



Neustálé zlepšování a lean management ve vybraném podniku

Bakalářská práce

Studijní program:

B0413A050006 Podniková ekonomika

Studijní obor:

Management výroby

Autor práce:

Erika Sůvová

Vedoucí práce:

Ing. Eva Štichhauerová, Ph.D.

Katedra podnikové ekonomiky a managementu





Zadání bakalářské práce

Neustálé zlepšování a lean management ve vybraném podniku

Jméno a příjmení: **Erika Sůvová**
Osobní číslo: E19000531
Studijní program: B0413A050006 Podniková ekonomika
Specializace: Management výroby
Zadávací katedra: Katedra podnikové ekonomiky a managementu
Akademický rok: **2021/2022**

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska v oblasti lean managementu.
2. Představení vybraného podniku a konkrétního výrobního procesu.
3. Analýza efektivity vykonávaných činností.
4. Identifikace potenciálu ke zlepšení.
5. Nástin možných řešení.
6. Závěrečné zhodnocení.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

30 normostran
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

- BAUER, Miroslav, 2015. *Leadership s využitím kaizen a lean*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0390-3.
- HAMMER, Michael a Lisa W. HERSMAN, 2013. *Rychleji, levněji, lépe: devět faktorů účinné transformace podnikových procesů*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-253-6.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.
- LIKER, Jeffrey K. a James K. FRANZ, 2011. *The Toyota way to continuous improvement: linking strategy and operational excellence to achieve superior performance*. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-147746-8.
- LIKER, Jeffrey K., 2013. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0071392310.
- PROQUEST, 2021. *Databáze článků ProQuest* [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [Cit. 2021-09-26]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz>
- SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3938-0.

Konzultant: Tomáš Svobodník, vedoucí modulu obrábění na úseku výroby

Vedoucí práce:

Ing. Eva Štichhauerová, Ph.D.
Katedra podnikové ekonomiky a managementu

Datum zadání práce:

1. listopadu 2021

Předpokládaný termín odevzdání: 31. srpna 2023

L.S.

doc. Ing. Aleš Kocourek, Ph.D.
děkan

Ing. Eva Štichhauerová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

18. dubna 2022

Erika Sůvová

Neustálé zlepšování a lean management ve vybraném podniku

Anotace

Bakalářská práce na téma „Neustálé zlepšování a lean management ve vybraném podniku“ se zabývá využitím principů lean managementu ve společnosti ZF Automotive Czech s.r.o., předního výrobce brzd do automobilů. Cílem bakalářské práce je na základě teoretických znalostí analyzovat současný stav uplatňování metod lean managementu ve výrobním procesu na konkrétní výrobní lince, na základě zjištěných skutečností a pozorování identifikovat případné nedostatky a doporučit opatření, která by měla přispět ke zlepšení dodržování zavedených metod štihlé výroby a odstranit možné zdroje plýtvání. Smyslem těchto doporučení je přispět k celkovému zefektivnění vybraného výrobního procesu. Rešeršní část práce je zaměřena na teoretická východiska lean managementu, vybrané dílčí metody a nástroje štihlé výroby. Případová studie se zabývá hodnocením stavu využití vybraných nástrojů lean managementu. V jejím úvodu je nejprve představena společnost a výrobní procesy v jablonecké pobočce této společnosti. Následně je zmapován současný stav využití nástrojů lean managementu na konkrétní montážní lince a identifikovány některé nedostatky. Ke zjištěným nedostatkům v oblasti dodržování zásad lean managementu v dané společnosti byla formulována doporučení ke zlepšení.

Klíčová slova

Balancování linky, Lean management, Kaizen, metoda 5S, plýtvání ve výrobním procesu, standardizace, štihlá výroba

Annotation

Continuous Improvement and Lean Management in a Selected Company

The bachelor's thesis on the topic "Continuous improvement and lean management in a selected company" focuses on the use of lean management principles in the company ZF Automotive Czech s.r.o., a leading manufacturer of car brakes. The aim of the bachelor thesis is based on theoretical knowledge to analyze the current state of application of lean management methods in the production process on a specific production line. Based on findings and observations identify potential deficits and recommend measures to improve compliance with established methods of lean production and eliminate possible sources of waste. The purpose of these recommendations is to contribute to the overall streamlining of the selected production process. The research part of the work is focused on the theoretical basis of lean management, selected partial methods and tools of lean production. The case study deals with the evaluation of the state of use of selected lean management tools. In its introduction, the company and production processes in the Jablonec branch of this company are first introduced. Subsequently, the current state of use of lean management tools on a specific assembly line is mapped and some shortcomings are identified. Recommendations for improvement were formulated for the identified shortcomings in the area of compliance with lean management principles in the given company.

Key Words

Lean management, lean production, line balancing, Kaizen method, waste in the production process, 5S methodology

Obsah

| | |
|---|-----------|
| Seznam obrázků..... | 11 |
| Seznam zkratk..... | 12 |
| Úvod..... | 13 |
| 1 Teoretická východiska v oblasti lean managementu..... | 15 |
| 1.1 Koncept lean..... | 15 |
| 1.2 Štíhlé řízení – lean management..... | 16 |
| 1.3 Štíhlá výroba – lean production..... | 18 |
| 1.4 Plýtvání..... | 19 |
| 1.5 Vybrané metody a nástroje štíhlé výroby..... | 22 |
| 1.5.1 Kaizen..... | 22 |
| 1.5.2 Metoda 5S..... | 23 |
| 1.5.3 Jidoka..... | 25 |
| 1.5.4 TPM..... | 25 |
| 1.5.5 SMED..... | 26 |
| 1.5.6 Plánovací princip tahu..... | 26 |
| 1.5.7 Kanban..... | 27 |
| 1.5.8 Poka Yoke..... | 27 |
| 1.5.9 Standardizace práce..... | 27 |
| 1.5.10 Balancování výrobní linky..... | 28 |
| 2 Charakteristika vybraného podniku a procesu..... | 29 |
| 2.1 Představení vybraného podniku..... | 30 |
| 2.2 Štíhlá výroba ve vybrané společnosti..... | 31 |
| 2.3 Charakteristika výrobního procesu..... | 34 |
| 2.4 Proces montáže kompletační linky..... | 34 |
| 3 Analýza stavu využívání nástrojů štíhlé výroby v ZF JAB..... | 39 |
| 3.1 Metoda 5S..... | 39 |
| 3.2 Jidoka..... | 41 |
| 3.3 TPM..... | 42 |
| 3.4 Standardizace práce, vizualizace..... | 45 |
| 3.5 Balancování výrobní linky 5J..... | 47 |
| 3.5.1 Procesní diagram..... | 47 |
| 3.5.2 Grafické znázornění naměřených časů..... | 49 |
| 3.5.3 Návrh vybalancování linky..... | 50 |

| | |
|---|-----------|
| 3.5.4 Vliv navržené změny na produktivitu práce | 52 |
| 3.6 Identifikace problémových míst na lince 5J | 53 |
| Závěr | 59 |
| Seznam použité literatury | 61 |
| Seznam příloh | 63 |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obr. 1 Raise your hand systém (vpravo), příklad vyplněné ručičky (vlevo)..... | 33 |
| Obr. 2 Nástěnka Raise your hand | 33 |
| Obr. 3 Schématický layout montážní linky 5J..... | 35 |
| Obr. 4 Montážní linka, přepravníkové paletky, přepravky pro materiál | 36 |
| Obr. 5 Příklad kanbanové karty | 37 |
| Obr. 6 Panel s přípravky na montážní lince 5J | 41 |
| Obr. 7 Etalony – kalibrované vzorové vadné a dobré brzdy | 41 |
| Obr. 8 TPM koncept | 42 |
| Obr. 9 TPM informační tabule | 44 |
| Obr. 10 Příklad standardizace na montážní lince | 46 |
| Obr. 11 Barevné odlišení triček pro zaměstnance | 47 |
| Obr. 12 Procesní diagram pro linku 5J | 48 |
| Obr. 13 Graf měření cyklových časů na lince 5J..... | 50 |
| Obr. 14 Návrh balancování výrobní linky 5J | 51 |
| Obr. 15 Výpočet ekonomického přínosu | 53 |
| Obr. 16 Palety umístěné v cestě pro pěší..... | 54 |
| Obr. 17 Zakrytá informační tabule | 56 |
| Obr. 18 Využití přihrádky pro šrouby | 57 |
| Obr. 19 Umístění rozpěrek na lince..... | 58 |
| Obr. 20 Nevhodné umístění šroubováku | 58 |

Seznam zkratek

| | |
|--------|---|
| LPO | Lean Production Office |
| SMED | Single Minute Exchange of Die (rychlé přeseřzení) |
| TPM | Total Productive Maintenance (Totálně produktivní údržba) |
| TPS | Toyota Production System (Výrobní systém Toyota) |
| VSM | Value Stream Mapping (mapování hodnotového toku) |
| ZF | ZF Automotive Czech s.r.o. |
| ZF JAB | pobočka ZF v Jablonci nad Nisou |
| ZF PS | ZF Production System |
| 5S | Metoda Rozděl (Seiri), Seřídí (Seiton), Uspořádej (Seiso), Zdokumentuj (Seiketsu), Dodržuj (Shitsuke) |

Úvod

Bakalářská práce na téma „Neustálé zlepšování a lean management ve vybraném podniku“ se zabývá filozofií štihlé výroby a jejími principy, které jsou uplatňovány ve vybrané společnosti.

Cílem bakalářské práce je na základě teoretických znalostí analyzovat současný stav uplatňování metod lean managementu ve výrobním procesu na konkrétní výrobní lince, na základě zjištěných skutečností a pozorování identifikovat případné nedostatky a doporučit opatření, která by měla přispět ke zlepšení dodržování zavedených metod štihlé výroby a odstranit možné zdroje plýtvání. Smyslem těchto doporučení je přispět k celkovému zefektivnění vybraného výrobního procesu.

Bakalářská práce je strukturována do dvou částí. První část bakalářské práce v rešerši teoreticky vymezuje popis základních pojmů a definuje filozofii lean managementu, která si klade za cíl zvyšovat přidanou hodnotu všech firemních činností pro zákazníka a zároveň snižovat úroveň plýtvání zdroji, ať už se jedná o finanční prostředky, lidskou práci, čas, materiál nebo skladové prostory. Vysvětleny budou základní principy řízení štihlé výroby, vymezen pojem plýtvání a jeho druhy, popsány vybrané nástroje a techniky štihlé výroby.

Druhá část bakalářské práce, případová studie, je zaměřena na společnost ZF Automotive Czech s.r.o., předního výrobce brzd do automobilů, která je nejprve v úvodu stručně představena. V další části případové studie je analyzován výrobní proces na kompletační lince zadní elektrické parkovací brzdy, popsána štihlá výroba v pobočce v Jablonci nad Nisou a tým, který se zabývá touto problematikou. V neposlední řadě je vysvětlena technologie výroby, výrobní provoz a sledovaná montážní linka.

Následně je provedena analýza stavu nástrojů štihlé výroby na sledované montážní lince. Na základě shromážděných podkladů a pozorování autorky jsou identifikovány dílčí nedostatky a k nim navržena možná opatření, jejichž aplikace by měla přispět k účelnému hospodaření na pracovišti a dodržování metod lean managementu.

1 Teoretická východiska v oblasti lean managementu

V úvodní části bakalářské práce je představena koncepce štíhlé výroby, její metody a vybrané nástroje z hlediska odborné literatury. Definovány budou základní pojmy a principy lean managementu, charakterizováno plýtvání v podnikových procesech (tzv. „muda“) a popsány jeho druhy. Pozornost bude věnována nástrojům štíhlé výroby, které v tuto chvíli využívá vybraná společnost ZF Automotive Czech s.r.o. (dále ZF), a strategii Kaizen, která je nosným tématem práce.

1.1 Koncept lean

Kořeny lean lze nalézt v poměrně dávných dobách moderního managementu. Sahají do období rané masové výroby kolem roku 1910 v továrně Henryho Forda, který prosazoval průlomovou teorii F. Taylora, F. Gilbretha a dalších s cílem vyrobit co nejvíce automobilů v nejkratší době (Liker 2007).

Koncept štíhlé výroby začal vznikat v 50. letech 20. století ve firmě Toyota Motors v Japonsku. Záměrem japonských výrobců automobilů byla schopnost vyrábět auta rychleji, kvalitněji a zároveň levněji než jejich konkurenti. Z tohoto důvodu hledali vhodné řešení, které dalo za vznik principům štíhlé výroby a jejímu řízení ve firmě. Přestože byl koncept vyvinut v automobilovém průmyslu v Japonsku a utvářel se v oblasti hromadné výroby, principy štíhlého řízení slouží jako inspirace při řešení mnoha problémů napříč všemi oblastmi řízení výroby v podnicích nebo službách (Váchal a Vochozka 2013).

Jak uvádí Svozilová (2011), identifikace, hodnocení a následné zlepšování podnikových procesů je standardní přístup k řízení podnikových aktivit zaměřených na zvyšování výkonnosti. Dodává, že *„zlepšování podnikových procesů je činností zaměřenou na postupné zvyšování kvality, produktivity nebo doby zpracování podnikového procesu prostřednictvím eliminace neproduktivních činností a nákladů“* (Svozilová 2011, s. 19).

Košťuriak a Frolík (2006, s. 37) konstatují, že *„lean se orientuje na systematickou eliminaci plýtvání z podnikových procesů a maximalizaci přidané hodnoty“*.

Bradley (2015) k tomu dodává, že lean lze považovat za sadu nástrojů sloužících k vylepšení procesu. Nejdůležitějším z těchto nástrojů je zkrácení času potřebného k provedení procesu od začátku do konce (doba realizace procesu). Poukazuje na to, že nástroje lean by měly být jednoduché, intuitivní a lehce naučitelné.

V současné ekonomice, kdy je kladen důraz na to vyrábět rychleji a efektivněji než konkurence, hledají podniky různé způsoby, jak pružně reagovat na požadavky zákazníka a jeho poptávku s cílem dodat přesně to, co zákazník požaduje, v potřebném množství, ve správný čas, bez chyb a při nejnižších nákladech. Cílem této snahy je maximalizovat zisk s vynaložením minimálního úsilí.

Jak dále uvádí Bradley (2015), výsledky dosažené v podnikání lze popsat jako proces a sérii kroků. Z těchto důvodů mnoho podniků přistoupilo k zavádění inovativních metod, tak aby byly na trhu konkurenceschopné, získávaly a udržely si zákazníky a vytvářely zisk. Mezi tyto metody patří štíhlé řízení a štíhlá výroba.

1.2 Štíhlé řízení – lean management

Filozofie lean managementu si klade za cíl zvyšovat přidanou hodnotu veškerých firemních činností pro zákazníka a zároveň snižovat úroveň plýtvání zdroji, ať už se jedná o finanční prostředky, lidské zdroje, čas, materiál či skladové prostory. Díky minimalizaci plýtvání se pak může zvýšit přidaná hodnota pro zákazníka nebo snížit jeho náklady. Tuto metodiku vyvinula firma Toyota jako Toyota Production System (TPS, česky výrobní systém Toyota) v Japonsku (Liker 2013). Zakladatelem této filozofie byl Taiichi Ohno (Ohno 2013).

Jak uvádí Keřkovský a Valsa (2012, s. 89), „*lean management je koncepce zaměřená jednak na optimalizaci procesů, jednak na co největší uspokojování potřeb zákazníka.*“ Zjednodušeně lze říci, že jde o komplexní filozofický systém, který se orientuje na celý podnik. Všechny aktivity na všech stupních výrobního procesu musí být schopny vytvořit hodnotu, za kterou je zákazník ochoten zaplatit. Pokud tomu tak není, ale přesto se uskutečňují, ukazují na skryté plýtvání.

Keřkovský a Valsa (2012) definovali hlavní principy štíhlého řízení následovně:

- plánovací princip pull – výroba pružně reagující na požadavky zákazníka a poptávku;
- princip zamezení plýtvání a optimalizace hodnotového řetězce;
- princip nepřetržitosti – zlepšování je kontinuální proces, který nikdy nekončí;
- princip zaměření se na podstatné aktivity a schopnosti – využití klíčových schopností firmy v rámci hodnotového řetězce oproti konkurenci.

Zavádění lean modelu může být pro názornost dle Bradleyho (2015) shrnuto do následujících bodů:

1. určení metrik, které jsou důležité pro zlepšení cílového procesu;
2. zhotovení mapy hodnotového toku (angl. *Value Stream Map*, dále VSM) stávajících procesů;
3. nalezení ztrát a vylepšení procesu např. pomocí brainstormingu;
4. zhotovení VSM budoucích procesů reflektujících navržené změny;
5. upřednostnění vylepšení a jejich implementace, využití kaizen¹ schůzek na dodatečné zlepšení;
6. ověření, že se proces zlepšil dle hypotéz;
7. návrat ke kroku 2 a opakování procesu.

Mezi aktivní otázky, které Bradley (2015) dále zmiňuje a které je třeba si pokládat, aby bylo zavádění lean v podniku úspěšné, jsou: kolik lean programů je možné aplikovat současně, který by měl být prioritní, jak by měl management podniku zavádění podpořit, jak složit jednotlivé lean projektové týmy, jak lean projekty plánovat, jaké jsou běžné nedostatky, se kterými je možné se v lean programech setkat. Dále podotýká, že projekty lean by měly být realizovány v týmu, protože jedna osoba zpravidla neobsáhne všechny procesy. Autor doporučuje přizvání externí osoby k řešení problému z důvodu komplexního, nezaujatého pohledu na danou situaci a prostředí. Lean tým by měl dále zahrnovat kromě manažerů i jednotlivé zaměstnance, kteří v procesech pracují. Tito pracovníci díky

¹ Pojem kaizen je blíže vysvětlen v kapitole 1.5.1.

zkušenostem a každodenní praxí mnohdy přinesou efektivní a rychlé řešení. Následně v zavádění úprav bývají vstřícnější, protože se na tvorbě zlepšení podíleli.

Bradley (2015) vysvětluje, že před rokem 1950 bylo zvýšení kvality spojeno s navýšením nákladů. Praxe ale ukázala, že při zavádění prvků štíhlé výroby se kvalita může zlepšit a náklady mohou klesat. Pokud je model zaváděn správně, ukazuje se, že i malá investice do zavedení lean přinese zpravidla velmi vysokou návratnost.

Hammer a Hershman (2013) uvádějí pět základních hodnot firemní kultury procesní organizace, jimiž jsou „*týmová práce, zaměření na zákazníka, odpovědnost, vstřícnost vůči změnám a disciplína.*“

V průmyslově vyspělých zemích byly postupně vyvinuty ucelené koncepty řízení výroby, jejichž společným znakem je, že byly vyvinuty za účelem eliminace neefektivních dříve používaných systémů řízení výroby. Mezi nejznámější patří **koncept štíhlé výroby** (Keřkovský a Valsa 2012). Tím se bude zabývat následující podkapitola.

1.3 Štíhlá výroba – lean production

Štíhlou výrobu lze definovat jako koncept strategie, který klade hlavní důraz na plnění zákaznických požadavků a úsporné hospodaření se všemi zdroji. Dle Váchala a Vochozky (2013) je charakterizována snahou odstranění všech ztrát a prvořadým zaměřením se na potřeby a požadavky zákazníka. Všechny tyto aktivity, které přispívají ke zlepšení celého podniku, by se neobešly bez zapojení všech zaměstnanců, kteří by měli aktivně a neustále hledat drobná zlepšení.

Shodně Bauer a Haburiová (2015, s. 9) popisují štíhlou výrobu jako „*komplexní organizaci vývoje a výroby produktu, vztahů s dodavateli a zákazníky, která optimalizuje požadavek klienta tak, aby bylo zapotřebí méně lidské práce, kapitálu i času a výrobky byly kvalitnější.*“ Dodávají, že jde o „*výrobu s optimalizovanými procesy s minimem plýtvání*“ (Bauer a Haburiová 2015, s. 129).

Podobnou definici použili i Košturiak a Frolík (2006, s. 17), dle nichž je štíhlá výroba „*filozofie, která usiluje o zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem eliminací*

plýtvání v řetězci mezi nimi“. Zároveň doplňují, že štihlost podniku znamená dělat jen nutné věci, dělat je správně hned napoprvé, rychleji než konkurence a s nižšími výdaji.

Závěrem lze uvést definici štíhlé výroby podle zakladatele TPS, Taiichiho Ohna. Ten označuje štíhlou výrobu za výrobní přístup, který se zaměřuje na odstraňování plýtvání a eliminaci ztrát od prvotního kontaktu se zákazníkem a převzetí jeho požadavku, přes samotný výrobní proces až po předání hotového výrobku zákazníkovi a obdržení platby (Ohno 1988). V tomto čase je třeba odstranit všechno plýtvání, které nepřidává hodnotu.

1.4 Plýtvání

Jak vyplývá z úvodního textu, mezi hlavní cíle filozofie štihlosti patří eliminace jakéhokoliv plýtvání v podniku napříč všemi platformami.

Za plýtvání je považováno všechno to, co se v podniku vykonává, stojí peníze a nepřidává výrobku nebo službě hodnotu, za kterou je zákazník ochoten zaplatit (Liker 2013). Hlavním tématem při zavádění štíhlé výroby je hledání tzv. úzkého místa. Lze ho popsat jako místo, kde dochází ke ztrátám a plýtvání zdroji ve výrobním procesu. Jakákoliv ztráta pak znamená, že podnik přichází o zisk.

Při analýze výroby je možné vysledovat zjevné i skryté druhy plýtvání. Zjevné plýtvání lze odhalit snadno, skryté pak obtížněji (Váchal a Vochozka 2013).

Košťuriak a Frolík (2006, s. 19) definují plýtvání jako *„všechno, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby bez toho, aby zvyšovalo jejich hodnotu“*.

Podobně Mašín a Mašín (2012, s. 15) charakterizují plýtvání jako *„vše, co nepřidává produktu hodnotu, anebo ho nepřibližuje zákazníkovi“*. Zohledněna je přitom jak manuální, tak i duševní činnost. Opakem tohoto plýtvání je efektivní práce s nárůstem hodnoty nebo práce, která přibližuje produkt zákazníkovi. Autoři Mašín a Mašín (2012) dále plýtvání definují jako činnosti, které se musí vykonávat, ale mohly by být eliminovány nebo redukovány zlepšením pracovní metody nebo uspořádáním.

Z hlediska zvyšování produktivity nebývá příčinou zjevné plýtvání, které je snadno identifikovatelné a lehce odstranitelné, ale to skryté (Mašín a Mašín 2012, Váchal a Vochozka 2013).

Jak upozorňují Košturiak a Frolík (2006), rozpoznání zdrojů plýtvání v podniku je prvním krokem k výběru vhodných cest k jeho účinnému odstraňování.

Zdroje plýtvání v podniku seřadil Taichii Ohno, zakladatel výrobního systému společnosti Toyota, do sedmi základních skupin někdy nazývaných jako „*Sedm smrtelných ztrát*“ (Bradley 2012, s. 39) a označil je jako „muda“. V literatuře je možné najít různé interpretace původního třídění, které je možné aplikovat nejen ve výrobním prostředí. Téměř všude je pak uveden i osmý druh plýtvání.

Následujících osm druhů plýtvání v podnikových výrobních procesech vychází ze specifikace výrobního systému Toyota (Liker 2013).

1. **Nadvýroba** vzniká tehdy, pokud je zboží vyrobeno dříve, než je přijata objednávka od zákazníka. S tím souvisejí náklady na jejich skladování na všech stupních výroby, transport, vícepráce, opravy, pracovní sílu.

2. Ke ztrátám způsobeným **čekáním** dochází, když pracovníci nemohou vykonávat činnosti z technických nebo organizačních důvodů. Mezi takové prostoje může patřit čekání u stroje, na práci, materiál, nástroje, díly, selhání stroje, seřízení stroje, absence zásob, dlouhé dopravní cesty uvnitř podniku. Mašín a Mašín (2012) podotýkají, že čekání prodlužuje průběžnou dobu, která je kritickým parametrem štíhlé výroby. V některých případech se uvádí, že seřízení stroje bylo vhodnou organizací zkráceno z několika hodin i na několik minut (Váchal a Vochozka, 2013).

3. **Nadbytečná doprava a přeprava** je převoz materiálu, který nevytváří pro zákazníka přidanou hodnotu, ale pouze zvyšuje náklady (Váchal a Vochozka 2013). Jedná se o dlouhé vzdálenosti způsobující neefektivní dopravu dílů, dokončeného zboží do skladu, ze skladu nebo mezi jednotlivými procesy, přenášení dílů a výrobků v rámci pracoviště.

4. Do kategorie **složité a nadstandardní pracovní postupy** patří provádění nepotřebných kroků ke zpracování dílů za použití špatných nástrojů nebo např. několikanásobná evidence dat, neefektivní zpracování kvůli špatné konstrukci nástroje a produktu.

5. Mezi **nadbytečné zásoby** lze zahrnout nadbytek nezpracovaného materiálu, hotového zboží a rozpracované výroby, které převyšují minimální zásobu potřebnou k zajištění plynulého chodu. S nadměrnými zásobami jsou spojeny náklady na skladování, manipulaci, hrozí fyzické zastarávání a defekty. Mašín a Mašín (2012) uvádějí, že tyto projevy lze najít tam, kde podnik plánuje dle principu tlaku, protože skutečné aktuální potřeby zákazníků se výrazně liší od plánovaných odhadů.

6. Za **nadbytečné a neefektivní pohyby** lze považovat jakýkoli zbytečný pohyb či manipulaci, kterou musí zaměstnanci nebo stroje během své práce provádět. Může se jednat o vyhledávání, ztíženou dostupnost potřebných dílů, nástrojů, zdlouhavou kompletaci, přemísťování nástrojů, ale i chůzi (Liker 2013). Mašín a Mašín (2012) spojují tyto zbytečné pohyby s ergonomií, kde špatné ergonomické řešení negativně ovlivňuje produktivitu, kvalitu i bezpečnost práce. Váchal a Vochozka (2013) objasňují, že nadbytečné pohyby lze odstranit například důsledným dodržováním metody 5S.

7. **Vadné výrobky a opravy** jsou způsobeny výrobou vadných či jinak neshodných dílů, které nesplňují předepsané požadavky. Jejich následná oprava, přepracování kusů, zmetkovitost, náhradní výroba a kontrola znamenají plýtvání manipulací, materiálem, časem a energií zaměstnanců. Váchal a Vozka (2013) poukazují na to, že kontrola kvality by měla být prováděna průběžně.

8. **Nevyužitá kreativita a znalosti zaměstnanců** spočívá v nedostatečném využívání znalostí, tvořivosti a dovedností zaměstnanců. Se ztrátou potenciálu se pojí ztráta času, nápadů, schopností, vylepšení a příležitostí. Nastává, pokud ekonomický subjekt nezapojuje adekvátní zaměstnance do procesu, nepodpoří jejich aktivitu, nápady a činorodost.

Taichii Ohno považuje jako hlavní zdroj plýtvání nadvýrobou, která má za následek většinu následných plýtvání (Liker 2013).

1.5 Vybrané metody a nástroje štihlé výroby

V pojetí štihlého myšlení se používá celá řada nástrojů, které vedou k naplňování filosofie lean managementu a odstraňování ztrát. Vybranými nástroji, které jsou relevantní pro účely této bakalářské práce, se po teoretické stránce zabývá následující kapitola. Postupně budou představeny principy a metody štihlé výroby Kaizen, 5S, Jidoka, TPM, SMED, Poka Yoke, Kanban, balancování výrobní linky a standardizace práce. Zejména tyto nástroje používá vybraná společnost, aby optimalizovala své pracovní, výrobní a logistické procesy s cílem, aby byly rychlé, efektivní a bezpečné.

1.5.1 Kaizen

Metoda Kaizen pocházející z Japonska je považována za základní kámen a předpoklad všech metod štihlé výroby. Kaizen neboli filosofie malých změn, vychází z japonského slova, které v překladu znamená „změnu k lepšímu“ nebo také „zdokonalení“.

Konkrétně jde o kontinuální hledání příležitostí pro zlepšení v jakékoli v části firemního procesu a oblasti podniku za účasti všech zaměstnanců (Váchal a Vochozka 2013).

Toto neustálé hledání cest, jak lze dělat věci efektivněji a precizněji, pak vede k minimalizaci plýtvání a zvyšování přidané hodnoty pro podnik i zákazníka (Svozilová 2011).

Bauer a Haburaiová (2015) definují princip Kaizen jako neustálé zlepšování po malých krocích, a to ve všech oblastech fungování. Zaměřuje se především na zlepšování, která představují minimální nebo žádné dodatečné náklady. Zde je vidět rozdíl mezi inovací, která bývá většinou spojena s vysokými investicemi do technologií či strojního zařízení. Ovšem dodávají, že v českých podmínkách je vzhledem k mentalitě a nedávné minulosti cesta trvalého zlepšování mimořádně obtížný úkol. Bauer a Haburaiová konstatují (2015, s. 82), že „k filozofii *Kaizen patří vyjmutí toho, co je škodlivé a nebezpečné pro lidi (kai), a volba toho, co je správné nebo dobré (zen)*“.

Největší význam této filosofie je ve zlepšování po malých krůčcích, které v dlouhodobém horizontu vedou k velkým výsledkům (Váchal a Vochozka 2013).

Keřkovský a Valsa (2012, s. 138) upřesňují: „Kaizen znamená stálé zlepšování, v drobných krocích, jako opak rozsáhlých opatření racionalizačních akcí.“

Rother tvrdí (2017, s. 40), že, „*neustálé zlepšování znamená každodenní zmapování všech procesů*“ a dodává, že toto zlepšování pokračuje, i když bylo dosaženo cílů. Podstatou tohoto zlepšování jsou malé postupné kroky. Kromě toho pouhé udržování stávajícího stavu by mohlo znamenat hrozbu dalšího upadání a zaostávání za konkurencí (Rother 2017).

Autoři Hammer a Hershman (2013) shodně vnímají, že jde o kontinuální procesy, které od základu mění způsob, jakým všichni pracují a jakým je organizována práce, a dodávají, že nejobtížnějším úkolem je vytrvat v započatém úsilí, nevracet se zpět ke starým způsobům.

Uplatňování metody Kaizen je nejdůležitější v časech, když je ekonomika silná a firma profituje (Ohno 2013).

1.5.2 Metoda 5S

Jedním z nejdůležitějších a nejčastěji používaných nástrojů štíhlé výroby a zajištění štíhlého pracoviště je implementace metody 5S, která je aplikovatelná v jakémkoliv oboru. Jde o cyklus s pěti fázemi, který se zaměřuje na uspořádání pracoviště tak, aby bylo funkční, přehledné, čisté a bezpečné. Nelze ji chápat pouze jako udržování pořádku (Bauer a Haburaiová, 2015).

Metoda 5S napomáhá k zamezování ztrát pomocí lepší organizace pracovních ploch, díky které dochází k získávání většího přehledu o průběhu procesů (Váchal a Vochozka 2013). Mašín a kol. (2007, s. 69) uvádí, že tato metoda je základním elementem každého štíhlého systému a „*udržuje na pracovišti pouze to, co je tam potřebné, a na místech, která jsou k tomu určena.*“ Košturiak a Frolík (2006, s. 24) doplňují, že „*štíhlé pracoviště je základem štíhlé výroby*“.

Liker a Meier (2006) vidí hlavní cíl této metody ve vyčistění pracovního prostoru tak, aby nedocházelo k časovým ztrátám kvůli zbytečným pohybům, přemísťování materiálů, hledání náradí a komponentů. Svozilová (2011) upřesňuje, že smyslem zavádění této metody v podniku je podpora štíhlého pracoviště, ve kterém se zaměstnanec může snadno orientovat,

a umožňuje mu vyhledat a vybrat požadovaný nástroj ergonomicky přívětivým způsobem, který šetří jeho čas a síly. Podle Likera (2007) úspěch zavedení 5S do systému závisí na správném pochopení smyslu zavádění této metody všemi zúčastněnými, porozumění všech přínosů, a odpovědném aplikování celého cyklu v každodenních pracovních činnostech.

První tři kroky popisují jednoduché postupy ke změně pracoviště a následující dva jsou nástroji, kterými se po zavedení snaží společnost principy této metody dodržovat a případně zlepšovat.

Ve zkratce popsal tuto metodiku Bradley (2012), viz níže.

Krok 1. **Seiri** (angl. *Sort*) – **třídít**: odstranění nepotřebného nářadí, zařízení, strojů, dílů, které nepatří na plochu a nejsou potřebné pro stávající výrobní operace. NBalezení předmětu musí vyžadovat minimum času a úsilí.

Krok 2. **Seiton** (angl. *Set in order*) – **nastavit pořádek**: smyslem je označit a uspořádat potřebné předměty a zařízení tak, aby byly snadno k nalezení a blízko místa, kde jsou používány. Nezbytné předměty by měly zůstat na pracovišti, občas používané na kraji pracoviště nebo ve skladu. Využívá se vizuální řízení, např. opatření štítky, barevným nátěrem.

Krok 3. **Seisou** (angl. *Shine*) – **stále čistit**: udržování pořádku na pracovišti, nástroje musí být před uložením vyčištěny, pracovitě uklizeno, stroje zkontrolovány. Čištění pomáhá odhalovat drobné poruchy a závady na zařízení.

Krok 4. **Seiketsu** (angl. *Standardize*) – **standardizovat**: znamená stanovit standardy pro udržování nového uspořádání až do doby, než se situace změní. Standardizace zahrnují osvojení předchozích tří kroků tak, aby se z nich stala rutina.

Krok 5. **Shitsuke** (angl. *Sustain*) – **setrvat**: osvojení dodržování a stálého zlepšování výše nastavených postupů a zároveň kontrola, aby proces nesklouzl do starých kolejí.

Podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 65) je hlavním cílem štíhlého pracoviště zvýšení výkonnosti, snížení úrazovosti a zatížení organismu, zvýšení autonomie, zlepšení kvality a stability procesu.

1.5.3 Jidoka

Jidoka je další metodou k eliminaci plýtvání ve výrobě a jeden ze základních pilířů TPS. Vadný díl by neměl být nikdy propuštěn a předán na další pracoviště (Liker 2007). Jedná se o koncepci řízení jakosti, jejímž cílem je, aby se problémy řešily v místě jejich vzniku, aby nepostupovaly do následujících procesů a byla sjednána jejich nejrychlejší náprava (Liker a Meier, 2006).

Váchal a Vochozka (2013 s. 478) popisují, že „*tato opatření umožňují automaticky detekovat a předcházet chybám při výrobě*“. Výrobní zařízení se v případě zjištění chyby automaticky zastaví a informuje o problému operátora stroje. Konkrétně se jedná o stroje, které fungují bez lidského dohledu a v případě závady spustí alarm. Pomáhají tak lidem soustředit se na podstatnější věci a řešení závady, ne pouze na monitorování stroje.

Hlavní cíl této metodiky vnímá Bauer a Haburinová (2015) v eliminaci chyb zamezením výroby neshodného kusu a především expedici takového kusu z výroby a odeslání zákazníkovi.

1.5.4 TPM

Totálně produktivní údržba (angl. *Total Productive Maintenance*, dále TPM) je proces zlepšování způsobů, jakým jsou technologie využívány a udržovány. Váchal a Vochozka (2013) uvádějí, že se jedná o metodu údržby výrobních zařízení, která se zaměřuje především na prevenci, ale zároveň se věnuje i příčinám poruch a výpadků. Vychází z předpokladu, že jednoduché opravy a pravidelnou údržbu strojů může udělat ideálně ten, kdo stroj zná nejlépe a kdo s ním pracuje každý den. Podstatou úspěchu je dobrá spolupráce a zapojení výrobních operátorů a zaměstnanců údržby. Košturiak a Frolík (2006) tento prvek štíhlé výroby definují jako zvyšování produktivity zařízení tím, že se systematicky redukuje

všechn čas, který ubírá danému stroji kapacitu (výroba zmetků, přestavování zařízení, poruchy apod.) tak, aby nedocházelo k přerušování jejich práce.

TPM je jedinečná japonská filozofie, která byla vyvinuta na základě konceptů a metod produktivní údržby. Tento koncept byl poprvé představen japonským dodavatelem Toyota Motor Company v roce 1971. Jde o inovativní přístup k údržbě, který optimalizuje efektivitu zařízení, eliminuje poruchy a podporuje autonomní údržbu ze strany operátorů prostřednictvím každodenních činností zahrnujících celkovou pracovní sílu (Ahuja a Khamba 2008).

1.5.5 SMED

SMED je zkratka anglického sousloví *Single minute exchange of dies*. Do češtiny je překládána jako rychlé přeseřízení nebo rychlá výměna nástroje, doslovně během jedné minuty. Cílem je minimalizace doby, která je potřebná pro přestavení výrobního procesu z produkce jednoho produktu na druhý. Analyzují se všechny kroky, které je třeba učinit při seřízení linky a její přípravě na další odlišnou výrobní dávku. Podle SMED by měl být v tomto procesu minimalizován čas a potřebný materiál.

1.5.6 Plánovací princip tahu

Princip tahu (ang. *PULL*) je založen na poptávce cílového zákazníka, který určuje, co se má vyrobit, kdy má být předmět dodán a v jakém množství. Průmyslovému světu byl představen japonskými výrobci pod názvem Kanban (viz kap. 1.5.7). Tento přístup nahrazuje tradiční výrobu na sklad (ang. *PUSH*), protože výroba je spuštěna pouze tehdy, když existuje konkrétní poptávka od zákazníka. Eliminováno je tak nadměrné předzásobení, čímž se snižuje plýtvání formou skladování (Svozilová 2011).

Příkladem tohoto systému tahu je nástroj Kanban, kdy je pomocí vizualizace znázorněna spotřeba a případná potřeba další dávky materiálu ke spotřebě.

1.5.7 Kanban

System Kanban (v překladu z japonštiny „karta“ nebo „štítek“) byl vyvinut v Japonsku a používá se mezi jednotlivými pracovišti v dílně, kde rozpracovaný výrobek postupuje od jednoho pracoviště k druhému až k jeho finalizaci. Jedná se o jednoduchý, ale efektivní postup, který umožňuje stálé tempo výroby a snižuje množství vadných částí. (Váchal a Vochozka, 2013).

Samotný proces stojí na použití tzv. kanbanových karet. Kanbanová karta reprezentuje zprávu signalizující předcházejícímu výrobnímu stupni, že je třeba dodat nějaký produkt nebo jeho část (Liker 2013).

1.5.8 Poka Yoke

Poka Yoke je metodou pro snížení zmetkovitosti výroby. Tento japonský pojem lze přeložit jako chybo-vzdorný. Poka Yoke může být mechanický nebo elektrický výrobní přípravek, mechanismus či zařízení, díky kterému nelze vyrobit špatný výrobek.

Váchal a Vochozka (2013) definují Poka Yoke jako nástroj, který zabraňuje zbytečným chybám, zajišťuje kvalitu a bezpečnost při výrobních procesech. Výrobek a přípravek jsou na základě tohoto nástroje zkonstruovány tak, aby umožňovali montáž jen v jedné správné poloze. Výsledkem je úspora času obsluhy stanoviště při montáži, zkrácení doby přeseřazení a zvýšení kvality a bezpečnosti při výrobním procesu.

1.5.9 Standardizace práce

Standardizace práce je důležitý pilíř každého lean podniku, který doplňuje metodu Kaizen, a jejím cílem jsou standardizované pracovní úkoly u každého pracovního procesu.

Autoři Váchal a Vochozka (2013) pojem standardizace vysvětlují jako vytváření standardů (norem) na každém výrobním stanovišti a ve všech odděleních napříč celým podnikem. Cílem jsou standardizované pracovní úkoly každého pracovního procesu. Zároveň tvrdí, že „*standards je nutné neustále rozvíjet a vylepšovat.*“ Váchal a Vochozka (2013, s. 471).

U standardizace jsou nastavovány normy jak pro hmotný materiál, tak pro podnikové procesy v podniku. Díky normám lze kvantifikovat, zda aplikovaná změna v procesu přinesla zlepšení, či nikoliv. Při správném použití může standardizace výrazně snížit náklady a zároveň splnit požadavky zákazníků. To vše bezvýrazných investic či zavádění nových technologií. Standardy jsou pro zaměstnance jednoduchým a srozumitelným sdělením, co dělat v případě normálně probíhajícího procesu i v případě, kdy proces probíhá abnormálně (Košturiak a Frolík 2006).

Standardizace je program, který se orientuje na vytváření a kontrolu standardních pracovních postupů dalších činností, pomocí jednoduchých písemných a obrazových znázornění (vizualizace) upřesňuje Mašín a kol. (2007).

1.5.10 Balancování výrobní linky

Poslední podkapitola vybraných dílčích metod štihlé výroby je věnována balancování výrobní linky (angl. *line balance*). Smyslem je navrhování a optimalizace výrobních linek, na kterých je každý operátor při výrobní operaci stejně časově vytížen. Žádný operátor ani stroj nesmí být přetížený nebo nečinný. Balancování napomáhá k rovnoměrnému rozdělení pracovního zatížení. Minimalizace prostoje snižuje plýtvání při čekání (Tulip 2022). Liker a Franz (2011) dodávají, že se jedná o přeskupení práce na lince na daný takt, aby se zvýšila produktivita a tím hodnota pro zákazníka. Doba taktu je teoretická doba potřebná k vytvoření jednoho produktu, který si zákazník objednal (Bauer a Haburinová 2015).

2 Charakteristika vybraného podniku a procesu

Druhá část bakalářské práce je věnována charakteristice vybraného ekonomického podniku, zmapování současného stavu lean managementu a souladu se systémem zlepšování Kaizen. Představí společnost ZF Automotive Czech s.r.o. a její pobočku v Jablonci nad Nisou (dále ZF JAB).

Vylíčen bude současný stav štihlé výroby v tomto podniku a práce oddělení Lean Production Office (dále LPO) včetně zapojení zaměstnanců. Kapitola objasní výrobní technologie a provoz. Poslední část se zaměří na konkrétní proces montáže finální kompletace elektrické parkovací brzdy na montážní linkce 5J.

Aplikační část bakalářské práce byla zpracována ve spolupráci s vedoucím oddělení LPO, který byl konzultantem.

Autorka bakalářské práce se při první návštěvě podniku seznámila se závodem ZF JAB, se strukturou koncernu, výrobky a základními ukazateli jako např. objem výroby a obrat v předchozích letech. Byl jí představen systém štihlé výroby v závodě. Následně prošla s konzultantem celou výrobou od procesů obrábění až po finální montáž. Viděla způsob dopravy materiálu k linkám i odvoz hotové výroby do skladu. Ve skladu byla seznámena s počty kamionů dovážejících vstupní materiál a s počty kamionů k zákazníkům. Pozornost věnovala nastavení systému Kanban (viz kap. 1.5.7) a pozorovala objednávání materiálu z výroby do skladu. Celkově v ní návštěva zanechala hluboký dojem, a to jak z pohledu velikosti závodu, tak i z pohledu nastavených procesů štihlé výroby a zlepšování Kaizen.

Během dalších návštěv podniku autorka strávila většinu času na montáži zadní elektrické parkovací brzdy – na montážní lince 5J, kde pozorovala finální kompletaci zadní elektrické parkovací brzdy. Byl jí vysvětlen postup výroby na montážní lince 5J a jednotlivé kroky, které kompletace obnáší.

Při pozorování se autorka převážně zaměřila na použití nástrojů štihlé výroby popsaných v teoretické části (viz kap. 1) této práce a ke každému shromáždila své poznatky, které jsou shrnuty v kapitole 3.

2.1 Představení vybraného podniku

Společnost ZF je technologický koncern s celosvětovou působností dodávající systémy pro osobní automobily, užitková vozidla a průmyslové technologie. Používá špičkové technologie, staví na odborných znalostech a klade důraz vysokou kvalitu a služby zákazníků. V současné době je lídrem v oblasti technologií a inovací pro automobilový průmysl ve čtyřech technologických oblastech – řízení pohybu vozidel, integrovaná bezpečnost, autonomní řízení a elektromobilita. Společnost nabízí komplexní produktová a softwarová řešení nejen pro úspěšně zavedené výrobce vozidel, ale i pro nově vznikající poskytovatele dopravních služeb a mobility. Společnost ZF elektrifikuje širokou škálu typů vozidel. Svými produkty přispívá ke snižování emisí, ochraně klimatu a k větší bezpečnosti v mobilitě (ZF 2022).

Společnost ZF je v ČR zastoupena v sedmi městech, a to v Klášterci nad Ohří, Žatci, Plzni, Stankově, Frýdlantu, Jablonci nad Nisou, Staré Boleslavi a Zlíně.

Vývoj a výroba brzd začala v Jablonci v roce 1953, založením národního podniku Autobrzd. Na přelomu 21. století byl závod koupen americkou nadnárodní firmou TRW Automotive, která se v roce 2015 spojila se společností ZF Friedrichshafen AG. Společnost TRW se stala pátou divizí koncernu ZF s názvem Active & Passive Safety Technology.

Pobočka v Jablonci nad Nisou, na niž se zaměřuje případová studie této bakalářské práce, se zabývá vývojem a konstrukcí diskových brzd, mechanických ručních brzd, elektrických parkovacích brzd, předních diskových brzd a elektrických a mechanických aktuátorů. Práce jabloneckého vývoje zahrnuje mimo jiné testování brzdných asistentů ABS a ESP v různých fázích vývoje i výroby. Součástí závodu jsou též obráběcí centra, montážní linky, laboratoř, měrové centrum a další odborná oddělení. V této pobočce pracuje průměrně 700 zaměstnanců ve výrobě a 200 ve vývoji (ZF 2022).

Brzdy z Jablonce nad Nisou mají instalovány přední světové značky jako VW, BMW, Audi, Mercedes, Rolls – Royce, Renault, Peugeot, Hyundai, Škoda atd. V roce 2022 dosáhla společnost ZF JAB v České republice odhadem tržeb ve výši téměř 340 mil. € (cca 8,5 mld. Kč).

2.2 Štíhlá výroba ve vybrané společnosti

Společnost využívá intenzivně prvky štíhlé výroby napříč všemi procesy. Zavedení projektu štíhlé výroby ve společnosti ZF bylo motivováno především zvýšením spokojenosti zákazníků a posílením postavení firmy na konkurenčním trhu, zlepšením klíčových ukazatelů podniku a v neposlední řadě optimalizací kvality, nákladů a dodávek.

Pro řízení výrobních provozů společnost využívá tzv. ZF Production System (dále ZF PS). Systém je založen na klíčových principech TPS (viz kap. 1.2.) a jeho hlavním účelem je ukázat směr a poskytnout nástroje manažerům provozů při plnění jejich úkolů kontinuálního zlepšování. K dosažení vynikajících výsledků staví na nejdůležitějších zásadách štíhlé výroby, které se prolínají ve čtyřech oblastech:

- bezpečnost a lidé;
- kvalita pro zákazníky;
- zajištění dodávek podle potřeb zákazníků;
- náklady.

Oddělení LPO je ve společnosti ZF JAB tvořeno třemi zaměstnanci. Jejich společným cílem je neustále zlepšovat výrobní procesy a využívat všechny dostupné nástroje, data, informace, znalosti, odborné dovednosti a osobní schopnosti, tak aby byla zajištěna plynulá výroba, bezporuchovost, bezchybnost, kvalita, bezpečnost a princip tahu. Pracovníci oddělení LPO znají techniky štíhlé výroby a jsou v nich pravidelně školeni. Zaměřují se na odstranění plýtvání v cílené oblasti procesu, na zvýšení výkonnosti a na jejím udržení. Detailně diskutují určité kroky a zabývají se vyhledáváním nepotřebných činností a zdrojů plýtvání na linkách s cílem naplánovat změny, které nalezené problémy napraví. V rámci organizační struktury toto oddělení spadá přímo pod ředitele závodu a je nezávislé na ostatních odděleních. Oddělení LPO se věnuje požadavkům přicházejícím od jednotlivých útvarů, ze strany výroby, centrály, dále podnětům z pravidelných pozorování, rozhovorům se zaměstnanci a návrhům ke zlepšení (viz níže tzv. Raise your hand systém).

Vedoucí zaměstnanec LPO koordinuje a řídí pravidelné workshopy ve výrobních i nevyrobních procesech. Workshopem se rozumí setkání skupiny lidí, kteří spolupracují na

identifikaci a odstranění plýtvání v daném konkrétním procesu. Případně implementaci různých nápadů pro neustálé zlepšování (Kaizen).

Workshopy jsou mechanismem nejen k vlastní aplikaci, ale i k učení v oblastech jako:

- základy štíhlé výroby (Takt, standardizace, 7 druhů plýtvání, 5S, atd.);
- koncepce 5S pro vybrané oblasti, výrobní linku nebo kanceláře;
- vizuální řízení;
- identifikace procesu omezujícího výkonnost tzv. úzké místo (angl. bottle neck);
- vytvoření mapy hodnotového toku (VSM);
- snížení rozpracovaných zásob a implementace toku jednoho kusu;
- snížení času na přeřazení a následná standardizace (SMED);
- zlepšení úrovně kvality standardizace práce, zavedením systému prevence chyb a jejich zjišťování (Poka-Yoke), zavedením zásad pro zastavení linky a odstranění nadbytečných zásob;
- zlepšení času provozuschopnosti strojů implementací nástrojů a technik TPM
- podpora bezpečnosti a ergonomie zaměřením se na proveditelnost a pohyby operátora;
- vytvoření a implementace tahového systému.

Jak již bylo zmíněno v rešeršní části, společným znakem implementace štíhlé výroby je závislost na jednotlivých zaměstnancích firmy (viz kap. 1.2). Každý zaměstnanec by měl znát přesně své úkoly a být motivován, aby se aktivně spolupodílel na procesu neustálého zlepšování, učí se schopnosti vidět plýtvání a možné ztráty, přemýšlet v souvislostech. Jsou to právě operátoři, kteří jsou v denodenním kontaktu s výrobní linkou a mohou odhalit včas zásadní nedostatky a poškození a předejít tak rozsáhlé reklamaci, časovým a materiálovým úsporám. Neméně důležité jsou i podněty, které zabrání možnému úrazu a zlepšení bezpečnosti práce. K tomu využívá společnost ZF systém Raise your hand (viz Obr. 1). Zaměstnanec má možnost zapsat zlepšení na letáček ve formě ručičky a následně jej vhodit do plastové schránky pro ručičky. Žluté ručičky slouží k zapsání podnětu na zlepšení, červené ručičky jako varovný podnět (např. bezpečnost práce nebo kvalitativní riziko). V závodě je umístěno šest takových schránek a v průběhu týdne se zde vyskytne kolem čtyř

až šesti vyplněných letáčků. Všechny podněty a návrhy zaměstnanců jsou vždy zaznamenány a následně se jimi zabývá management společnosti a oddělení LPO.



Obr. 1 Raise your hand systém (vpravo), příklad vyplněné ručičky (vlevo)

Zdroj: vlastní zpracování

Zlepšení vyhodnocená jako „nejlepší“ jsou vedením společnosti osobně oceněna dárky a zveřejněna na prestižní nástěnce „Raise your hand“ (viz Obr. 2).



Obr. 2 Nástěnka Raise your hand

Zdroj: vlastní zpracování

Zaměstnanci jsou tak motivováni k neustálému zlepšování (Kaizen), mají pocit sounáležitosti, na jejich podněty a názory klade společnost vysoký důraz.

2.3 Charakteristika výrobního procesu

Výrobní procesy v jabloneckém závodě začínají obráběním držáků a třmenů, pokračují následnou povrchovou úpravou včetně barvení, a spolu s ostatními komponenty finální kompletací brzdy na montážních linkách.

Používané výrobní technologie s minimálním počtem upnutí obrobku jsou jedny z nejmodernějších na trhu. V závodě je patrná vysoká míra automatizace a robotizace, která přispívá k vysoké produktivitě práce, zvýšené bezpečnosti na pracovišti a zároveň zlepšení ergonomických podmínek práce.

Výroba je uskupena dle technologií do jednotlivých výrobních hal a standardně organizována v pěti dnech ve třisměnném režimu. Některé výrobní haly pracují v nepřetržitém provozu jako např. hala montáže zadních elektrických parkovacích brzd. Na této hale pracuje kolem 160 zaměstnanců na 6 linkách. Každá linka má svá specifika dle požadavků jednotlivých zákazníků. Výroba je řízena tahovým systémem pomocí Kanbanu. Vyrábí se pouze na základě požadavků zákazníka dle objednávky a v přesném požadovaném množství (Princip tahu, viz kap. 1.5.2).

2.4 Proces montáže kompletační linky

V dalším textu se autorka bakalářské práce zaměří na proces montáže na kompletační lince 5J, která je určena pro zadní elektrickou parkovací brzdu.

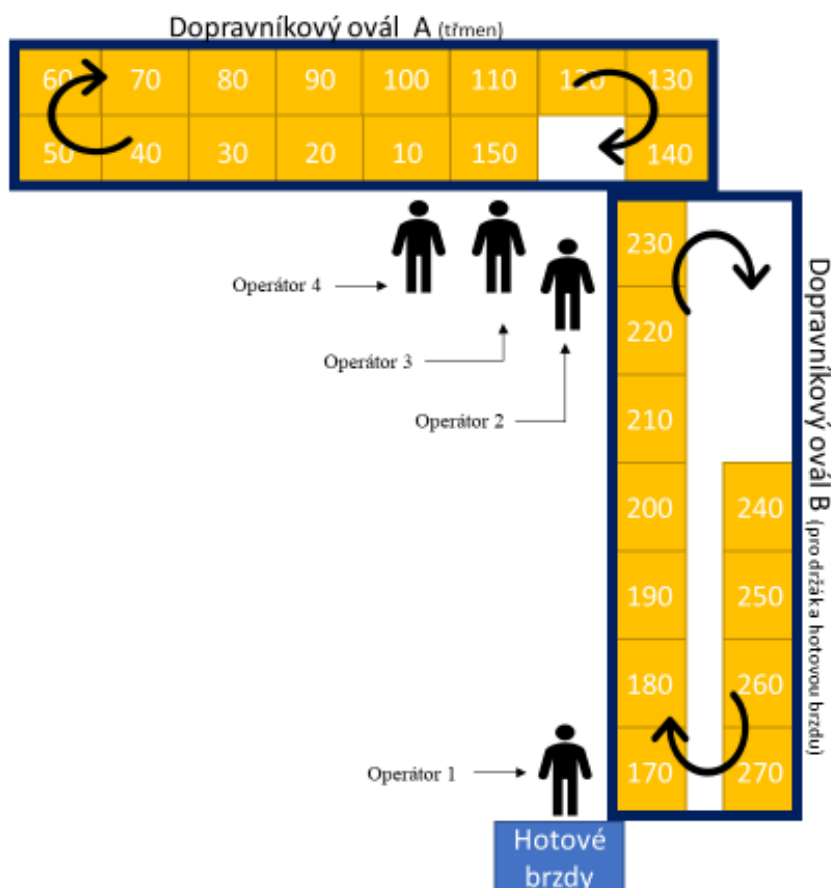
Na lince 5J se kompletují všechny součástky zadní elektrické parkovací brzdy a jejím výstupem je finální výrobek, který je připraven k expedici v dodaném zákaznickém obalu. Konkrétně jde o brzdy do vozů Fiat, Mercedes a BMW. Požadavek zákazníka je na této lince vyrobit 548 ks za směnu, 8215 ks za týden.

Před doručením a sestavením této montážní linky 5J proběhl workshop **lean line design**, který spočívá v simulaci reálného umístění budoucí linky. Za pomoci palet, krabic a kartonů byla sestavena maketa linky přímo na jejím budoucím umístění na hale. Pracovníci LPO, technologové, zástupci kvality, a hlavně zástupci výroby měli možnost maketu budoucí linky podrobit různým testům, dříve, než byla linka výrobcem dodána. Maketa odhalila několik

nedostatků převážně z pohledu ergonomie. Identifikováno bylo jedno bezpečnostní riziko v podobě nedostatečného prostoru pro operátora. Nastínily se také dráhy pro vysokozdvizné vozíky i umístění palet s materiálem. Jednotlivé operace byly kontrolovány z hlediska plánovaných Poka Yoke (viz kap. 1.5.8). Všechny tyto podněty byly komunikovány s výrobcem linky ještě před dodáním. Linka byla následně dodána již v požadovaných úpravách.

V nejbližší době využije tento závod virtuální 3D realitu, která nejen nahradí, ale překoná model linky z kartonu.

Níže na Obr. 4 je schématický layout montážní linky 5J. Linka má 26 stanic a dva dopravníkové ovály. Na oválu A se **montuje třmen** a na oválu B se **montuje držák** a zároveň zde **dochází ke spojení třmenu a držáku** v hotovou brzdu – operace 230.



Obr. 3 Schématický layout montážní linky 5J
Zdroj: vlastní zpracování

Na lince 5J pracují 4 operátoři (viz Obr. 3) v třisměnném provozu (ranní, odpolední a noční směna) pět dní v týdnu. Pracovní doba směny je osm hodin. Čistý disponibilní pracovní čas po odečtení všech přestávek je 425 minut za směnu (mezi přestávkami patří rozjezd směny, dvě BOZP pauzy, obědová přestávka, TPM).

Jednotlivé pracovní stanice jsou propojeny dopravníkovým pásem, na kterém jsou umístěny tzv. transportní paletky (viz obr. 4). Na paletky dopravníkového oválu A se zakládá třmen, a to pouze jedním jediným možným způsobem (Poka Yoke). Stejně tak na dopravníkovém oválu B lze založit držák pouze správně (Poka Yoke). Autorka funkčnost systému Poka Yoke ověřila na obou oválech. Na oválu B vše fungovalo, jak má. Na oválu A se jí však povedlo umístit třmen na zakládací přípravek obráceně (viz kap 3.6).

Sled jednotlivých zpracovatelských operací na lince 5J je zaznamenán v procesním diagramu v kapitole 3.5.1 (viz Obr. 12).



*Obr. 4 Montážní linka, přepravníkové paletky, přepravky pro materiál
Zdroj: vlastní zpracování*

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.3, která se věnovala charakteristice výrobního procesu, na všech úrovních materiálového toku je v ZF JAB využíván systém tahu. Vstupní materiál na linku je objednáván systémem Kanban (viz kap 1.5.7). Pro každý materiál a obal je vytvořena kanbanová karta. Ta obsahuje následující údaje:

- jméno a logo zákazníka;
- cílové místo určení;
- skladová pozice – zdrojové umístění konkrétního materiálu;
- čárový kód materiálu – pro rychlý přístup do IS použitím přenosného terminálu;
- název materiálu;
- číslo materiálu;
- požadované množství;
- balící jednotka.

Materiál pro montážní linku je distribuován v modrých plastových přepravkách, které jsou vždy opatřeny kanbanovou kartou (viz Obr. 5) a musí být umístěny na linku na přesně definovanou pozici, která je označena štítkem (viz modré přepravky se štítky na Obr. 4 vlevo

| | | | | | | | |
|----------------|--------------------------|--------------------------------|----------|---------|-----------------------|-------------------|-------------|
| Cíl | Budova | Sektor | A-Montáž | Operace | Montáž 5F operace 040 | TRW Automotive | 32042054PGW |
| | 3 | C | 5F | 040 | | | |
| Zdroj | R-Regál | Centrální sklad - Zásobník 001 | | | Kanban-Loop | Renault | 84 Ks |
| 2 | A | 01 | 001 | | | | |
| Přes | Pračka FinnSonic | | Zákazník | | Renault | Renault | Pravá |
| Popis | KBZ RenC38HR-11R R47X95P | | | | RENAULT | | |
| Číslo dílu (P) | 32042054PGW | | | | Kanbanové množství | PGW | |
| | [Barcode] | | | | 84 | | |
| | | | | | Kód Balení | | |
| | | | | | T001013F | | |

dole). Předchází se tak záměně materiálu a je usnadněna jeho identifikace. Zaměstnanci se řídí pravidly manipulace s kanban kartou, která jsou ke shlednutí v příloze A. Doprava drobného materiálu na linku probíhá pomocí manipulačního vlaku. Velké díly včetně hotové výroby jsou transportovány vysoko zdvižným vozíkem.

Obr. 5 Příklad kanbanové karty
Zdroj: vlastní zpracování

Tok materiálu a kanbanu je schématicky znázorněn v příloze B a lze ho stručně popsat následovně: Ve chvíli, kdy dojde materiál na lince, operátor vyjme kanbanový štítek z přepravky, vloží ho do kanbanové schránky a tím vytvoří objednávku na další doplnění (příloha B obr.1). Zodpovědný manipulát v pravidelných intervalech kontroluje a vyzvedává všechny kanbanové karty v kanbanové schránce. Ty pak přenesou do skladu

(příloha B obr. 2), kde materiál připraví k transportu, zkontroluje správnost a naskenuje štítky vychystaného materiálu do systému (příloha B obr. 3 a 4). Poté může manipulát zavézt objednaný materiál zpět na linku (příloha B obr. 5 a 6).

3 Analýza stavu využívání nástrojů štíhlé výroby v ZF JAB

Třetí kapitola této bakalářské práce je věnována analýze stavu využívání vybraných nástrojů štíhlé výroby, které jsou aplikovány na montážní lince 5J. Na základě teoretických poznatků této problematiky byly autorkou práce identifikovány jednotlivé možné druhy plýtvání a popsána potenciální problémová místa. Za účelem zefektivnění a zlepšení procesu (Kaizen) byla v závěru autorkou nastíněna vlastní doporučení, které předala konzultantovi.

Jednotlivě byly zkoumané nástroje této analýzy popsány v rešeršní části.

Vybrány byly:

- metoda 5S (viz podkapitola 1.5.2),
- Jidoka (viz podkapitola 1.5.3),
- TPM (viz podkapitola 1.5.4),
- Poka Yoke (viz podkapitola 1.5.8),
- standardizace práce (viz podkapitola 1.5.9),
- balancování výrobní linky (viz podkapitola 1.5.10).

3.1 Metoda 5S

Všichni pracovníci na všech úrovních jsou v ZF JAB povinni dodržovat zásady 5S na svém pracovišti a v jeho okolí. Odpovědnou osobou za implementaci standardů 5S je oddělení LPO. To má zároveň povinnost zajistit školení všech zaměstnanců. Linka 5J má, stejně jako ostatní linky, nastavený standard 5S, díky kterému je pracoviště přehledné a zorganizované.

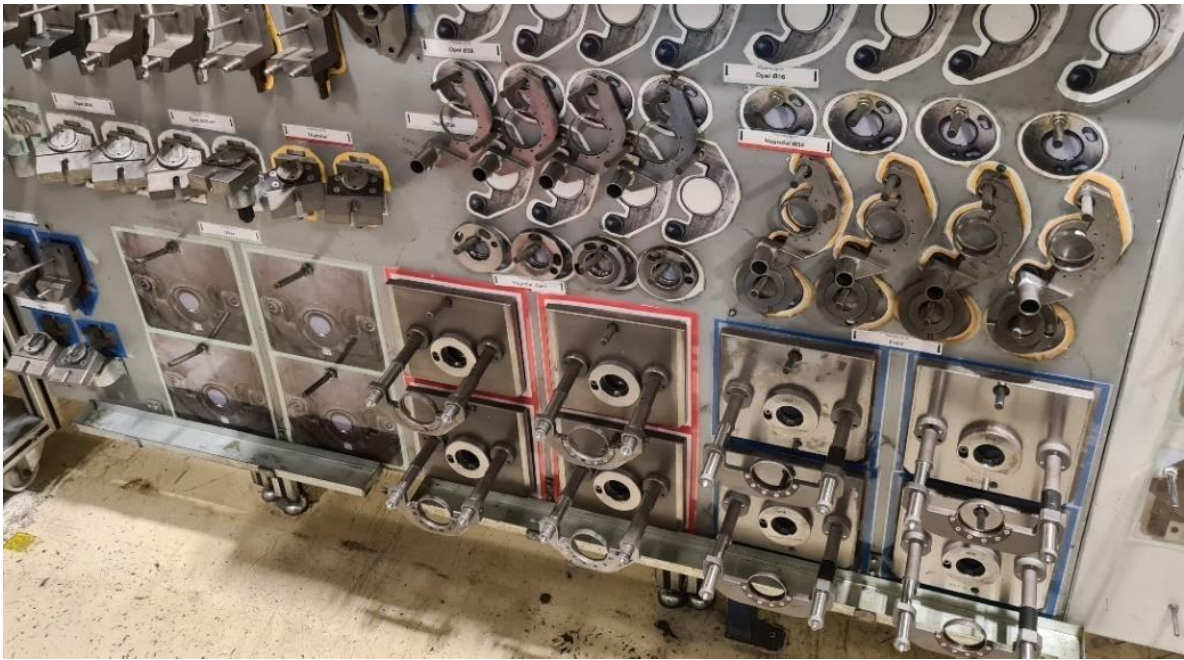
Při zavádění metody 5S na této lince proběhl workshop pořádaný oddělením LPO. Workshop byl určený pro všechny operátory a zaměstnance údržby. Po vytřídění nepotřebného a uspořádání potřebného materiálu a vyčištění linky a souvisejícího okolí, proběhlo určení a označení míst, kde má konkrétní věc být. Nakonec bylo vše zdokumentováno a byly vytvořeny karty „5S standard“, na kterých je vidět, jak a kde mají být věci uloženy. Ty jsou všechny k dispozici v šanonu na lince. Příklad takové karty je uveden v příloze D.

Po příchodu na linku autorka hodnotila úroveň implementace 5S. Zjištění ve vztahu k jednotlivým zásadám 5S jsou uvedena níže.

1. **Seiri** (třídit) – je patrné, že se na pracovišti nachází pouze věci související s danou výrobní operací, pracoviště je čisté.
2. **Seiton** (nastavit pořádek) – předměty jsou účelně uloženy, umístěny po ruce a jsou snadno přístupné.
3. **Seiso** (stále čistit) – linka, přípravky i potřebné věci jsou relativně čisté a v pořádku. Pro tento účel jsou k dispozici papírové, popř. látkové utěrky, smetáčky a odpadkové koše.
4. **Seiketsu** (standardizovat) – věci mají definované a označené místo. Značení je jednotné.
5. **Shitsuke** (setrvat) – v dodržování pořádku a vrácení věcí na místo je prostor ke zlepšení. Nedostatky jsou zdokumentovány v kapitole 3.6.

Dle interní směrnice je předepsána kontrola 5S (audit) na každém pracovišti šestkrát ročně. Čtyři z těchto auditů vykonává zaměstnanec zodpovědný za daný výrobní úsek a zbývající dva audity jsou vykonány zaměstnancem zodpovědným za jiný úsek a to z důvodu, aby byla zachována objektivnost hodnocení. Výsledek každého auditu je zdokumentován a uložen na společném serveru. Vzorový formulář auditu 5S je k dispozici k nahlédnutí v příloze C. Pokud je dosažené skóre auditu nižší než 21 bodů (maximum je 24), je požadována okamžitá náprava. V tom případě je nařízeno opětovné školení ze zásad 5S.

Autorka uvádí příklad aplikace 5S – panel s přípravky v těsné blízkosti linky (viz Obr. 6). Jednotlivé zakládací přípravky jsou pro každou brzdu odlišné, a proto je nutné, aby byly vždy správně označeny a vráceny na své místo. Vše je pro zaměstnance označeno nejen barevně, ale také fotografií, aby nedošlo k záměně a byl ušetřen čas strávený hledáním. Při změně výroby z jednoho modelu na druhý musí pracovníci vrátit přípravky na své místo.



Obr. 6 Panel s přípravky na montážní lince 5J
Zdroj: vlastní zpracování

3.2 Jidoka

Na výrobní lince musí být přechod z jednoho vyráběného typu brzdy na druhý rychlou záležitostí, tak aby nedocházelo k plýtvání času. K ověření funkčnosti všech kontrolních prvků na lince po přechodu na jiný vyráběný typ slouží tzv. etalony – kalibrované vzorové kusy.



Obr. 7 Etalony – kalibrované vzorové vadné a dobré brzdy
Zdroj: vlastní zpracování

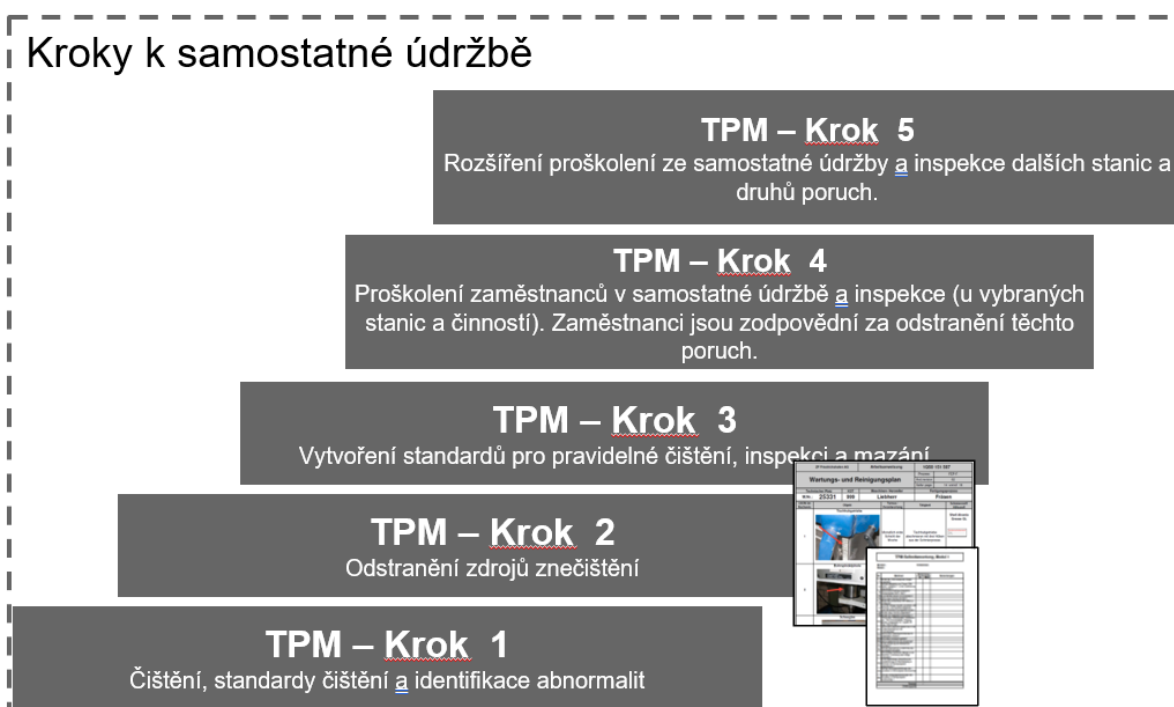
Linka musí pomocí čidel a jiných kontrolních prvků správně rozeznat dobrý a vadný kus. Pro každou brzdu jsou určeny jiné etalony a bez jejich použití a ověření linka nemůže vyrábět dál. Mohlo by totiž dojít k výrobě vadných kusů a v důsledku toho k ohrožení života posádky vozidla při selhání brzdy.

V případě, že by linka nevyhodnotila červený etalon jako vadný kus a zelený etalon jako dobrý kus, linka nesmí vyrábět. Musí být zavolán zaměstnanec zodpovědný za kvalitu úprav parametrů na lince, který zajistí nápravu.

3.3 TPM

Nástroj TPM je v ZF JAB silně zastoupen a implementován. TPM je důležitou částí, jejímž kritériem je bezporuchovost, stabilita a zvýšení dostupného času výroby.

Metodika TPM v ZF JAB staví na pěti krocích vedoucích k samostatné údržbě (viz Obr. 8).



Obr. 8 TPM koncept

Zdroj: interní materiály ZF JAB

Linka 5J má nastavený standard TPM, stejně jako tomu je u dalších výrobních linek.

Níže jsou uvedena autorčina zjištění ohledně úrovně implementace TPM na lince 5J.

TPM – Krok 1 Čištění, standardy čištění a identifikace abnormalit: Standardy čištění jsou vytvořeny. Identifikace abnormalit je možná pomocí zelených kartiček. Nicméně v době přítomnosti autorky práce nikde žádná zelená kartička nevisela – na lince žádná abnormalita nebyla.

TPM – Krok 2 Odstranění zdrojů znečištění: Linka samotná byla čistá, na podlaze ani v jednotlivých stanicích nebyly vidět nečistoty či uniklé provozní látky (olej).

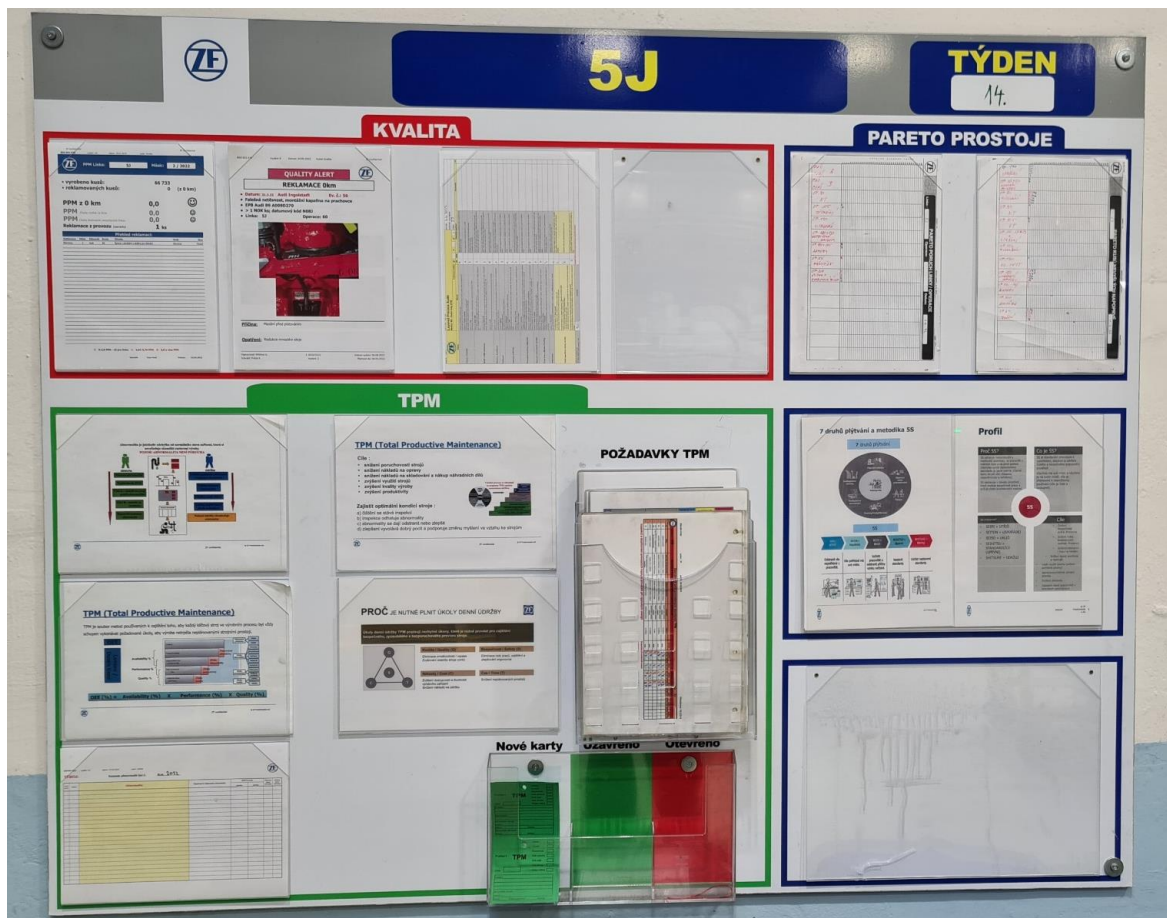
TPM – Krok 3 Vytvoření standardů pro pravidelné čištění, inspekci (vizuální kontrolu) základní úrovně a mazání: Kromě standardů čištění jsou na lince ještě k dispozici standardy k inspekci základní úrovně a mazání. Vše je uloženo v plastové schránce na tabuli u linky.

TPM – Krok 4 Proškolení zaměstnanců výroby v samostatné údržbě a inspekci (vizuální kontrole) druhé úrovně (u vybraných stanic a činností). Zaměstnanci jsou zodpovědní za odstranění těchto poruch. Autorce bylo zodpovězeno, že na lince 5J není proškolen nikdo.

TPM – Krok 5 Rozšíření proškolení zaměstnanců výroby ze samostatné údržby a inspekce dalších stanic a druhů poruch. Z TPM kroku 5 není v současnosti proškolen žádný z operátorů linky 5J.

Autorka práce usuzuje, že současná úroveň zavedení metodiky TPM na montážní lince 5J je úroveň 3. Chybějící proškolení v TPM kroku 4 a 5 vede nutně ke **ztrátám v podobě čekání na údržbu** a je tedy více než žádoucí, aby byli vybráni pracovníci linky 5J a zúčastnili se školení samostatné údržby. Jednalo by se minimálně o TPM krok 4 a ideálně i TPM krok 5.

Dokumentace a agenda TPM je vždy umístěná na informační tabuli montážní linky 5J (viz Obr. 9), která je přímo na lince a vše je tedy viditelné a kdykoli dostupné.



Obr. 9 TPM informační tabule

Zdroj: vlastní zpracování

Oblast informační tabule, která je zaměřená na TPM, je rozdělena na čtyři části:

- informační – teorie TPM,
- požadavky k plnění – standardy TPM a checklisty,
- zelené karty TPM, které slouží k označení problematických míst na stroji, a
- akční plán TPM.

1. **Informační část** TPM popisuje ve zkratce jednotlivé kroky TPM, vliv TPM na celkovou efektivitu zařízení a vysvětluje, proč je důležité dodržovat TPM.
2. **Standardy TPM** jsou k dispozici na jednotlivých kartách umístěných v plastové schránce v části „požadavky k plnění“. Nachází se zde karty pro základní **čištění** stanic a okolí linky, **inspekci** (vizuální kontrolu) **základní úrovně** a **mazání**. Každá z karet se

soustředí pouze na jednu konkrétní stanici a obsahuje následující informace: kdo, jak často, co a jakým způsobem by měl údržbu provádět. Karty TPM jsou ke zhlédnutí v příloze E.

3. Ve stejné plastové schránce jsou i 3 **záznamové archy (checklisty)** o provedení požadovaných činností, které jsou barevně odlišeny. Modrý záznamový arch je na záznam o čištění, žlutý checklist se týká inspekce a červený je vyhrazen pro záznamy o mazání (viz příloha E).
4. Další plastová schránka, která je součástí TPM tabule, obsahuje **zelené kartičky**. Tyto kartičky používají operátoři pro označení míst na stroji, kde je patrné opotřebení, poškození či únik provozních kapalin. Tato problémová místa odhalí operátoři v rámci vykonávání předepsaných činností TPM. Označením problémových míst usnadní údržbě hledání problému na lince. Na zelenou kartičku kromě jiného popíšu problém, který má údržba řešit.
5. Zaměstnanci navíc všechny zelené kartičky zapisují do **akčního plánu TPM**. Tím je na jednom místě na první pohled patrné, v jakém stavu je konkrétní řešení problému. Údržba po vyřešení problému (po opravě) zelenou kartičku sejme z linky a v akčním plánu označí problém jako splněný/vyřešený.

Na informační tabuli linky 5J je ještě jedna část věnována **kondici strojů**. Ta sice přímo nesouvisí s TPM, ale lze říci, že je jejím následkem. Pokud se totiž nepodaří objevit poškození/únik během TPM, tak časem dojde k neplánované poruše a výpadku výroby. Všechny tyto prostoje linky (četnosti výskytu poruch po stanicích) jsou zaznamenávány operátory výroby – na formuláři pro záznam poruch linky/operací v Paretově grafu (viz Obr. 9 vpravo nahoře). Každý výskyt poruchy je zaznamenán zakreslením křížku. Dle počtu křížků má údržba přesný přehled o tom, které části věnovat pozornost, kde hledat příčiny poruch a výpadků.

3.4 Standardizace práce, vizualizace

ZF JAB má vytvořeny standardy (normy) na každém výrobním pracovišti a ve všech odděleních napříč celou společností. Pro každé pracoviště montážní linky je utvořen **pracovní list** – postup, který poskytuje **návod**, jak provádět danou činnost co nejlépe, nejefektivněji a s ohledem na ochranu bezpečnosti práce. Cílem zavedení je výrobní proces

standardizovat, následně stabilizovat a udržovat, ale také neustále zlepšovat na základě principu Kaizen.

Operátorům pomáhají standardy v lepší orientaci na pracovišti. Naleznou zde informace, které jasně definují jednotlivé pracovní postupy. **Co** dělat, klíčový bod, **jak** to dělat a důvod, **proč** se úkon provádí. Je zde uveden i časový údaj, **jak dlouho** by pracovní úkon měl trvat. Vše je doplněno schématickým obrázkem a fotografií.

Informace jsou k dispozici operátorům nejen na **informační tabuli**, ale také **na výrobní lince**, jsou jasně viditelné, zalaminované a dosažitelné (viz Obr. 10). Slouží zároveň jako podklad pro školení operátorů, zajišťují neustálou jakost a předcházejí tak opakování stejných chyb. Zavedením a důsledným dodržováním standardizace je zaručena jednotnost, přehlednost a usnadněna orientace pro nové, ale i stávající zaměstnance.



Obr. 10 Příklad standardizace na montážní lince
Zdroj: vlastní zpracování

S metodikou standardizace úzce souvisí **vizualizace** (viz kap. 1.5.9), která je v ZF JAB důsledně aplikována na všech pracovištích. Například standard práce má schématický obrázek, který pomáhá zaměstnancům v orientaci v pracovních činnostech. Součástí standardu 5S jsou i fotografie, jak má vypadat požadovaný stav. Stejně tak i standard TPM používá fotografie. V předešlé kapitole zmiňovaná informační tabule (viz Obr. 9) je ve standardním formátu a slouží ke komunikaci se zaměstnanci pomocí vizualizace.

Standardizace a vizualizace se dále prolíná od podlahových ploch po trička, která nosí zaměstnanci. **Žlutou barvou** jsou značeny komunikace pro chodce, komunikace pro manipulační vozíky i přechod pro chodce. **Červenou barvou** jsou označena místa na zemi pro separaci případně vzniklých zmetků. **Fialovou barvou** jsou na zemi vyznačena místa pro rozpracovanou výrobu.

Autorku při návštěvě zaujala jednotná vizualizace standardizace pracovního oblečení, konkrétně **barevná trička**, která odlišují zaměstnance údržby, výroby, vedoucí zaměstnance i operátory v zaškolovacím režimu (viz Obr. 11). Důvodem je nejen firemní kultura, ale usnadnění identifikace pracovního zařazení především pro nové operátory.



Obr. 11 Barevné odlišení triček pro zaměstnance
Zdroj: vlastní zpracování

3.5 Balancování výrobní linky 5J

V této podkapitole se autorka zaměřila na balancování výrobní linky 5J. Vyhotovila procesní diagram, kde popsala jednotlivé operace. Změřila délku cyklových časů a z dostupných dat sestavila graf. Následně navrhla vybalancování této výrobní linky.

3.5.1 Procesní diagram

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.4, výrobní linka je obsazena čtyřmi operátory. Po dohodě s konzultantem bylo autorce umožněno změřit na lince 5J pomocí stopek 5 cyklů práce

jednotlivých operátorů a časy zaznamenat. Soupis všech prováděných výrobních operací² na lince ve sledu, jak jdou za sebou, a naměřené časy byly zpracovány do procesního diagramu (viz Obr. 12). Na přání společnosti byla data vynásobena utajenou hodnotou koeficientu pro zkreslení.

| Proces: montáž el. parkovací brzdy | | současný stav <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | Datum 20.03.2022 | | |
|------------------------------------|---|---|----------------|---------------|-------------|------------|---------------------|----------------|--------------------------------|
| Provoz/linka/středisko: 5J | | zlepšený stav <input type="checkbox"/> | | | | | Zpracoval E. Sůvová | | |
| | | | | | | | List 1 / 1 | | |
| č. | Popis činnosti | operace ● | transport ➔ | kontrola ■ | čekání ◐ | sklad ▼ | čas (sek) | vzdálenost (m) | Poznámka Návrhy na zlepšení |
| 1. | st.10 - operátor 4 vezme třmen brzdy, položí ho na dopravníkovou paletku, namontuje troje různé těsnění. V průběhu činnosti kontroluje, jestli nejsou komponenty nějak poškozené | X | | | | | 31,45 sek | 0 | |
| 2. | st.20 - kontrolní stanice | | | X | | | 37,40 sek | 1 | |
| 3. | st.30 - automatické zalisování pístu do třmenu | X | | | | | 37,40 sek | 1 | |
| 4. | st.40 - automatické utažení šroubů aktuátoru | X | | | | | 37,40 sek | 1 | |
| 5. | st.50 - automatické utažení šroubu | X | | | | | 21,00 sek | 1 | |
| 6. | st.60 - kontrolní stanice | | | X | | | 22,00 sek | 1 | |
| 7. | st.70 - lisovací stanice | X | | | | | 37,00 sek | 1 | |
| 8. | st.80 - kontrolní stanice | | | X | | | 36,90 sek | 1 | |
| 9. | st.90 - kontrolní stanice | | | X | | | 36,90 sek | 1 | |
| 10. | st.100 - kontrolní stanice | | | X | | | 36,90 sek | 1 | |
| 11. | st.110 - skenování QR kodu | X | | | | | 36,90 sek | 1 | |
| 12. | st.120 - kontrolní stanice | | | X | | | 37,40 sek | 1 | |
| 13. | st.130 - kontrolní stanice | | | X | | | 37,00 sek | 1 | |
| 14. | st.140 - kontrolní stanice | | | X | | | 37,20 sek | 1 | |
| 15. | st.150 - operátor 3 vkládá elektrický aktuátor včetně šroubů a nasazuje ochrannou krytku na odvodušňovací šroub, nakonec pokládá píst do určené pozice na dopravníkové paletce | X | | | | | 42,50 sek | 1 | |
| 16. | st.170 - operátor 1 vyjme hotovou brzdou z dopravníkové paletky, zkontroluje, že brzda je v pořádku a vloží ji do palety, která pak bude odeslána k zákazníkovi (automobilce). Nacvakne plíšky na držák, který založí na uvolněnou dopravníkovou paletku. | X | | | | | 38,00 sek | 1 | |
| 17. | st.180 - automatické utažení šroubů | X | | | | | 34,20 sek | 1 | |
| 18. | st.190 - automatické mazání | X | | | | | 37,40 sek | 1 | |
| 19. | st.200 - kontrolní stanice | | | X | | | 37,40 sek | 1 | |
| 20. | st.210 - lisování čepů | X | | | | | 37,40 sek | 1 | |
| 21. | st.220 - kontrolní stanice | | | X | | | 37,40 sek | 1 | |
| 22. | st.230 - operátor 2 montuje třmen a držák dohromady, zároveň přikládá brzdové destičky a do určitých pozic na dopravníkové paletce zakládá čepy | X | | | | | 34,85 sek | 1 | |
| 23. | st.240 - kontrola pomocí šablony | | | X | | | 37,40 sek | 1 | |
| 24. | st.250 - automatické nalepení štítku | X | | | | | 37,40 sek | 1 | |
| 25. | st.260 - automatické vyražení kódu na brzdu | X | | | | | 37,40 sek | 1 | |
| 26. | st.270 - uvolnění hotové brzdy na dopravníkové paletce a přesun na st. 170 | X | | | | | 37,40 sek | 1 | |
| Celkem | | | | | | | | | |
| Vyhodnocení | Parametr | ● | ➔ | ■ | ◐ | ▼ | Opatření: | | |
| | Četnost | 15 | 0 | 11 | 0 | 0 | | | |
| | Čas (sek) | 537,7 | | 393,9 | | | | | |

Obr. 12 Procesní diagram pro linku 5J

Zdroj: vlastní zpracování

Z procesního diagramu je zřejmé, že u operace 150 na oválu A (viz Obr. 3) byl naměřen nejdelší čas cyklu na lince u operátora č. 3 (42,50 sekundy). Výrazně vyšší čas oproti

² V procesním diagramu je operace uvedena jako st. (stanice).

ostatním operátorům byl způsoben **čekáním (muda**, viz kap. 1.4) na příjezd transportní paletky. Identifikováno zde bylo tzv. „úzké místo“. Důvodem bylo nedostatečné množství transportních paletek na dopravníkovém oválu A. Autorka navrhla navýšit počet transportních paletek na celkových 16 kusů. Tím se odstraní čekání cca 2 sekundy. Dále autorka zjistila i příčinu chybějící paletky, a to sice, že paletka nebyla dodána výrobcem. Zároveň autorka navrhuje zajistit pravidelnou kontrolu množství paletek, protože jejich plný počet zajistí oproti stavu s chybějící jednou paletkou úsporu času na operaci 150 cca 2 sekundy.

3.5.2 Grafické znázornění naměřených časů

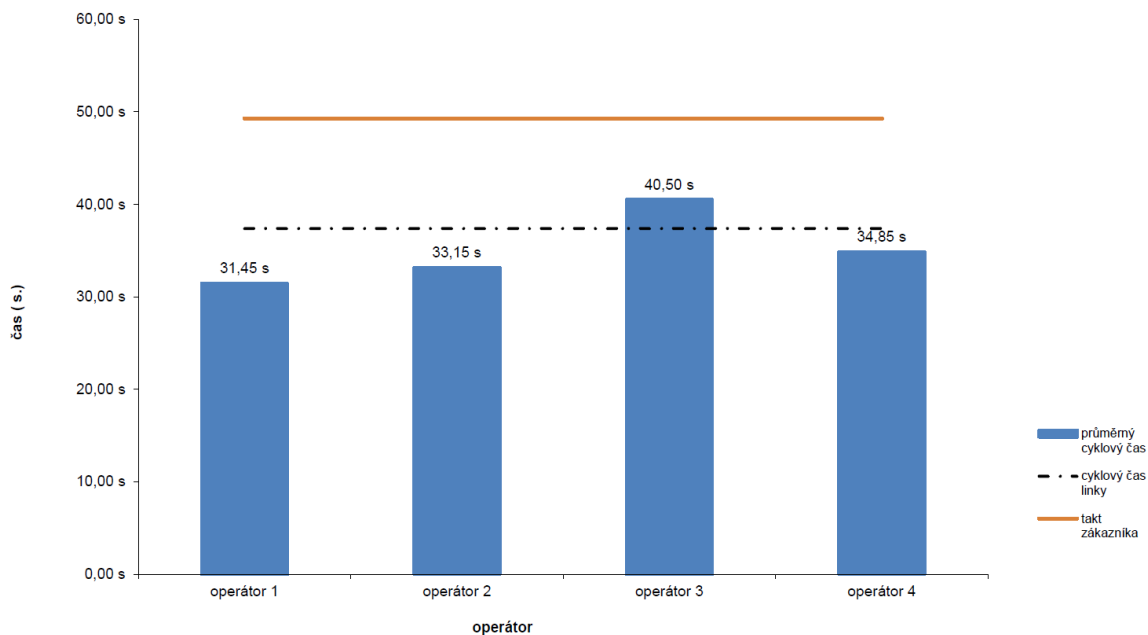
Z naměřených průměrných časů manuálních operací, které operátoři při montování brzdy provádí, byl vytvořen graf (viz Obr. 13).

Do grafu jsou dále zaneseny následující hodnoty:

- cyklový čas linky: 37,40 sekundy,
- takt zákazníka: 49,30 sekundy, který vyplývá z týdenního požadavku na množství vyrobených brzd k dodání (548 ks za směnu).

Cyklový čas operátora 3 byl upraven o dvě sekundy, které ztrácel čekáním na transportní paletku, na výslednou hodnotu 40,5 sekundy.

Měření cyklových časů na lince 5J výrobek Fiat



| | | | | | | | |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|--|--|--|
| Datum: | | 23.02.2022 | | | | | |
| operace | operátor 1 | operátor 2 | operátor 3 | operátor 4 | | | |
| průměrný cyklový čas | 31,45 s | 33,15 s | 40,50 s | 34,85 s | | | |
| cyklový čas linky | 37,40 s | | | | | | |
| takt zákazníka | 49,30 s | | | | | | |

Obr. 13 Graf měření cyklových časů na lince 5J

Zdroj: vlastní zpracování

Operátor 3 provádí největší množství manuálních činností oproti jiným operátorům. Po zjištění této disproporce autorka práce navrhla jako možné řešení odstranění prostojů využitím metody štíhlé výroby a linku 5J vybalancovat s cílem, aby jednotliví operátoři prováděli operace stejně dlouho.

3.5.3 Návrh vybalancování linky

Uvedený návrh je pouze teoretickým příkladem při „ideálním“ rovnoměrném vytížení, které v praxi pravděpodobně nelze jednoduše zajistit. Na tomto příkladu však bude možné ukázat vliv balancování linky na produktivitu (viz následující kap. 3.5.4).

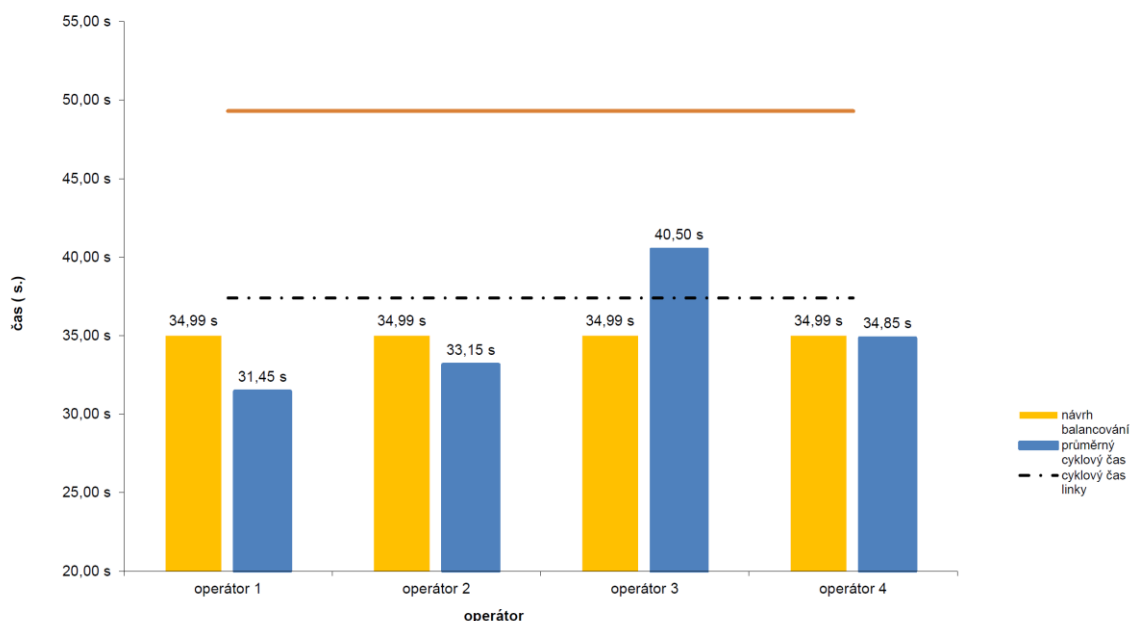
Autorka vypočítala rovnoměrné rozdělení pracovního zatížení všech čtyř operátorů na lince takto:

$$\frac{\text{čas operátor 1} + \text{čas operátor 2} + \text{čas operátor 3} + \text{čas operátor 4}}{4} =$$

$$= \frac{139,95}{4} = 34,99 \text{ sekundy}$$

Cílem balancování linky by tedy mělo být přerozdělit pracovní zatížení všech operátorů tak, aby každý z nich ideálně pracoval 34,99 sekundy (viz Obr. 14 žluté sloupce). **Tím se pracovní činnosti operátorů dostanou pod cyklový čas linky 37,40 sekundy.**

Návrh balancování práce (cyklových časů) na lince 5J výrobek Fiat



| | | | | | | | |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|--|--|--|
| Datum: | 23.02.2022 | | | | | | |
| operace | operátor 1 | operátor 2 | operátor 3 | operátor 4 | | | |
| průměrný cyklový čas | 31,45 s | 33,15 s | 40,50 s | 34,85 s | | | |
| cyklový čas linky | 37,40 s | | | | | | |
| takt zakazníka | 49,30 s | | | | | | |
| návrh balancování | 34,99 s | 34,99 s | 34,99 s | 34,99 s | | | |

Obr. 14 Návrh balancování výrobní linky 5J

Zdroj: vlastní zpracování

Autorka doporučuje provedení detailního rozboru a popisu všech pracovních činností včetně časů, které vykonává operátor 3, a to z toho důvodu, že součet časů všech činností, které vykonává, je nejdelší. Dále doporučuje posoudit možnost odebrání některé z jím

vykonávaných činností a přesunout tuto činnost na operátora 1, který je nejméně vytížen (jeho cyklový čas je nejnižší) a na operátora 2, který také může pomoci. Pokud by nebylo možné přesunout žádnou z činností, navrhuje využít operátora 1 a 2, aby pomohli operátorovi 3. Operátoři 1 a 2 by v rámci svého cyklu přecházeli pomoci operátorovi 3. V takovém případě by byla nutná koordinace činností, změna standardů práce a následné proškolení všech zaměstnanců na lince 5J.

Ekonomický přínos tohoto modelového příkladu vybalancování linky v podobě dopadu na produktivitu je vyčíslen v kapitole 3.5.4 (viz Obr. 15).

3.5.4 Vliv navržené změny na produktivitu práce

V závěrečné kapitole je autorkou představeno ekonomické zhodnocení, které bylo provedeno na základě návrhu vybalancování linky 5J. **Cílem balancování linky bylo vyrovnat pracovní zatížení operátorů a v důsledku snížení cyklového času linky zvýšit produktivitu práce.**

Přeskupení práce jednotlivých operátorů na lince a sjednocení jejich časů je popsáno v podkapitole 3.5. Minimalizací prostojů je možné snížit plýtvání při čekání a tím zvýšit produktivitu práce.

Při výpočtu autorka vycházela z využitelného časového fondu výrobní linky 242 dní za rok (na 365 dní v roce 2022 připadá 8 dní na svátky, 105 dní na víkendové dni a 10 dní na plánovaný prostoj z důvodu celozávodní dovolené), tj. 5 445 hodin za rok při 7,5hod směnách. Kapacitní výkon linky je před balancováním 89 kusů za hodinu a po navrženém vybalancování by byl 96 kusů za hodinu, tj. 7 kusů za hodinu navíc (8% nárůst produktivity).

Provedené propočty znázorňuje výběr z tabulky MS Excel (viz Obr. 15).

| PŘED BALANCOVÁNÍM | | | PO BALANCOVÁNÍ | | |
|-----------------------------------|---------|-----------------|-----------------------------------|---------|-----------------------------------|
| čas stroje | 37,40 s | | čas stroje | 37,40 s | |
| op. 1, st. 170 | 31,45 s | | op. 1, st. 170 | 34,99 s | |
| op. 2, st. 230 | 33,15 s | | op. 2, st. 230 | 34,99 s | |
| op. 3, st. 150 | 40,50 s | | op. 3, st. 150 | 34,99 s | |
| op. 4, st. 10 | 34,85 s | | op. 4, st. 10 | 34,99 s | |
| max čas (s) | 40,5 = | 89 ks za hodinu | max čas (s) | 37,4 = | 96 ks za hodinu |
| hodin za směnu | 7,5 | 668 ks za směnu | hodin za směnu | 7,5 | 720 ks za směnu |
| směn za den | 3 | 2 003 ks za den | směn za den | 3 | 2 160 ks za den |
| využitelný časový fond (dny/rok)* | | 242 dní/rok | využitelný časový fond (dny/rok)* | | 242 dní/rok |
| počet vyrobených kusů za rok | | 484 605 | počet vyrobených kusů za rok | | 522 720 |
| | | | | | 38 115 vyrobeno kusů za rok navíc |

* na 365 dní v roce 2022 připadá 8 dní na svátky, 105 dní na víkendové dny a 10 dní na plánovaný prostoj z důvodu celozávodní dovolené

Obr. 15 Výpočet ekonomického přínosu

Zdroj: vlastní zpracování

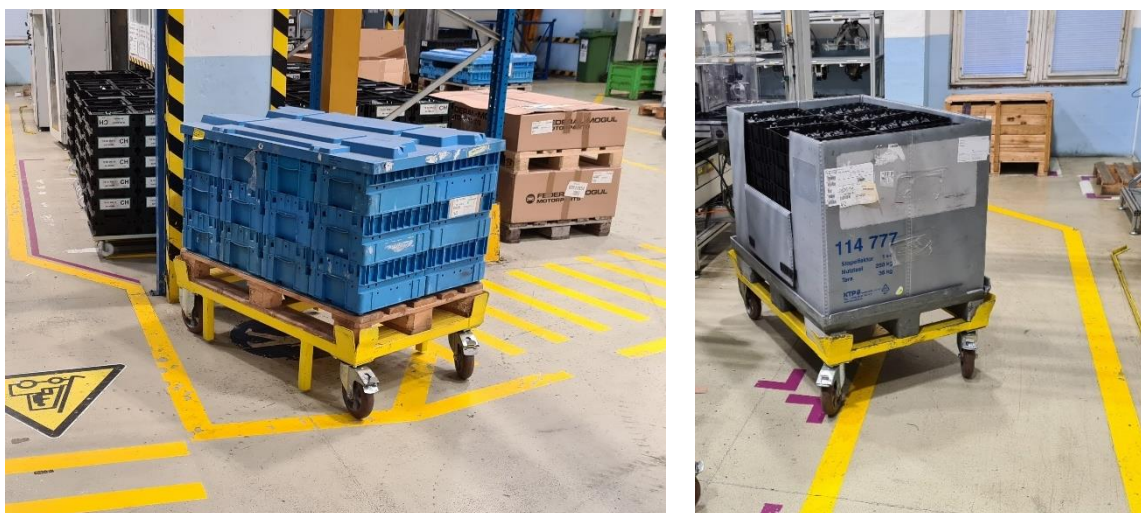
Dle výpočtu je patrné, že případným vybalancováním linky na stejný cyklový čas operátorů 34,99 sekundy je možné zvýšit produktivitu o cca 8 % a navýšit kapacitu linky o 38 115 kusů za rok.

3.6 Identifikace problémových míst na lince 5J

V poslední podkapitole analýzy stavu nástrojů štíhlé výroby v ZF JAB autorka bakalářské práce při svých návštěvách identifikovala osm problémových míst a sestavila jejich přehled, doporučila způsoby jejich řešení s ohledem na zásady štíhlé výroby a nastínila možná rizika při nedodržení těchto zásad.

1. V závodě ZF JAB je zavedeno jednotné standardizované barevné značení pro každou činnost (viz kap. 3.4). Na kartách 5S je pro funkci čištění zavedena modrá barva. Tou by mělo být zároveň označeno i místo na výrobní lince, kde je toto čištění vyžadováno. Autorka zjistila **nesoulad mezi barevným označením** požadavku na čištění na kartě a na lince, kde bylo místo označeno žlutě (označení pro inspekci). Tento nesoulad by mohl vést k tomu, že operátor čištění na lince neprovede, protože je označeno jako požadavek o inspekci. Tím by mohlo dojít k pozdnímu odhalení poškození stanice – poruchy stroje. Ta by měla za následek okamžité zastavení výroby a opravu poruchy, která by vedla ke ztrátě dostupného času výroby. Na základě upozornění autorky proběhla korekce barevného značení na lince o víkendu v 10. týdnu 2022.

2. Autorka chtěla ověřit funkčnost systému Poka Yoke a zkusit umístit na výrobní lince třmen na zakládací přípravek. Ten se jí však podařilo na první pokus umístit obráceně (viz kap. 2.4). V tomto případě se jedná o **nefunkční Poka Yoke** s doporučením autorky, aby jeho funkčnost byla prověřena. Konzultant bakalářské práce zadal konstrukční změnu zakládacího přípravku do technického oddělení tak, aby pro všechny v budoucnu vyráběné produkty bylo Poka Yoke plně funkční. Vzhledem k několikanásobné kontrole v dalších stanicích nehrozí riziko, že by se takto špatně smontovaný kus dostal do zákaznického balení.
3. Každá paleta pro přepravky s díly má určené místo u výrobní linky. Označení je dle standardů 5S žlutou čarou. Autorka našla několik z nich, které stály mimo tyto plochy, a dokonce v cestě pro pěší. Toto **porušení disciplíny 5S** představuje závažné riziko v oblasti bezpečnosti práce. Na Obr. 16. vpravo stojí paleta na značce pro pěší. Na obrázku vlevo stojí v cestě. Zaměstnanci v takovém případě nemají volný průchod.



Obr. 16 Palety umístěné v cestě pro pěší
Zdroj: vlastní zpracování

V případě evakuace hrozí vážné riziko úrazu a s tím spojené náklady na odškodnění. Zároveň v případě, že dojde k pracovnímu úrazu zaměstnance z důvodu porušení povinností souvisejících se zajištěním bezpečnosti a ochrany zdraví při práci ze strany zaměstnavatele, může po zaměstnavateli příslušná zdravotní pojišťovna požadovat náhradu plnění poskytnutého poškozenému zaměstnanci. Zaměstnavatelé mohou být

v takovém případě také sankcionování ze strany inspektorátu práce. Doporučením autorky je zjednat okamžitou nápravu a vyžadovat důsledné dodržování 5S (**Shitsuke** – dodržování; viz kap. 1.4).

Jak již bylo zmíněno v podkapitole 1.5.4, v blízkosti montážní linky je vždy umístěna informační tabule se zásadními informacemi a dokumenty pro operátory. Během návštěvy autorka našla u výrobní linky 5J před informační tabulí regál s testovacími přípravky (viz. Obr. 17). Jedná se opět o **porušení disciplíny 5S**. Pro zaměstnance je tak obtížné až nemožné dostat se k dokumentům TPM, 5S a Paretově grafu a provádět požadované činnosti. Záznamy o provedené údržbě není možné vrátit zpět na určené místo na tabuli. Autorka konzultovala otázku, z jakého důvodu je zde regál takto umístěn a kdo je za porušení 5S zodpovědný. Vedoucí buňky odpověděl, že regál zde dočasně postavila předchozí směna z důvodu opravy značení na zemi. Doporučením autorky je vrátit regál s přípravky na své místo ihned, jak to bude možné, a tím zpřístupnit informační tabuli. Dalším krokem je vysledovat, jak dlouho nové značení na zemi vydrží, než se opotřebuje, a na základě toho plánovat opravu tohoto značení v pravidelných intervalech, například o víkendu, kdy to nebude omezovat výrobu.



Obr. 17 Zakrytá informační tabule
Zdroj: vlastní z parcování

4. Při procházení výrobní halou si autorka povšimla několika prázdných přepravek, které ležely na zemi, a ne na určeném místě. Opět se jednalo o **porušení disciplíny 5S**. V důsledku volně ležících přepravek by mohlo dojít k zakopnutí a úrazu. Následky a rizika jsou stejná jako v bodu 3 této kapitoly. Doporučením autorky je přemístit přepravky na své místo a proškolit zaměstnance o důležitosti kroku 5 metody 5S.

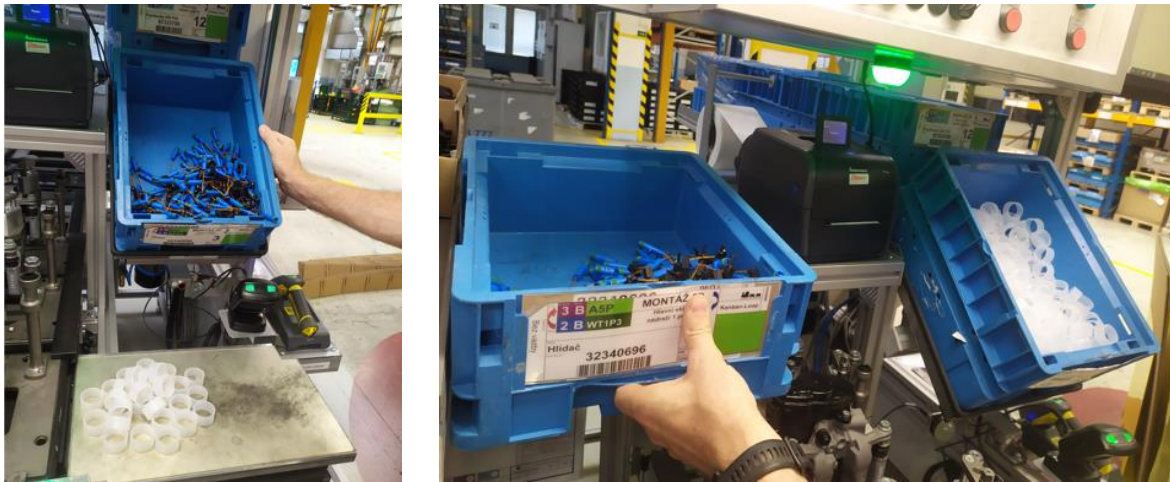
5. Na výrobní lince 5J u operace 230 (viz Obr. 3) má operátor za úkol umístit dva šrouby do brzdy na paletce. Jeden šroub má být umístěn vlevo a druhý vpravo na brzdě. Ovšem přihrádka s materiálem (šrouby) je pouze vlevo, což pro obsluhu levou rukou není problém, ale pravá ruka musí vykonávat dlouhý pohyb do levé přihrádky, aby si operátor vzal šroub a umístil ho na brzdu vpravo. Zde **byly identifikovány ztráty způsobené zbytečnými pohyby** (viz kap. 1.4). Autorka navrhla přidat šrouby do volné pravé

přihrádky. Tím může operátor pracovat pravou i levou rukou ergonomicky. Tento nápad byl ihned otestován (viz Obr. 18) a osvědčil se.



Obr. 18 Využití přihrádky pro šrouby
Zdroj: vlastní zpracování

6. Přestože na lince 5J bylo od výrobce určené místo pro přepravku s rozpěrkami (operace 170, viz Obr. 3), byly rozpěrky poházeny na odkládací ploše pro hotovu brzdu. Jak je patrné z Obr. 19, místo rozpěrek zde byly jiné součásti, které měly být vlevo od rozpěrek. Rozpěrky ležely i na zemi, čímž **docházelo k dalšímu plýtvání**, protože tyto rozpěrky již není možné v důsledku možného znečištění použít a musí být vyzmetkovány a s tímto odpadem musí být z ekologického hlediska vhodně nakládáno – plasty jsou separovány a následně recyklovány. Návrh autorky je využít a důsledně dodržovat připravené místo pro rozpěrky i pro druhé součásti. Doporučení bylo na místě ihned otestováno a akceptováno.



Obr. 19 Umístění rozpěrek na lince
Zdroj: vlastní zpracování

7. Poslední místo ke zlepšení autorka identifikovala v souvislosti s **nevhodným umístěním nástroje** – šroubováku u operace 150 na dopravníkovém oválu A. Šroubovák (utahovák) byl umístěn na lince přímo před operátorem v úrovni očí (viz obr. 20) a překážel mu v pohybu. Každý cyklus se operátor musel vyhybat utahováku, aby mohl vzít vstupní komponenty a umístit je na třmen. **Hrozí nebezpečí zranění a namáhání levé horní části těla.** Autorka navrhla, zda by šroubovák nemohl být přemístěn více vlevo. Znamenalo by to navrtání díry pro hák se šroubovákem o 20 cm vlevo. Toto opatření, které není finančně nákladné a neporuší funkci montážní linky, již zaměstnanec odpovědný za údržbu provedl. Pro operátory to znamená znatelné **zlepšení v oblasti ergonomie.**



Obr. 20 Nevhodné umístění šroubováku
Zdroj: vlastní zpracování

Závěr

Tato bakalářská práce byla zaměřena na aplikaci principů lean managementu ve vybrané společnosti ZF Automotive Czech s.r.o. a její pobočce v Jablonci nad Nisou. Cílem práce bylo provést analýzu současného stavu zavedených nástrojů štihlé výroby na konkrétní montážní lince a odhalit případné nedostatky v jejich aplikaci a dodržování.

V úvodu bakalářské práce byla provedena rešerše odborné literatury, která představovala teoretická východiska lean managementu. Byly zde vymezeny pojmy jako koncept lean, štihlé řízení, štihlá výroba, plýtvání, metoda 5S a další vybrané metody a nástroje štihlé výroby, které sloužily jako podklad pro praktickou analýzu v aplikační části této bakalářské práce.

Na rešeršní část navázala případová studie. V úvodu byla nejprve představena vybraná společnost, která se zabývá vývojem a výrobou diskových brzd, mechanických ručních brzd, elektrických parkovacích brzd, předních diskových brzd a elektrických a mechanických aktuátorů. Společnost intenzivně využívá prvky štihlé výroby napříč všemi procesy, proto bylo v další části představeno oddělení, které se v tomto závodě problematikou zabývá s cílem zamezit plýtvání zdroji. Silnou stránkou společnosti je, že klade vysoký důraz na zapojení všech zaměstnanců a pečlivě jim naslouchá, váží si jich a reaguje na jejich podněty. Vedoucí pracovníci využívají schopnosti svých podřízených, radí se s nimi. Nedochozí tak ke ztrátám z nevyužití tvůrčího potenciálu zaměstnanců.

Případová studie byla zpracována na základě informací získávaných při sérii osobních návštěv autorky ve společnosti ZF JAB a uskutečněných rozhovorů s konzultantem této práce.

Pro aplikaci vybraných nástrojů štihlé výroby byla zvolena kompletační linka 5J, která je určena pro zadní elektrickou parkovací brzdu. Byl stručně popsán výrobní proces a proces kompletace montážní linky. Pro analýzu stavu využívání nástrojů štihlé výroby autorka vybrala nástroje 5S, Jidoka, TPM, standardizaci práce a balancování linky.

Autorka popsala a zhodnotila současný stav zavedení těchto nástrojů ve výrobním procesu a došla k závěru, že společnost má velmi detailně a propracovaně zavedeny nástroje štihlé výroby napříč všemi procesy, nicméně je zde prostor pro další zlepšování, protože se stále

objevují problémy, které mohou zvyšovat náklady. Jedná se většinou o nedodržení disciplíny a porušení pravidla 5S, ke kterému dochází především z důvodu velkého počtu zaměstnanců a výrobních linek.

Při svých návštěvách autorka práce u výrobní linky identifikovala některá problematická místa, která by mohla znamenat potenciální zdroje plýtvání a rizika bezpečnosti práce. Tato místa popsala, zdokumentovala a vypracovala návrhy a doporučení ke zlepšení, která předala konzultantovi k řešení. Některé navrhované změny byly ihned aplikovány, jiné, jako je dodržování zásad 5S, jsou dlouhodobějšího charakteru. K podpoře neustálého zlepšování v této oblasti navrhuje autorka provést školení, připomenout zásady metody 5S a motivovat zaměstnance v jejich důsledném dodržování. Školení může provést oddělení LPO.

Jedním z nástrojů lean managementu, kterým se autorka práce věnovala, bylo balancování výrobní linky 5J, které odhalilo možné plýtvání (muda) ve výrobním procesu. Na modelovém příkladu byla ukázána možnost rovnoměrného rozložení cyklových časů jednotlivých pracovišť operátorů. V souvislosti s tím bylo provedeno ekonomické vyhodnocení navrženého vybalancování linky a demonstrován jeho pozitivní dopad na produktivitu práce.

Seznam použité literatury

- BAUER, Miroslav a Ingrid HABURAIOVÁ, 2015. Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0390-3.
- BRADLEY, James R., 2015. Improving business performance with Lean. 2nd ed. New York, NY: Business Expert Press. Supply and operations management collection. ISBN 978-1-63157-051-3.
- HAMMER, Michael a Lisa W. HERSHMAN, 2013. Rychleji, levněji, lépe: devět faktorů účinné transformace podnikových procesů. Praha: Management Press. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-253-6.
- I.P.S. Ahuja, & Khamba, J. S. , 2008. *The International Journal of Quality & Reliability Management*, [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [Cit. 2022-03-02].
Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/197613908/fulltext/177B7D6E4A946AC/PQ/6?accountid=17116>.
- LIKER, Jeffrey K. a David MEIER, 2006. The Toyota way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps. New York: McGraw-Hill. ISBN 0-07-144893-4.
- LIKER, Jeffrey K., 2007. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Praha: Management Press. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.
- LIKER, Jeffrey K. a James K. FRANZ, 2011. The Toyota way to continuous improvement: linking strategy and operational excellence to achieve superior performance. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-147746-8.
- LIKER, Jeffrey K., 2013. The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0071392310.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. Praha: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.

- MAŠÍN, Ivan, Ján KOŠTURIAK a Peter DEBNÁR, 2007. Zlepšování nevýrobních procesů: Úvodní program pro servisní a procesní týmy. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-3-9.
- MAŠÍN, Ivan a Jaroslav MAŠÍN, 2012. Analýza procesů. Liberec: Technická univerzita v Liberci. ISBN 978-80-7372-865-6.
- ROTHER, Mike, 2017. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0435-2.
- VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA, 2013. *Podnikové řízení*. Praha: Grada Publishing. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.
- SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- Tulip, 2022. What Is Line Balancing & How To Achieve It. In: *Tulip* [online]. [Cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://tulip.co/glossary/what-is-line-balancing-how-to-achieve-it/>.
- OHNO, Taiichi, 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. United States: Taylor & Francis. ISBN 9780915299140.
- OHNO, Taiichi, 2013. *Taiichi Ohno's workplace management*. Maidenhead: McGraw-Hill Education. ISBN 978-0-07-180801-9.
- ZF, 2022. ZF v ČR – výroba a vývoj. In: *ZF* [online]. [Cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.zf.com/czech/cs/company/company.html>.

Seznam příloh

| | | |
|-----------|---|----|
| Příloha A | Pravidla manipulace s kanban kartou | 64 |
| Příloha B | Schématický popis toku materiálu a kanbanu..... | 65 |
| Příloha C | Vzorový formulář auditu 5S | 66 |
| Příloha D | Karta 5S standard..... | 67 |
| Příloha E | Karty TPM a záznam o provedené činnosti..... | 68 |

Příloha A Pravidla manipulace s kanban kartou



PRAVIDLA MANIPULACE S KANBAN KARTOU

Pravidlo č.1

Po vyprázdnění odlož VDA paletku na určené místo (spodní část zásobníku, nebo jiné – podle operace a rozložení) s kanban kartou na svém místě!



Pravidlo č.2

Kartu neodebírejte dřív, než je VDA paletka úplně vyprázdněná!



Pravidlo č.3

V případě, že rovnáš VDA paletky, vyndej kartu a ulož ji na určené místo tj. kanban schránky! Nikdy ji nenechávej u sebe, ani neukládej na jiné, i když dobře viditelné místo!



Pravidlo č.4

Pokud skládáš VDA paletky, vždy je roveň štítkem nebo stranou, kde se vkládá kanban karta do vnější strany. Snadno lze poznat, zda jsou všechny karty odebrány.



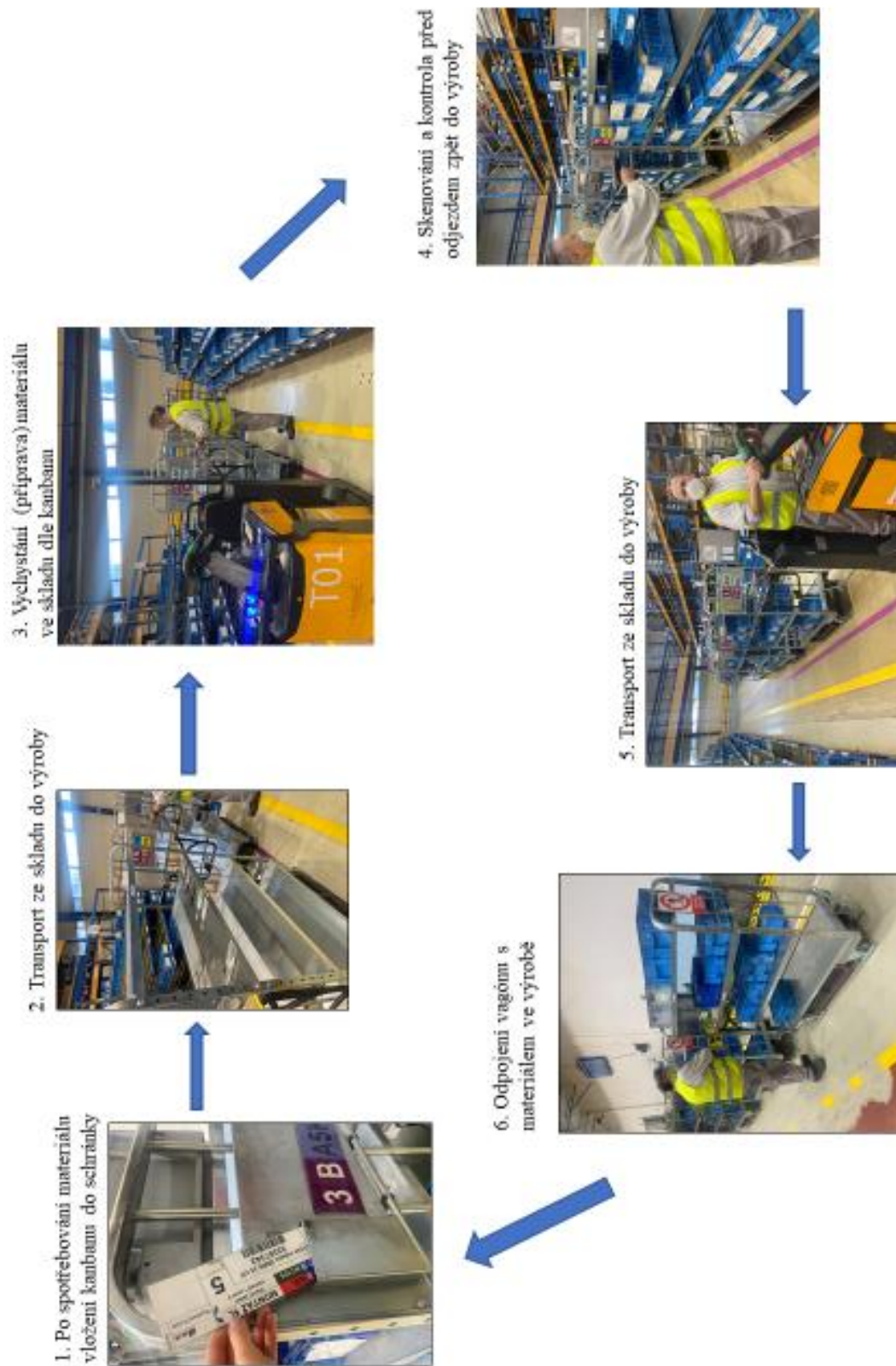
Pravidlo č.5

V případě nálezení, odevzdejte kartu vedoucímu!



Dodržovat 5 základních pravidel bez rozdílu, v jakém rozsahu přicházíte s kartou do kontaktu!

Příloha B Schématický popis toku materiálu a kanbanu








Příloha C Vzorový formulář auditu 5S

| ZF | | 5S Hodnocení | | ZF Production System | |
|-------------------------|---|--------------|----|----------------------|--|
| Úsek: | | Datum: | | DD.MM.YYYY | |
| Středisko: | | Hodnotitel: | | | |
| A Utříd' | | 0 | 0 | Odchylka | |
| | | ANO | NE | | |
| 1 | Na pracovišti se nachází pouze předměty, které jsou nezbytné k plnění úkolů např. nástroje / nářadí / měřicí pomůcky / přípravky / regály / atd. | | | | |
| 2 | Na pracovišti je pouze nezbytný materiál (Osobní ochranné pomůcky, čisticí pomůcky, výrobní materiál, balicí materiál, kontejnery, pomocné a provozní látky, nevýrobní materiál). | | | | |
| 3 | Na pracovišti jsou pouze nezbytné a platné dokumenty. | | | | |
| 4 | Na pracovišti není žádný vadný, nepřezkoušený materiál (šrot či díly na opravu jsou uloženy v příslušném boxu). | | | | |
| B Uspořádej | | 0 | 0 | Odchylka | |
| | | ANO | NE | | |
| 1 | Všechny cesty a plochy jsou jasné a jednotně označeny dle ZF standardů. | | | | |
| 2 | Veškeré pracovní zóny / zařízení jsou jasné označeny (pracoviště, stroje atp.) dle ZF standardů. | | | | |
| 3 | Místa pro veškerý materiál / zásoby, zmetky, vadné díly, díly pro opravu a vyhrazené prostory jsou označeny dle ZF standardů. Přiměřené min. a max. u zásob jsou nadefinovány a dodržovány. | | | | |
| 4 | Veškeré vybavení v daném úseku má nadefinované místo a to je označeno. | | | | |
| 5 | Všechny dokumenty mají pevné místo. Každý dokument obsahuje datum, platnost, zhotovitele a tam kde je to možné i ZF logo. | | | | |
| 6 | Vybavení, nářadí, materiál, kontejnery na pracovišti jsou ergonomicky a smysluplně uspořádány. | | | | |
| 7 | Obsah skříní, regálů a pracovního stolu je nadefinován, označen a popsán dle standardu. | | | | |
| 8 | Všechny přepravky/boxy a nákladní vozíky jsou používány pouze k účelu, pro který jsou určeny. | | | | |
| C Uklid' | | 0 | 0 | Odchylka | |
| | | ANO | NE | | |
| 1 | Čisticí prostředky a vybavení jsou na pracovišti v odpovídajícím množství. Určené místo je definováno a označeno. | | | | |
| 2 | Veškeré podlahy, stěny, okna atd., stejně jako označení, štítky, popisy jsou v odpovídajícím stavu a čisté. | | | | |
| 3 | Všechny stroje / nářadí / měřicí prostředky / zařízení a regály jsou udržovány v odpovídajícím stavu a čistotě. | | | | |
| 4 | Záchytné vany a přepravní nádoby jsou čisté. | | | | |
| 5 | Odpad je tříděn do příslušných odpadních nádob. Přepravky pro materiál, nádoby na špony a odpadní mat. jsou očištěny od odpadu. | | | | |
| D Standardizuj (Upevni) | | 0 | 0 | Odchylka | |
| | | ANO | NE | | |
| 1 | 5S standardy jsou k dispozici (značení podlahy, označení, štítky, plán čištění). | | | | |
| 2 | 5S standardy jsou známé, jsou zažité a dodržované. | | | | |
| 3 | Výsledek posledního 5S Hodnocení (včetně odchylek), 5S vývoj a akční plán musí být vizualizované. | | | | |
| E Udržuj | | 0 | 0 | Odchylka | |
| | | ANO | NE | | |
| 1 | Plán 5S Hodnocení existuje a je dodržován. | | | | |
| 2 | Opatření z předcházejících hodnocení byla efektivně zavedena. | | | | |
| 3 | Pracovníci samostatně navrhuji opatření a zlepšení v oblasti 5S. Kde je možné, jsou dobré nápady převzaty do ostatních oblastí. | | | | |
| 4 | Jsou všichni pracovníci proškoleni z používání 5S standardů? | | | | |

| | |
|----------|------|
| Výsledek | 0,0 |
| Cíl | 21,0 |
| Maximum | 24,0 |

Příloha D Karta 5S standard

A40-S02-F85 vydání : 1 datum : 20.1.2020 vydal : LPO

|  ZF Friedrichshafen AG | |  | | |
|--|---|---|--|--|
| STANDARD 5S | | | | |
| Index: | | 00 | | |
| Strana | | 3 | | |
| Místo | Středisko: | Stroje / Skupina Strojů / Oblast | | |
| Č. stroje: EPB | | 5J | Okolí | |
| Akt č. | Předmět | Frekvence kontroly / odpovědný (kdo? kdy?) | Činnost / Důvod (co? proč?) | Pomůcky, prostředky (jak? čím?) |
| 1. Materiál |  | Kdo: buňkař Kdy: v průběhu směny | Co: zkontrolovat přítomnost a značení materiálu Dočasně umístěno Proč: na první pohled je patrné, že máme vše na svém místě, zemezení ztráty a zaměny | Jak / čím: vizuální kontrola |
| 2. Tabule |  | Kdo: buňkař Kdy: v průběhu směny | Co: zkontrolovat uspořádání a značení ŠKOLÍČÍHO MATERIÁLU Proč: zachování standardu školení | Jak / čím: vizuální kontrola |
| 3. Přípravky |  | Kdo: buňkař Kdy: v průběhu směny | Co: zkontrolovat přítomnost a značení materiálu PŘÍPRAVKŮ Proč: předejdeme tím možnosti záměny | Jak / čím: vizuální kontrola |
| Vytvořil: | | Schválil: | | |
| Středisko: | | Středisko: | | |
| Datum: | | Datum: | | |
| Podpis: | | Podpis: | | |

Příloha E Karty TPM a záznam o provedené činnosti

| ZF Friedrichshafen AG Jablonec nad Nisou | | | | ZF Friedrichshafen AG Jablonec nad Nisou | | | | |
|--|----------------|------------------------------------|---|--|------------------|------------------------------------|---|--------------------|
| Preventivní údržba- čištění, mazání, inspekce | | | | Preventivní údržba- čištění, mazání, inspekce | | | | |
| Vydáno | | 1 | | Vydáno | | 1 | | |
| Strana | | 1/2 | | Strana | | 2/2 | | |
| Místo, středisko, číselná řada | Středisko | Sektor, linka, operace | Vyhrazený čas | Místo, středisko, číselná řada | Středisko | Sektor, linka, operace | Vyhrazený čas | |
| Č. kanbanu Op. 165 - 5126 - 001 | 5126 | Montáž - 5J - op. 165 | 10 min | Č. kanbanu Op. 165 - 5126 - 001 | 5126 | Montáž - 5J - op. 165 | 10 min | |
| | | | | Č. položky | Předmět / oblast | Frekvence / odpovědný | Činnost | Pomocné prostředky |
| | | | | 19 | | 1x za směnu / operátor nebo buňkař | Očistit ochranné kryty od mastnoty a nečistot | |
| | | | | 19 | | 1x za směnu / operátor nebo buňkař | Očistit základací přípravek od nečistot, špon a odpadých dílů | |
| 19 | | 1x za směnu / operátor nebo buňkař | Očistit plochu pracoviště od nečistot, špon a odpadých dílů | | | | | |
| Vydal | Technik údržby | | Prověřil | Vedoucí údržby | | Vydal | Technik údržby | |
| Středisko | 9551 | | Středisko | 9551 | | Středisko | 9551 | |
| Datum | 26.11.2018 | | Datum | 26.11.2018 | | Datum | 26.11.2018 | |

Obr. E1: Karta TPM – čištění

E20-891-F47 vydání: 04 datum: 06.05.2018 Aktualizace: 19.3.2018

| Záznamový arch provedených standardů TPM | | | | | | | | | | | | | montáž ZDB 5J | | | | | | | | | |
|--|-------|---|--|-------------|-----------|-----------|-------|--------|---------|-------|--------|--------|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| týden č.: ČIŠTĚNÍ | | | | | | | | | | | | | záznam o provedené práci | | | | | | | | | |
| Bod | Místo | Jaký stav má být dosažen | Způsob | Čas | PROVÁDÍ | pondělí | úterý | středa | čtvrtek | pátek | sobota | neděle | N | R | O | N | R | O | N | R | O | |
| 1 | 5 | maženi tělesných kroužků, vnitřních O. | hadr, papír | 2 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 10 | lisování pouzdra | bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 5 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 20 | kontrola zalisování pouzdra | bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 5 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 30 | montáž pracovního pistu - špičkové pistu a montáž pojizdního kroužku na spindlu | bez špon, odpadých dílů a bez mastnoty | hadr, papír | 10 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 40 | příprava spindlu a pistu | bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 2 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 50 | kompletace spindlu | bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 2 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 60 | moment utažení odvětvů, šroubu | bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 2 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 70 | moment utažení odvětvů, šroubu | bez špon, odpadých dílů, mastnoty a nečistot | hadr, papír | 10 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 80 | test třmenu | bez nečistot a odpadých dílů | hadr, papír | 5 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 90 | montáž aktuátoru | bez nečistot, špon a odpadých dílů | hadr, papír | 2 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 100 | montáž aktuátoru | bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 5 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 110 | rozhýbní aktuátoru | bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 5 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 120 | test aktuátoru | bez špon, odpadých dílů a bez mastnoty | hadr, papír | 10 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 130 | odebrání podústavky třmenu | bez špon, odpadých dílů a bez mastnoty | hadr, papír | 10 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 140 | kontrola do držáku | bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 2 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 150 | kontrola zářní v montáži čepu a prachovky do držáku | bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 2 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 160 | kompletace DB | bez špon, odpadých dílů, mastnoty a nečistot | hadr, papír | 10 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 170 | utažení spojovacích šroubů | bez nečistot a odpadých dílů | hadr, papír | 5 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 180 | kontrola kontury ražení DB | bez nečistot a odpadých dílů | hadr, papír | 5 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 190 | povolení DB | povrch bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 10 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 200 | centrální mazání GLK-1 | očistí prostor mazání soubor bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 10 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 210 | dopravní vozík | očistí prostor pod vozík | hadr, papír | 10 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 220 | čistota linky | očistí prostor hlavy od nečistot a mastnoty | hadr, papír | 10 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 230 | kontrola čistoty pracovního prostoru | povrch bez mastnoty a nečistot | hadr, papír | 2 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | 240 | Montáž O-kroužků | bez špon, odpadých dílů, mastnoty a nečistot | hadr, papír | 2 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 250 | Logo | bez špon, odpadých dílů, mastnoty a nečistot | hadr, papír | 2 | 1x hodina | | | | | | | | | | | | | | | | |

Čistit při vypnutí stroje! Čištění provádí operátoři linky! Zjistěné abnormality hláší buňkař linky!! O-operator, B-buňkař, M-mazec

Obr. E2: Záznamový arch – čištění

| ZF Friedrichshafen AG | | Jablonec nad Nisou | | ČIŠTĚNÍ | INSPEKCE | MAZÁNÍ | ZF Friedrichshafen AG | | Jablonec nad Nisou | | STOP | |
|--|---------------------|------------------------|----------------------|----------------|------------------|---------------------------------|--|------------------------|----------------------|----------------|--------|-----|
| Preventivní údržba- čištění, mazání, inspekce | | | | Vydáno | 1 | | Preventivní údržba- čištění, mazání, inspekce | | | | Vydáno | 1 |
| | | | | Strana | 1/2 | | | | | | Strana | 2/2 |
| Místo, středisko, číselná řada | Středisko | Sektor, linka, operace | | Vyhrazený čas | | Místo, středisko, číselná řada | Středisko | Sektor, linka, operace | | Vyhrazený čas | | |
| Č. kanbanu | Op. 70 - 5126 - 005 | 5126 | Montáž - 5J - op. 70 | | 10 min | Č. kanbanu | Op. 70 - 5126 - 005 | 5126 | Montáž - 5J - op. 70 | | 10 min | |
| | | | | Č. položky | Předmět / oblast | Frekvence/ odpovědný | Činnost | Pomocné prostředky | | | | |
| | | | | 5 | | 1x za směnu / buňkař nebo mazač | Demontáž stávající houbičky a výměna za novou (již napuštěnou mazacím prostředkem) | | | | | |
| | | | | 3 | | 1x za směnu / buňkař nebo mazač | Zkontrolovat stav hladiny maziva | | | | | |
| Vydal | Technik údržby | | Prověřil | Vedoucí údržby | | Vydal | Technik údržby | | Prověřil | Vedoucí údržby | | |
| Středisko | 9551 | | Středisko | 9551 | | Středisko | 9551 | | Středisko | 9551 | | |
| Datum | 26.11.2018 | | Datum | 28.11.2018 | | Datum | 26.11.2018 | | Datum | 28.11.2018 | | |

Obr. E3: Karta TPM – mazání

E20-S01-F102 vydání : 03 datum : 06.05.2016 Aktualizace: 19.3.2018

| Základní údaje | | | | | | montáž ZDB 5J | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|--|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| Týden č.: MAZÁNÍ A DOPLŇOVÁNÍ PROVOZNIČ KAPALIN | | | | | | záznam o provedené práci | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Boj | Op. | Místo | Jaký stav má být dosažen | Způsob / Pomůcky | Výsledek | Interval | provádí | pondělí | úterý | středa | čtvrtek | pátek | sobota | neděle | | | | | | | | | |
| 1 | 05 | máčení kroužků | kapalina Klüberfluid v nádrži | zkontrolovat stav hladiny maziva | doplnit nebo nahášt mazací | 1x směna | M+B | N | R | O | N | R | O | N | R | O | N | R | O | N | R | O | |
| 2 | 80 | centrální mazání | kapalina Klüberfluid v nádrži | zkontrolovat stav hladiny maziva | očistit nebo nahášt mazací | 1x směna | M+B | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 110 190 | olej FESTO v mazacím zařízení pro pneuutahovky | kontrola hladiny FESTOoleje | kontrola hladiny FESTOoleje | doplnit nebo nahášt mazací | 1x den | M+B | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | LINKA | centrální mazání | mazací tuk v nádobě | zkontrolovat stav hladiny maziva | abnormální nahášt mazací | 1x směna | M+B | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 70 | Mazání pístu | Čistá nepoškozovaná mazací houbička | Výměna za novou | Výměna za novou | 1x směna | O+B | | | | | | | | | | | | | | | | |

inspekci a doplňování provozních kapalin provádět při vypnutých energiích O-operátor, B-buňkař, M-mazač

Obr. E4: Záznamový arch – mazání

