny štítky. S tím, že docházelo ke špatnému nalepení, či nalepení úplně jiného kódu.

To se vedení rozhodlo eliminovat a nahradilo štítkovačku laserovým značícím zařízením. To vyznačí na DPS kód přesně a navíc bude kontrolovat, zdali se jedná o správnou desku pro osazení. Mimo to cycle-time se zkrátí na 7 s.

Dalším z kritických bodů, identifikovaných v diagramu příčin a následků byla těsnost sestaveného. Tato informace přišla od oddělení mající na starosti proces výroby. Během 70 s manuální kontroly operátor kontroluje pod lupou výrobek a to, zda je kosmeticky bezvadný a dotěsněný. Bylo uvedeno, že došlo již k několika reklamacím od zákazníků.

Procesní inženýři dostali na starosti problém vyřešit. Přišli s možností pracoviště zrušit a nahradit jej rozšířením pracoviště N. Pracoviště M by zde zůstalo jen pro účely analýzy a kontrolu případných neshod. Zrušením stanoviště také zkrátíme razantně dobu výroby a to o 65 s.

### 3.2.4 Úprava standardizace a 5s

Dalším problémem objeveným na konečné montáži byl problém se zakládáním již vyrobeného tištěného spoje do krytu výrobku. V některých případech nešla deska vložit, neboť byla špatně oddělena od panelu. Toto se podařilo vyřešit změnou údržby stroje, provádějící depanelizace – častější výměnou pily.

Z hlediska kvality byl identifikován problém na Součástkovém testu. Testovací inženýr, který měl na starosti tvorbu skriptu, zvolil špatné limity impedancí, to mělo za následek průchod vadné desky na stanoviště M. To odhalilo při funkčních testech odchylku na vnitřní softwarové diagnostice. Zdrojem tohoto pochybení byla nepozornost. Bylo zavedeno opatření, kdy dochází ke kontrole testovacího skriptu druhým inženýrem.

Po zamyšlení se nad rozložením, musím dojít k závěru, že je potřeba sjednotit výrobní kroky a to za využití 5s. Utřídit materiál a uspořádat správně procesy, operátoři mají dostupné pracovní postupy. Postupy, jak již bylo zmíněno, musí být doplněny o neshodné stavy.

Nicméně, měla by proběhnout jejich digitalizace a zpřístupnění přes počítač, aby tak bylo možné rychle dohledat případný pokyn pro obsluhu.

Pro lepší vizualizace se nad výrobní linku musí umístit andonová tabule, která bude informovat o všech stavech linky. Musí také dojít k doplnění světelné signalizace na strojích, kde není přítomna. Operátor, tak okamžitě pozná problém, který může být popřípadě doplněn zvukovým znamením.

Při pohledu na diagram příčin a následků je vidět, že velikou měrou na dostupnosti stroje se podílí údržba. Musí být prováděna správně. Stávající údržba byla prováděna v týdenním cyklu. Byly očištěny stroje, odstraněn prach ze skříní strojů. Neprováděla se žádná preventivní údržba, či proškolení operátorů nad rámec obsluhy.

Z historie prostojů a doporučených servisních plánů můžeme připravit nové plány údržby. Měli bychom se soustředit na dodržení času výměny klíčových komponentů – těch, jejichž výroba trvá dlouho, nebo je finančně nákladná. Dále tyto úkony zapracujeme do návodky a nastavíme jejich

pravidelné provádění. Některé úkony se tak krom týdenního opakování budou provádět po měsíci, půl roce a roce.

Pokyn k údržbě se doplní také seznamem úkonů s místem pro podpis a datum, ty budou sloužit pro zaznamenání data a provedení údržby.

### 3.3 Zhodnocení přínosu štihlé výroby

Po zavedení mechanismů štihlé výroby můžeme provést porovnání výsledků před aplikací bodů zmíněných v předchozích kapitolách. Bereme v úvahu, že dochází ke zvýšení odvolávek zákazníka na 1500 ks denně.

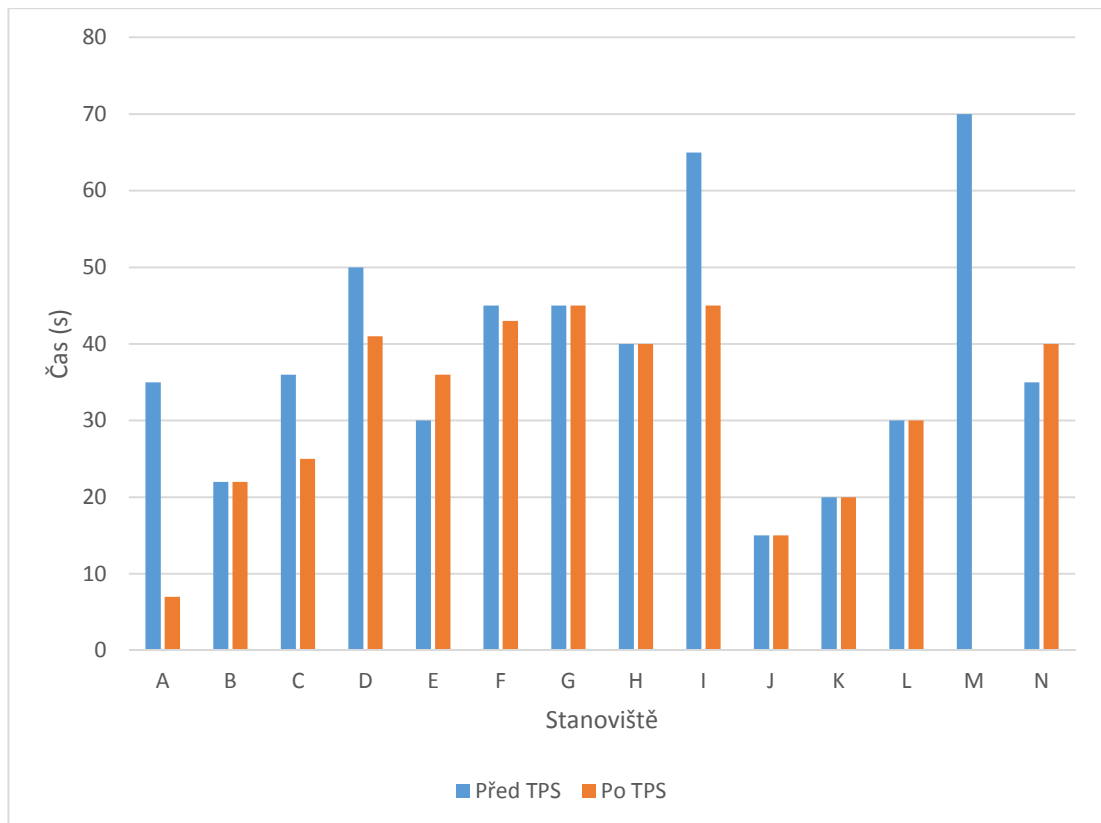
Pokud tedy chceme být schopni dodávat až 1500 ks denně, musíme být schopni vyrábět s taktem nižším než je 70 s. Vezmeme v úvahu všechny úpravy, které jsme udělali na základě identifikovaných problémů. V několika případech došlo k poklesu cycle-time na nižší hodnoty, viz. tabulka č.3.4 a č.3.5. V tabulce č.3.5 je možno vidět zkrácení operace na pracovišti M.

	Stanoviště	A	B	C	D	E	F	Nejvyšší cycle time
Cycle time	Před TPS	35	22	36	50	30	45	50
	Po TPS	7	22	25	41	36	43	43

*Tabulka č.3.4 Hodnoty cycle-time zařízení pro osazení před a po TPS*

	Stanoviště	G	H	I	Nejvyšší cycle time	J	K	L	M	N	Nejvyšší cycle time
Cycle time	Před TPS	45	40	65	65	15	20	30	70	35	70
	Po TPS	45	40	45	45	15	20	30	0	40	40

*Tabulka č.3.5 Hodnoty cycle-time zařízení pro testování a konečnou montáž před a po TPS*



Obrázek č.3.7 Porovnání cycle-time před a po zavedení štíhlé výroby

Na grafu, který je uvedený na obrázku č.3.7, je názorně vidět pokles doby potřebný pro jednotlivá stanoviště. V minimálně jednom případě jsme byli schopni zredukovat čas o necelou polovinu potřebné doby pro daný úkon.



Tabulka č.3.6 zobrazuje klíčové indikátory výroby, které dostatečně ilustrují stav výrobní linky a její mezery před zavedením prvků štíhlé výroby.

Naproti tomu, tabulka č.3.7 dává možnost nahlédnout do stavu linky po zavedení prvků štíhlé výroby. Při letmém pohledu je vidět nárůst hodnoty OEE, což je chtěným efektem provedených opatření.

	Klasická linka bez úprav						
	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
Požadováno denně (ks)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Skutečně vyrobeno (ks)	800	850	700	700	660	700	950
Dostupnost (h)	22	19	22	22	18	22	22
Takt (s)	70	70	70	70	70	70	70
Neplánované odstávky a změny (h)	3	2	4	2	2	3	3
Špatné kusy (ks)	25	14	50	250	50	80	70
Availability (%)	86,36	89,47	81,82	90,91	88,89	86,36	86,36
Quality Yield (%)	96,88	98,35	92,86	64,29	92,42	88,57	92,63
C/T Performance (%)	81,87	97,22	75,62	68,06	80,21	71,64	97,22
OEE (%)	68,5	85,55	57,45	39,78	65,89	54,8	77,77

Tabulka č.3.6 Klíčové indikátory výroby – před aplikací štíhlé výroby

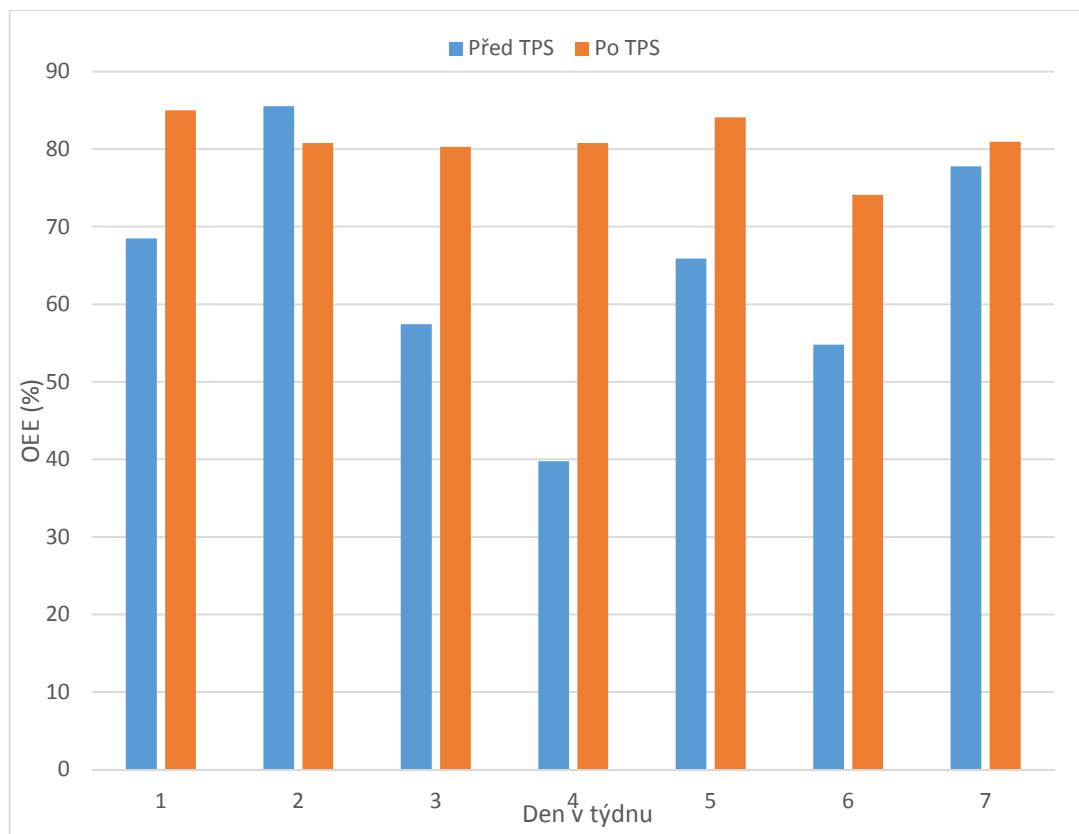
	Linka se štíhlými úpravami						
	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
Požadováno denně (ks)	1500	1500	1500	1500	1700	600	1400
Skutečně vyrobeno (ks)	1500	1428	1428	1428	1500	600	1428
Dostupnost (h)	22	22	22	22	22	10	22
Takt (s)	45	45	45	45	45	45	45
Neplánované odstávky a změny (h)	1	2,5	3	3	3	2	2
Špatné kusy (ks)	4	6	15	6	20	7	3
Availability (%)	95,45	88,64	86,36	86,36	86,36	80	90,91
Quality Yield (%)	99,73	99,58	98,95	99,58	98,67	98,83	99,79
C/T Performance (%)	89,29	91,54	93,95	93,95	98,68	93,75	89,25
OEE (%)	85	80,8	80,28	80,79	84,09	74,12	80,97

Tabulka č.3.7 Klíčové indikátory výroby – po aplikaci štíhlé výroby

Cílem výrobních manažerů by mělo být udržení OEE v oblasti 85 %, to nám zajistí rovnováhu mezi výrobou a údržbou.

Obrázek č. 3.8 graficky interpretuje vzestup a výtěžnost efektivity z nově zavedených prvků štíhlé výroby. Je také zřejmá daleko vyšší stabilita procesů.

Toho jsme docílili ustálením toku materiálu, standardizací a investicí do některých nových strojů bez neopomenutelného zlepšení procesů v rámci Kaizen filosofie.



Obrázek č.3.8 Porovnání hodnoty OEE před a po zavedení prvků štíhlé výroby

Pro lepší přiblížení redukce časů výroby můžeme využít analogii výroby 2000 ks.

	Požadavek (ks)	2000	Před TPS	Po TPS	Úspora (%)
Část A	Výroba prvního kusu		3,47	2,99	13,83
	Výroba 1000 kusů		17,36	14,93	14
	Zásoby pro zbýv. část linky (min)		360	15	95,83
Část B	Výroba prvního kusu		2,71	1,88	30,63
	Výroba 1000 kusů		22,57	15,63	30,75
	Zásoby pro zbýv. část linky (min)		360	20	94,44
Část C	Výroba prvního kusu		3,89	1,67	57,07
	Výroba 1000 kusů		23,33	12,78	45,22
	Celkový počet dodání (h)		164,98	39	76,36
	Celkový počet dodání (den)		6,87	1,63	76,27

Tabulka č.3.8 Porovnání úspor pro výrobu 2000 ks jednotek

Tabulka č.3.8 ukazuje úsporu při výrobě 2000 ks, jak je vidno, ušetřili jsme dosti času na zásobách a to také díky úpravě poslední části linky. Při přepočítání časové úspory na procenta dochází k ušetření 76,27% pro celou dodávku ve prospěch aplikace štíhlé výroby a dodání za 1,63 dne.

Z toho můžeme učinit závěr, že i při přejímání štíhlé výroby postupnými kroky, můžeme ušetřit čas a snížit procento neshodných kusů na kusy shodné.

## 4 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo objasnění štíhlého managementu výroby v rámci výrobního prostředí, posléze aplikace štíhlého přístupu na výrobní linku a zhodnocení přínosu této metodiky.

V kap.2.1 byl čtenář seznámen s pojmem Štíhlá výroba, kap. 2.2 rozvinula historii a pozadí lean přístupu. Postupně zmiňují počátky Jidoka a snahy Toyodů o zavedení Just-In-Time přístupů v padesátých letech minulého století. Kap. 2.3 přibližuje cíle Štíhlé výroby a základní model, dále volně navazují základními stavebními pilíři TPS v kap.2.4., kde je zmíněn Just-In-Time koncept a Jidoka. V podkapitolách kapitoly 2.5 se detailněji zabývám nástroji Toyota Production Systemu. Soustředím se na Kanban a princip tahu, který společně s Jidoka tvoří kostru štíhlé výroby.

Dále se zmiňují o nutnosti standardizace a stabilizace – jak plánování, tak údržby. Z hlediska úspěšnosti zavedení výroby je klíčová motivace zaměstnanců (kap. č. 2.7). Pro snadnější aplikaci dále popisují nástroje, které byly použity při analýze a aplikaci štíhlé výroby v kapitole 2.8. Jedná se o diagram příčin a následků společně s aktivita diagramy. Ty byly využity pro lepší přiblížení procesu výroby laikovi. Diagram příčin a následků ukazuje možné neshodné stavy, které se mohou udát na výrobní lince.

Teoretická část je zakončena úvahou o lean přístupu a jeho přejímání v kap. 2.9.

V praktické části se zabýváme samotnou výrobní linkou a to v kap. 3.1. V této kapitole jsou popsány dílčí procesy, ke kterým dochází. Tento popis byl doplněn aktivita diagramy, které dokáží dobře zachytit návaznost procesů. Mimo jiné bylo zachyceno i rozvržení výrobní linky spolu s diagramem příčin a následků.

Kapitola 3.2 se věnuje aplikaci nástrojů štíhlé výroby. Dochází k sestavení modelu a vypočítání celkové efektivity zařízení pro různé výrobní varianty. Poté se snažím odstranit problémy s ergonomií linky a navrhuji její jiné rozvržení. Výsledky klíčových indikátorů výroby jsou konfrontovány

s diagramem příčin a následků. Z konfrontace jsou vyvozena nápravná opatření.

Posléze je provedena re-evaluace Celkové efektivity zařízení na základě aplikovaných prvků štlílé výroby, která snížila čas potřebný k produkci výrobku v kapitole 3.3. Dále je zhodnocen přínos zavedení Štlílé výroby a to na příkladech klíčových výrobních indikátorech. Hodnoty jsou pro lepší znázornění vyneseny do grafu a porovnány mezi sebou. Pro lepší porozumění jsou výsledky také porovnané pro případ dodávky 2000 ks. Výrobní linka se štlílymi prvky je o více jak 76% rychlejší v doručení dodávky.

Tímto posledním bodem bylo dovršeno splnění všech cílů této práce.

# Literatura

- [1] DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system. 2nd ed. New York: Productivity Press, c2007, 176 p. ISBN 978-156-3273-568
- [2] JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 80-716-9394-4.
- [3] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Vyd. 1. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.
- [4] VEBER, Jaromír. *Management: základy, prosperita, globalizace*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2000, 700 s. ISBN 80-726-1029-5.
- [5] WILSON, Lonnie. *How to implement lean manufacturing*. New York: McGraw-Hill, c2010, xv, 316 p. ISBN 00-716-2507-0 >
- [6] Neustadt, I. Arlow, J. UML 2 a unifikovaný process vývoje aplikací. Computer Press, Brno, 2007.
- [7] OMG [online]. 2010 [cit. 2015 – 12 - 15]. UML 2.3 Superstructure specification. Dostupné z WWW: <<http://www.omg.org/spec/UML/2.3/Superstructure/PDF/>>
- [8] REJNKOVÁ, Petra. Příklady použití diagramů UML 2.0 [online]. 2009 [cit. 2015 – 12 - 15]. Diagram aktivit. Dostupné z WWW: <[http://uml.czweb.org/diagram\\_aktivit.htm](http://uml.czweb.org/diagram_aktivit.htm)>.

# Rejstřík obrázků

OBRÁZEK Č.2.1	SAKIICHI TOYODA, ZDROJ: WWW.WIKIPEDIA.ORG .....	18
OBRÁZEK Č.2.2	KIICHIRO TOYODA, ZDROJ: WWW.TOYOTA-GLOBAL.COM .....	19
OBRÁZEK Č.2.3	EIJI TOYODA, ZDROJ: WWW.TOYOTA-GLOBAL.COM .....	20
OBRÁZEK Č.2.4	ZNÁZORNĚNÍ ZÁKLADNÍCH NÁSTROJŮ TPS, ZDROJ: TOYOTA-FORKLIFTS- BLOG.CO.UK	23
OBRÁZEK Č.2.5	PŘÍKLAD KANBANOVÉHO SUPERMARKETU, ZDROJ: WWW.WIKIPEDIA.ORG .	26
OBRÁZEK Č.2.6	PŘÍKLAD ANDON TABULE, ZDROJ: WWW.AIP-USA.COM .....	28
OBRÁZEK Č.2.7	PRINCIP POKA-YOKE, ZDROJ: WWW.AIP-USA.COM.....	29
OBRÁZEK Č.2.8	ZNÁZORNĚNÍ 5S V GRAFICKÉ PODOBĚ, ZDROJ: WWW.TOYOTA-GLOBAL.COM	32
OBRÁZEK Č.2.9	PŘÍKLAD HEIJUNKA PLÁNOVACÍ TABULE, ZDROJ: WWW.HEIJUNKA.COM .....	34
OBRÁZEK Č.2.10	MOTIVACE ZAMĚSTNANCŮ, ZDROJ:WWW.PERFORMIA.CZ.....	36
OBRÁZEK Č.2.11	DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ .....	39
OBRÁZEK Č.3.1	DIAGRAM AKTIVIT PRO VÝROBNÍ LINKU- ÚSEK DEPANELIZACE A SOUČÁST. TESTU	48
OBRÁZEK Č.3.2	DIAGRAM AKTIVIT PRO VÝROBNÍ LINKU- ÚSEK DEPANELIZACE A SOUČÁST. TESTU	49
OBRÁZEK Č.3.3	DIAGRAM AKTIVIT PRO VÝROBNÍ LINKU- ÚSEK KONEČNÉ MONTÁŽE .....	50
OBRÁZEK Č.3.4	ROZVRŽENÍ VÝR. LINKY PŘED ZAVEDENÍM ZMĚN .....	51
OBRÁZEK Č.3.5	DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ PRO VÝR. LINKU, ZKOUMÁN NESHODNÝ STAV	54
OBRÁZEK Č.3.6	ROZLOŽENÍ VÝROBNÍ LINKY PO APLIKACI ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	60
OBRÁZEK Č.3.7	POROVNÁNÍ CYCLE-TIME PŘED A PO ZAVEDENÍ ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	65
OBRÁZEK Č.3.8	POROVNÁNÍ HODNOTY OEE PŘED A PO ZAVEDENÍ PRVKŮ ŠTÍHLÉ VÝROBY ...	68



# Rejstřík tabulek

TABULKA Č.2.1	SEZNAM PRVKŮ DIAGRAMŮ AKTIVIT .....	42
TABULKA Č.3.1	HODNOTY CYCLE-TIMU ZAŘÍZENÍ PRO OSAZENÍ .....	56
TABULKA Č.3.2	HODNOTY CYCLE-TIMU ZAŘÍZENÍ PRO TESTOVÁNÍ A FINÁLNÍ MONTÁŽ .....	56
TABULKA Č.3.3	KLÍČOVÉ INDIKÁTORY VÝROBY – PŘED APLIKACÍ ŠTÍHLÉ VÝROBY.....	57
TABULKA Č.3.4	HODNOTY CYCLE-TIME ZAŘÍZENÍ PRO OSAZENÍ PŘED A PO TPS .....	64
TABULKA Č.3.5 PŘED A PO TPS	HODNOTY CYCLE-TIME ZAŘÍZENÍ PRO TESTOVÁNÍ A KONEČNOU MONTÁŽ 64	
TABULKA Č.3.6	KLÍČOVÉ INDIKÁTORY VÝROBY – PŘED APLIKACÍ ŠTÍHLÉ VÝROBY.....	66
TABULKA Č.3.7	KLÍČOVÉ INDIKÁTORY VÝROBY – PO APLIKACÍ ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	67
TABULKA Č.3.8	POROVNÁNÍ ÚSPOR PRO VÝROBU 2000 KS JEDNOTEK.....	68

# Evidence výpůjček

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této diplomové práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

V Praze, dne 6.1.2016

Jméno: Martin Kadeřábek

<b>Jméno</b>	<b>Katedra / Pracoviště</b>	<b>Datum</b>	<b>Podpis</b>