



Aplikace principů štihlé výroby ve vybraném podniku

Diplomová práce

Studijní program: N6208 – Ekonomika a management
Studijní obor: 6208T085 – Podniková ekonomika - Vybrané procesy v podniku
Autor práce: **Bc. Milan Lajda**
Vedoucí práce: Ing. Eva Štichhauerová, Ph.D.





Zadání diplomové práce

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Milan Lajda**
Osobní číslo: E16000333
Studijní program: N6208 Ekonomika a management
Studijní obor: N6208T085 – Podniková ekonomika – Vybrané procesy v podniku
Zadávající katedra: katedra podnikové ekonomiky a managementu
Vedoucí práce: Ing. Eva Štichhauerová, Ph.D.
Konzultant práce: Bc. Jiří Bareš
TRW Automotive Czech s.r.o., ZF Aftermarket Frýdlant; LPO manager

Název práce: **Aplikace principů štíhlé výroby ve vybraném podniku**

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska v oblasti lean managementu.
2. Představení a charakteristika vybraného podniku.
3. Analýza současného stavu ve vybraném podniku a zjištění slabých míst.
4. Návrh opatření.
5. Zhodnocení navrženého opatření a shrnutí.

Seznam odborné literatury:

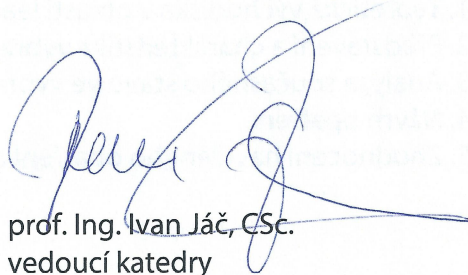
- CIMORELLI, Stephen C. 2013. *Kanban for the supply chain: fundamental practices for manufacturing management*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group. ISBN 978-156327-314-8.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. dopl. vyd. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.
- PIETERS, Reinder and Oliver J. NTENJE. 2012. *Logistics: a practical approach*. 3th ed. Arnhem: MBES. ISBN 978-90-78438-13-7.
- POPEŠKO, Boris a Šárka PAPADAKI. 2016. *Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení*. 2. aktual. a rozšř. vyd. Praha: GRADA Publishing. ISBN 978-80-247-5773-5.
- SVOZILOVÁ, Alena. 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: GRADA Publishing. ISBN 978-80-247-3938-0.
- PROQUEST. 2017. *Databáze článků ProQuest* [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [Cit. 2017-09-28]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz/>

Rozsah práce: 65 normostran
Forma zpracování: tištěná / elektronická
Datum zadání práce: 31. října 2017
Datum odevzdání práce: 31. srpna 2019



prof. Ing. Miroslav Žižka, Ph.D.
děkan Ekonomické fakulty

L.S.



prof. Ing. Ivan Jáč, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2017

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

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

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

10. 4. 2019

Bc. Milan Lajda

Anotace

Cílem diplomové práce na téma „Aplikace principů štihlé výroby ve vybraném podniku“ je s pomocí nástrojů štihlé výroby navrhnout možná zlepšení, která zefektivní výrobní proces vybraného podniku. Tomuto cíli předchází analýza současného stavu ve vybraném podniku ZF TRW Automotive Czech s. r. o. Aftermarket Operations Frýdlant, díky níž jsou zjištěna slabá místa ve výrobním procesu. Diplomová práce je rozdělena na část rešeršní a část praktickou. V rešeršní části jsou uvedena teoretická východiska v oblasti štihlé výroby. V praktické části je představena a charakterizována vybraná společnost. Dále jsou analyzovány výrobní procesy, v rámci nichž jsou identifikována problémová místa, a následně jsou navržena opatření pro eliminaci zjištěných nedostatků. Na závěr diplomové práce jsou tato opatření zhodnocena.

Klíčová slova

štihlá výroba, plýtvání, metoda 5S, kaizen, layout, totálně produktivní údržba, materiálový tok

Annotation

The application of lean production principles in the selected company

The aim of the thesis "The application of lean production principles in the selected company" is to design, with the help of lean manufacturing tools, possible improvements to the efficient production process of the selected company. This is preceded by an analysis of the current situation in the selected company ZF TRW Automotive Czech Ltd. Aftermarket Operations Frydlant, which identified weaknesses in the production process. The thesis is divided into the theoretical part and the practical part. In the theoretical part are the basis of lean production described. In the practical part the selected company is introduced and characterized. In addition, the production processes in which problém areas are identified are analyzed and measures are proposed to eliminate the identified shortcomings. At the end of the diploma thesis these measures are evaluated.

Key words

lean production, wasting, method 5S, kaizen, layout, total productive maintenance, material flow

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	11
Seznam tabulek.....	13
Seznam ilustrací.....	15
Úvod.....	17
1 Teoretická východiska v oblasti štihlé výroby	19
1.1 Historie štihlé výroby	19
1.2 Plýtvání.....	20
1.3 Nástroje a techniky štihlé výroby	22
1.3.1 Metoda 5S.....	22
1.3.2 Mapování hodnotového toku.....	25
1.3.3 TPM.....	26
1.3.4 Kaizen.....	28
1.3.5 DMAIC.....	29
1.3.6 Line balance.....	30
2 Společnost ZF TRW Frýdlant	33
2.1 Mateřská společnost ZF Friedrichshafen AG	33
2.2 Profil společnosti	34
2.3 Historie společnosti	35
2.4 Organizační struktura společnosti	36
2.5 Hlavní činnosti závodu	37
2.6 ZF Production System	39
3 Popis a analýza linky FIG.....	43
3.1 Popis a postup jednotlivých operací	46
3.2 Mapování pohybu pracovníků na lince FIG	51
3.3 Line balance na lince FIG.....	53
3.4 Mapování hodnotového toku linky FIG	56
3.5 Aplikované principy štihlé výroby na lince FIG	59
3.5.1 Metoda 5S a vizualizace	59

3.5.2 TPM.....	62
4 Návrhy opatření k zeštíhlení výroby na lince FIG	65
4.1 Výběr nového mycího zařízení	65
4.1.1 Hodnocení efektivity investice pro pračku W 115 AM.....	66
4.2 Návrh nového layoutu	69
4.2.1 Návrh layoutu č. 1	71
4.2.2 Návrh layoutu č. 2	73
4.2.3 Hodnocení návrhů layoutu č. 1 a 2.....	75
4.2.4 Line balance na základě navrhovaného layoutu.....	75
4.2.5 Úspora na základě navrhovaného layoutu.....	77
4.3 Metoda 5S	79
4.4 Kaizen.....	81
4.5 TPM.....	81
4.6 Mapování hodnotového toku pro budoucí stav linky FIG	82
5 Zhodnocení navržených opatření	87
5.1 Zhodnocení pořízení pračky W 115 AM.....	87
5.2 Zhodnocení nového layoutu	88
5.3 Zhodnocení metody 5S.....	89
5.4 Zhodnocení metody Kaizen	89
5.5 Zhodnocení metody TPM.....	90
Závěr.....	91
Seznam použité literatury.....	93
Seznam příloh	97

Seznam použitých zkratek a symbolů

5S	zkratka 5 japonských slov začínající na písmeno S (metoda dosažení a udržení pořádku na pracovišti)
AG	Aktiengesellschaft (akciová společnost)
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CIS	Continuous Improvement System (systém neustálého zlepšování)
CT	Cycle Time (čas cyklu)
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve, Control (metoda neustálého zlepšování)
Eko.	ekologický
FIG	fully integrated gearbox (plně integrovaná převodovka)
HSE	Healthy Safety Environmental (zdraví bezpečné prostředí)
IAM	independent aftermarket (nezávislý trh pro automobilové díly)
ISO	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro standardizaci)
LPA	Layered Process Audit (vrstvený audit prováděný ve třech vrstvách řízení výroby)
LT	Lead Time (průběžná doba výroby)
NOK	Not Okay (neshodný kus)
NVA	Non-Value-Added (nepřidaná hodnota)
OEE	Overall Equipment Effectiveness (celková efektivnost zařízení)
PSA	Production System Assessment (hodnocení výrobního systému)
TPM	Total Productive Maintenance (totálně produktivní údržba)
TPS	Toyota Production System (výrobní systém společnosti Toyota)
TT	Takt Time (čas taktu)
VA	Value-Added (přidaná hodnota)
VA-index	Value-Added index (index přidané hodnoty)
VSM	Value Stream Mapping (mapování hodnotového toku)
ZF	Zahnradfabrik

Seznam tabulek

Tabulka 1: Systém 11 barev	41
Tabulka 2: Objem posilovačů Daimler v roce 2018.....	45
Tabulka 3: Rozdělení operací mezi pracovníky linky FIG.....	46
Tabulka 4: Analýza činností na stanovišti demontáže.....	51
Tabulka 5: Analýza činností na stanovišti reworku.....	52
Tabulka 6: Přehled pracovníků s naměřenými cyklovými časy	55
Tabulka 7: Údaje o lince FIG	56
Tabulka 8: Nabídka mycího zařízení.....	66
Tabulka 9: Náklady na Haku 1025-900.....	67
Tabulka 10: Náklady na Bonderite C-AK 4112	68
Tabulka 11: Náklady na ADS Heat Solve B+A	69
Tabulka 12: Analýza činností na budoucím pracovišti demontáže	77
Tabulka 13: Analýza činností na budoucím pracovišti reworku	78
Tabulka 14: Úspora plynoucí ze změny layoutu	79
Tabulka 15: Údaje o lince FIG po aplikaci optimalizačních návrhů.....	83

Seznam ilustrací

Obrázek 1: Organizační struktura managementu ZF TRW Frýdlant	37
Obrázek 2: Layout budovy ZF TRW Frýdlant	38
Obrázek 3: Příklad zlepšovateľské aktivity prostřednictvím storyboardu	40
Obrázek 4: Posilovač řízení Daimler L1B	43
Obrázek 5: Posilovač řízení v nákladním vozidle	44
Obrázek 6: Procesní diagram linky FIG	50
Obrázek 7: Současný line balance linky FIG	54
Obrázek 8: VSM současného stavu linky FIG	57
Obrázek 9: Návrh layoutu č. 1	72
Obrázek 10: Návrh layoutu č. 2	74
Obrázek 11: Line balance linky FIG při navrhovaném layoutu	76
Obrázek 12: VSM budoucího stavu linky FIG	85

Úvod

V současném globalizovaném světě, kde je životní cyklus produktu čím dál tím kratší, je velmi důležité umět pracovat s časem ve výrobě. Pokud výrobní podnik není schopen ihned uspokojit požadavky svých průmyslových zákazníků, je velmi pravděpodobné, že se tito zákazníci přikloní k substitučnímu produktu konkurence. Podnik by tedy měl pracovat především na zkracování výrobních časů svých produktů.

Jednou z možností, jak zkrátit čas výroby, je implikace principů štíhlé výroby do podniku. Nástroji štíhlé výroby lze docílit efektivnějších výrobních procesů a materiálových toků, a to díky vyhledání a následné eliminaci činností nepřidávajících žádnou hodnotu pro zákazníka. S touto eliminací jsou dále spojeny nižší výrobní náklady a vyšší kvalita vyráběných produktů. Podnik tak může upevnit nebo i získat lepší postavení na trhu a být konkurenceschopnější.

Cílem diplomové práce je prostřednictvím principů štíhlé výroby navrhnout taková opatření ve vybraném podniku, která by zefektivnila výrobní proces na výrobní lince. Pro dosažení tohoto cíle je provedena důsledná a důkladná analýza současného stavu této linky.

Diplomová práce se skládá ze dvou částí – z části rešeršní a praktické. Rešeršní část se zabývá vysvětlením základních pojmů štíhlé výroby, její historií a v neposlední řadě plýtváním. Nedílnou součástí rešeršní části jsou i nástroje a techniky štíhlé výroby, které se snaží eliminovat zmíněné plýtvání ve výrobě.

Praktická část zahrnuje případovou studii ve vybraném podniku, kterým je ZF TRW Automotive Czech s. r. o. Aftermarket Operations Frýdlant. Tento podnik patří mezi několik málo firem na evropském trhu, který se zaměřuje na repasi použitých náhradních dílů do automobilových a nákladních vozidel. V této části jsou nejprve uvedeny základní informace o podniku a jeho činnostech. Následně je popsána a analyzována výrobní linka pro repasi posilovačů řízení pro nákladní vozidla. Tato analýza se stane základem pro stěžejní část diplomové práce, kterou je aplikování principů štíhlé výroby na linku a navržení opatření pro další zefektivnění výrobních procesů na této lince. V závěrečné části jsou navržená opatření zhodnocena.

1 Teoretická východiska v oblasti štihlé výroby

V této kapitole bude vysvětlen pojem štihlá výroba a poté bude v dalších podkapitolách popsána historie tohoto pojmu, plýtvání a nástroje a techniky štihlé výroby.

Štihlá výroba (angl. *lean manufacturing, lean production*) je filozofií a souhrnem metod výroby a řízení firmy Toyota zkracující průběžný čas odstraňováním plýtvání v dodavatelsko – odběratelském řetězci (Košturiak a Frolík, 2006; Dlabač, 2015). Eliminace plýtvání je pro výrobní podnik prostředek k dosažení lepších výsledků v podobě rychleji vyrobené produkce s nižšími vynaloženými náklady se stejnou, nebo dokonce lepší kvalitou (Jirásek, 1998). Zavedením štihlé výroby se podnik zbavuje ztrát, které by mu jinak zvyšovaly náklady (Váchal a Vochozka, 2013).

Tato výroba pružně reaguje na požadavky a potřeby jednotlivého zákazníka, což je dle Keřkovského a Valsy (2012, str. 75) „*v přímém protikladu s tradičními ‚tayloristickými‘ principy hromadné výroby.*“ To umožňuje vyrábět přesně takové množství, které je potřeba, a bez zbytečných ztrát. V současném dynamickém hospodářském prostředí to pro podnik znamená strategickou konkurenční výhodu ve světové hospodářské soutěži (Keřkovský a Valsa, 2012).

Jak uvádí Svozilová (2011, str. 32), „*má-li být Lean (štihlá výroba) skutečně účinná, pak musí prorůst hluboko do myšlení zaměstnanců a musí se stát součástí firemní kultury*“. Řešení každodenních činností a neustálé zlepšování by měly být na denním pořádku všech zaměstnanců včetně top managementu (Liker, 2007).

Štihlá výroba je základním kamenem pro štihlý podnik, hned vedle štihlé logistiky, administrativy a vývoje. Pouze správným propojením těchto oblastí je podnik efektivně fungujícím systémem (Dlabač, 2014).

1.1 Historie štihlé výroby

Termín štihlá výroba se poprvé objevil v roce 1988 v článku Johna Krafcika (Košturiak a Gregor, 1993). Pojem se ujal ale až v roce 1991, kdy autoři Womack, Jones a Roos vydali knižní bestseller „Stroj, který změnil svět“. Díky tomuto knižnímu počínu byla nastartována éra zeštíhlování společností (Liker, 2007).

Historie štihlé výroby však sahá až do období 20. let minulého století, kdy americký výrobce automobilů Henry Ford zavedl pásovou výrobu. Ford byl první, kdo do výroby přinesl

dokonalý proces, tj. logicky na sebe navazující dílčí operace. Při výrobním procesu se snažil o minimalizaci prostojů a odstranění plýtvání (Vochozka a Mulač, 2012).

Ve 30. letech 20. století byl v Japonsku založen podnik na výrobu automobilů Toyota rodinou Toyodových. Po druhé světové válce byla japonská ekonomika silně oslabená, tudíž chyběl i potřebný kapitál na její rozvoj. Aby Toyota nebyla pozadu za světovými výrobci, musela zefektivnit svůj proces výroby s minimem nákladů (Vochozka a Mulač, 2012). Proto Eiji Toyoda v roce 1950 navštívil výrobní závody automobilky Ford, aby získal cenné poznatky, které by mohl implementovat do své výroby. Manažer Toyoty Taichi Ohno byl pověřen úkolem zdokonalit výrobní proces tak, aby se Toyota vyrovnala produktivitě společnosti Ford (Liker, 2007). Na základě toho byl vypracován, zlepšován a rozvíjen vlastní systém výroby známý jako Toyota Production System (dále TPS) (Vytlačil a Mašín, 1999). Toyota pomocí TPS dosahovala lepší produktivity, aniž by používala drahou západní technologii. Dnes je TPS synonymem pro štíhlou výrobu (Liker, 2007).

1.2 Plýtvání

Jak již bylo zmíněno výše, štíhlá výroba se snaží vytvořit výrobní systém s minimem pracovní síly, zařízení a materiálu. Pokud ale podnik nezavede štíhlou výrobu do svých procesů, většinou generuje ztráty (Pieters a Ntenje, 2012). Dle Likera (2007) jsou těmito ztrátami plýtvání (jap. *muda*). Plýtvání Liker dále definuje jako vše, co zvyšuje náklady na výrobu bez přidávání hodnoty vyráběnému kusu. Plýtvání tedy snižuje zisk společnosti a snižuje i kvalitu jejích procesů. Identifikace a odstranění plýtvání je klíčovým prvkem štíhlého myšlení. Závisí na pochopení a zapojení všech zaměstnanců. Plýtvání existuje ve všech procesech a na všech úrovních organizace. Jeden druh plýtvání může vést k dalším druhům plýtvání (Imai, 2005).

Jak uvádí Sixta a Mačát (2005), mezi nejzávažnější chyby výrobních podniků patří však nevhodná uspořádání závodu, tzv. layoutů. Původ těchto chyb je mnohdy zapříčiněn převzetím nemoderních, špatně navrhnutých a neefektivních zařízení. Snahy o změny těchto zařízení v podobě technických úprav bývají také neúspěšné z důvodu realizace na základě předchozích principů.

Mezi další druhy plýtvání dle Likera (2007) patří nadvýroba, čekání, nadbytečná manipulace, špatný pracovní postup (metoda), vysoké zásoby, zbytečné pohyby, chyby pracovníků a podceňování pracovníků. Tato plýtvání jsou blíže popsána dále.

Nadvýroba znamená vyšší výrobu, než je požadováno zákazníky. Vznik nadvýroby je způsoben zejména tím, že podnik chce více využít výrobní kapacity, tedy i produktivity svých zaměstnanců, než je nutné. Dále nadvýroba vzniká tehdy, když je vyráběno nadměrné množství produkce pro případ pojistné zásoby (Jurová, 2016). Nadvýrobu způsobuje i to, že pracovníci vyrábějí rychleji, než je nutné (Liker, 2007). Dle Mašina a Vytlačila (2000a) je nadvýroba nejhorší formou plýtvání, jelikož je nutné na ni vynaložit dodatečné náklady např. ve formě skladování nebo dodatečných prací.

Čekání je doba nečinnosti vytvořena tím, když lidé čekají na stroje, lidé čekají na lidi, anebo když stroje čekají na lidi. Hlavní příčinou může být nevyvážené pracovní vytížení, neplánované údržby, poruchy strojů, dlouhé časy přípravy a přestaveb (např. uvolnění výroby, předání směny), nesprávné využití automatizace (sledování strojů za chodu) a neefektivní layout (Svozilová, 2011). Tato forma plýtvání je většinou ihned viditelná (Mašin a Vytlačil, 2000a).

Nadbytečná manipulace a transport jsou činnosti, které podniku zvyšují náklady tím, že se spotřebovává jeho kapitál a prostory a zároveň nevytváří zákazníkovi přidanou hodnotu. Jedná se o nejčastější druh plýtvání způsobený špatnou koordinací v logistice (Liker, 2007).

Špatný pracovní postup mnohdy způsobuje potřebu dodatečné práce a také spotřebu zdrojů. Příkladem může být navrhnutí nevhodného materiálu nebo konstrukce produktu (Mašin a Vytlačil, 2000a).

Vysoké zásoby podnik nejčastěji váže v základním materiálu a surovinách, které zatím nejsou zapotřebí k výrobě produktů nebo jsou vysoké zásoby výsledkem samotné nadvýroby. Nejsou tedy zkoordinovány dodávky základních surovin s požadavky výrobní linky nebo není sladěna výroba s poptávkou zákazníka. Vysoké držení zásob tak zákazníkovi nepřináší přidanou hodnotu výrobku a podniku váže hotovost a kapitál (Liker, 2007; Váchal a Vochozka, 2013).

Zbytečné pohyby jsou jakékoli pohyby člověka nebo stroje, které nepřináší produktu přidanou hodnotu. Hlavní příčinou je špatná ergonomie, nevhodně navržený layout, stroj

nebo proces, nejednotné pracovní metody a standardy, špatná organizace a čistota pracoviště a v neposlední řadě také extra pohyby mezi čekáním, kdy pracovník hledá, co by dělal, aby nestál (Vytlačil a Mašín, 1999). Dle Frankové (2018) může odstranění nadbytečných pohybů z pracoviště přispět ke zvýšení kvality produktu. Důvodem je menší rozptýlení pracovníka, a tudíž existuje i menší pravděpodobnost, že by udělal chybu.

Chyby pracovníků přináší podniku náklady kvůli dodatečným činnostem, které musí učinit navíc. Lze sem zařadit např. opakované kontroly produktů, demontáž, vícenásobné transporty, manipulace nebo oprava vadného výrobku. Pokud by byla vada na produktu objevena až zákazníkem, podnik by mohl ztratit budoucí obchod (Mašín a Vytlačil, 2000a).

Podceňováním pracovníků dochází k tomu, že zaměstnavatel dostatečně nevyužije know-how svých zaměstnanců. Tím se pracovníci nemohou zapojit do zlepšování procesů ve výrobě, ačkoli by na to měli vědomosti a zkušenosti (Dlabač, 2015).

1.3 Nástroje a techniky štíhlé výroby

V této podkapitole budou charakterizovány nástroje a techniky jako je např. 5S, Mapování hodnotového toku, Totálně produktivní údržba, Kaizen, DMAIC a Line balance. Zmíněné nástroje a techniky jsou velmi často používané ve štíhlé výrobě a měly být základními znalostmi každého manažera štíhlé výroby.

1.3.1 Metoda 5S

Metoda 5S je jedním ze základních nástrojů štíhlé výroby, se kterým lze dosáhnout zlepšení procesů na pracovišti, ale také zlepšení samotného pracoviště. Vede k odstranění nepořádku a zbytečných předmětů z pracoviště, a tedy k uspořádanému a přehlednému pracovišti (Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2009). Dle Vochozky a Mulače (2012, str. 433) „*upravené pracoviště pomáhá zvyšovat produktivitu práce*“. Název této metody je odvozen z pěti japonských, respektive anglických činností s počátečním písmenem „S“. Jednotlivé činnosti jsou v podstatě postupné kroky, jak těchto zlepšení dosáhnout. Do češtiny se zpravidla překládají jako: Třídění, Umíst'ování, Úklid, Standardizace a Udržení (Svozilová, 2011).

Jednotlivé kroky postupu zavádění nástroje 5S jsou popsány níže:

Krok 1: Třídění (jap. *Seiri*, angl. *Sort*)

Prvním krokem se odstraní vše nepotřebné a neaktuální pro dané pracoviště. Důležité je také dbát na to, aby na pracovišti bylo správné množství položek (Mašín a Vytlačil, 2000b). Identifikace nepotřebných položek bývá pro pracovníky mnohdy složitým úkolem. Pro lepší orientaci je možné rozřadit jednotlivé položky dle toho, jak často se s nimi pracuje (např. denně, měsíčně nebo výjimečně). Díky tomuto rozřazení lze jednodušeji zjistit, které položky nebudou dále na pracovišti nutné a mohou být zlikvidovány, odprodány, přeřazeny nebo recyklovány (Svozilová, 2011).

Krok 2: Umístění (jap. *Seiton*, angl. *Set in Order*)

Aby byl splněn druhý krok, musí mít všechny potřebné položky své dané místo a musí být lehce přístupné. Takové místo je vybráno společným rozhodnutím výrobního týmu a obsluhou stroje (Mašín a Vytlačil, 2000b). Mašín a Vytlačil (2000b) uvádí, že je také nutné využívat princip **vizuálně řízeného pracoviště**. Vizualně řízené pracoviště poskytuje pracovníkovi srozumitelnou informaci o tom, kam má jednotlivé položky na pracovišti zařadit, popř. kolik položek tam má být. Dle Vochozky a Mulače (2012) tak bude pracovník schopen snadno a rychle najít předmět potřebný k pracovnímu úkonu a zároveň pak bude vědět, kam tento předmět přesně vrátit. Pro plynulost pracovních operací je dle Svozilové (2011) nezbytné, aby tyto předměty byly srovnány v pořadí, ve kterém je pracovník používá.

Ve druhém kroku metody 5S je využívána tzv. **strategie nátěru**, pomocí níž se značí podlahy pracoviště dělicími čarami. Tyto čáry se na podlahy nanášejí buď barevným nátěrem nebo lepicí páskou. Dle charakteru prostředí jsou jednotlivé čáry jinak zbarvené. Díky tomu pracovník přesně ví, ve kterém pracovním úseku se nachází, kudy by měl chodit, do jakého prostoru se otevírají dveře apod. Vedle strategie nátěru je používána také tzv. **strategie hranice**, která slouží k vyznačení obrysu plochy pro skladování jednotlivých předmětů. Pracovník tedy například ví, kam se ukládají dokončené, rozpracované či neshodné výrobky (Pelloneová, 2015, podle Productivity Press, 2009).

Dle Musilové (2007) vede vizuální řízení k mnoha pozitivním důsledkům, kterými jsou:

- „zvýšení bezpečnosti,
- zviditelnění problémů,
- zkrácení dob na hledání,
- ulehčení reakce na problémy,
- vyjasnění pracovních postupů,
- zlepšení kvality,
- ulehčení komunikace,
- stejné vnímání informací,
- redukce variability a oprav,
- zvýšení pracovní disciplíny,
- zlepšení podnikové kultury“.

Nesplněním tohoto kroku dochází ke zbytečným prostožům zapříčiněným hledáním položky a pohybu pracovníka, tedy k plýtvání zejména lidské energie a času (Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2009).

Krok 3: Úklid (jap. *Seiso*, angl. *Shine*)

Třetí krok nástroje 5S má zabezpečit, že pracoviště bude stále udržované v čistotě a pořádku. Úklid by měl vykonávat pracovník obsluhující zařízení na daném pracovišti, z důvodu soudobé kontroly tohoto zařízení. Čištěním totiž pracovník může objevit poškození na zařízení, např. špatná izolace kabelů, unikání provozních kapalin apod. Úklid tak může zároveň sloužit jako prostředek k prevenci úrazů a ochrany zdraví při práci (Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2009). Prioritou pracovníka při čištění by měly být strojní díly, protože je zde vyšší pravděpodobnost výskytu poruchy. Za účelem předejití selhání zařízení, a tím pádem i omezení výroby, je lépe provádět čištění každý den. Čištění by ovšem mělo být provedeno efektivně a nemělo by trvat dlouhou dobu. Je také nutné vytyčit plán, kdo bude co čistit, jak často, jakými prostředky a nástroji a kdo bude nést za úklid odpovědnost. Takovýto plán je poté viditelně vystaven na pracovišti (Mašín a Vytlačil, 2000b).

Krok 4: Standardizace (jap. *Seiketsu*, angl. *Standardize*)

Ve čtvrtém kroku je prováděna standardizace předchozích kroků a dochází k začlenění předešlých činností do běžného režimu pracovníka. Všichni pracovníci dle standardu ví, jak, kde a kdy mají tyto kroky dělat a za co jsou zodpovědní. Zároveň musí být každodenně kontrolováno, zda vše probíhá podle těchto standardů. Kontrolor pracoviště používá tzv. kontrolní seznam a pomocí bodové stupnice dané pracoviště ohodnocuje. Tím se předchází problémům spojených s nefunkčností a nepřehledností systému (Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2009).

Krok 5: Udržení (jap. *Shitsuke*, angl. *Sustain*)

Důležitým a posledním krokem je udržení. Z důvodu udržitelnosti standardů vytvořených v předchozím kroku je nutné, aby byla jednotlivá pracoviště pravidelně školená a auditována (Mašín a Vytlačil, 2000b). Je také zapotřebí standardy neustále aktualizovat a zlepšovat (Svozilová, 2011). Motivací k udržitelnosti standardů může být pro pracovníky odměna za nejlépe odvedený výkon (Liker, 2007). Dle Mašina a Vytlačila (2000b) je pro udržení 5S důležité, aby podnik pracovníkům dosažené výsledky představil prostřednictvím fotografií, videoprogramů nebo prezentací stavu před realizací 5S a po ní. Realizace 5S na pracovišti by měla být vyhodnocena pověřeným zaměstnancem. Případná kritika k pracovníkům je vedena konstruktivně a jsou stanovena opatření ke zlepšení stávajícího stavu.

Pro udržitelnost 5S na pracovištích je také příhodné v pravidelných intervalech uspořádat konferenci o 5S nebo soutěž o nejlepší zlepšovatelský tým. Aby se metoda 5S dostala co nejvíce do podvědomí pracovníků, je vhodné vyvěsit slogany a plakáty s tematikou 5S (Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2009).

1.3.2 Mapování hodnotového toku

Mapování hodnotového toku nebo též analýza hodnotového řetězce (angl. *Value stream mapping*, dále VSM) je další základní technikou štíhlé výroby. Jedná se o grafický nástroj, pomocí něhož jsou popsány souvislosti a vazby v informačních a materiálových tocích pro určitý produkt. Zároveň lze touto technikou identifikovat příčiny plýtvání napříč celou organizací, a to od vývoje přes administrativu a logistiku až po výrobní proces (Košturiak a Frolík, 2006). V těchto oblastech je možné identifikovat odchylku, úzké místo a ztrátu a podle nich vyprojektovat stav budoucí (Bejčková 2017).

Jak uvádí Mašín (2003, str. 13), hodnotový tok lze chápat jako „*souhrn všech aktivit v procesech, které vůbec umožňují vlastní transformaci materiálu na konkrétní zboží, jež má hodnotu pro zákazníka*“. Lze tedy říci, že obsahem hodnotového toku jsou jak aktivity přidávající hodnotu výrobku, tak i ty činnosti, které mu vůbec žádnou hodnotu nepřidávají, viz níže.

Činnosti přidávající hodnotu (angl. *Value-Adding*) jsou takové činnosti, které požaduje zákazník a je za ně ochotný zaplatit i vyšší cenu. Typicky to jsou činnosti měnící tvar, velikost a funkci materiálu pro konečný výrobek. Naopak **činnosti nepřidávající hodnotu** (angl. *Non-Value-Adding*) jsou takové, které buď musí být z nějakého důvodu provedeny (např. požadavek regulačního orgánu), nebo nejsou nikterak potřebné a jsou tím pádem považovány za plýtvání (Svozilová, 2011).

Cílem hodnotového toku je dle Svozilové (2011) zobrazit, jak se podílejí dílčí činnosti na tvorbě hodnoty výrobku. Mašín (2003) dále uvádí, že pomocí tohoto procesního zmapování jsou pak snáze identifikovatelné činnosti, které nepřidávají hodnotu. Tyto aktivity je nutné odstranit, zkrátit celkovou průběžnou dobu a snížit celkový počet transformačních kroků.

Výstupem mapování hodnotového toku je tzv. VA-index (z angl. *value added index*), který udává, kolika procenty z celkové průběžné doby je výrobku přidáváno na hodnotě, zatímco vzniká. Poměrují se tedy časy přidávající hodnotu s časy všech operací během vytváření samotného výrobku (Mašín, 2003). Pro výpočet VA-indexu je uveden vzorec (1.1).

$$VA\ index = \frac{\text{čas, kdy je produktu přidávána hodnota}}{\text{celková průběžná doba, po kterou produkt vzniká}} \quad (1.1)$$

Za účelem znázornění hodnotového toku se používají standardizované grafické symboly (viz Příloha A). Každý z těchto symbolů je specifický a je nutné, aby jim příslušní pracovníci rozuměli. Dle Mašína (2003, str. 23) mapování procesu již není vlastní prací jednoho člověka, „*ale stále častěji je to i podpora efektivnější komunikace mezi různými vrstvami a skupinami pracovníků v podniku*“.

1.3.3 TPM

Japonský systém TPM je anglickou zkratkou pro *Total Productive Maintenance*. v překladu TPM znamená **totálně produktivní údržba**. Vysoké produktivity je dosaženo tehdy, je-li i údržba strojního zařízení na vysoké úrovni. Údržba na nízké úrovni je však spojená se ztrátami, které zatěžují provoz a výkon těchto zařízení. Proto je nutné zjistit, jaké ztráty se

při provozu objevují, a ty pak následně eliminovat nebo alespoň snížit (Mašín a Vytlačil, 2000b).

Nenadál a kolektiv (2008, str. 161) spatřují šest druhů velkých ztrát:

- „ztráty spojené s poruchami strojů,
- ztráty spojené s přípravou a seřizováním,
- ztráty spojené se sníženou rychlostí,
- malé prostoje,
- ztráty spojené s výrobou neshodných produktů,
- ztráty spojené s výrobou prvních kusů“.

Aby se výše uvedeným ztrátám předešlo, musí být přenesena odpovědnost za údržbu stroje a pracoviště na obsluhu stroje. Většina velkých poruch je způsobena zanedbáním údržby (Nenadál a kol., 2008). Nenadál a kol. (2008, str. 159) doplňují, že právě kvůli těmto opomenutím „je v TPM kladen důraz hlavně na denní a běžnou údržbu“. Pracovníci by se však neměli zaměřovat pouze na velké problémy, nýbrž by měli pozornost věnovat i těm, které k nim přispívají (Mašín a Vytlačil, 2000a).

Hlavním bodem systému TPM je pravidelná samostatná údržba prováděná obsluhou stroje. Obsluha by tedy měla udržovat svůj stroj čistý, seřízený a namazaný. Pokud jsou provedeny tyto činnosti, předchází se možným poruchám stroje a prodlužuje se tak jeho životnost a spolehlivost (Nenadál a kol., 2008). Obsluha by také na stroji měla zvládnout drobné opravy, nepřiliš složité výměny a provést jeho celkovou kontrolu (zrakem, sluchem, popř. i čichem). Tím se včas zjistí abnormality na chodu stroje a zamezí se tak jejich dalšímu vzniku (Mašín a Vytlačil, 2000a).

Hlavním cílem TPM je maximální efektivnost strojního zařízení, nazývána též jako tzv. **dostupnost strojního zařízení** (Mašín a Vytlačil, 2000a). Míra efektivnosti zařízení se vypočítává indexem **celkové efektivnosti zařízení** (angl. *Overall Equipment Effectiveness*, dále OEE), kde součinem jednotlivých faktorů je získáno procentuální vyjádření efektivnosti stroje, viz vzorec (1.2). Tvůrce TPM označil za účinné a efektivní to zařízení, které dosahuje OEE alespoň 85 % (Nenadál a kol., 2008).

$$OEE = Využití \times Výkon \times Kvalita \quad (1.2)$$

Pro splnění hlavního cíle TPM je však nutné splnit dílčí tři tzv. nulové cíle, kterými jsou eliminace neplánovaných prostojů, vad způsobených stavem stroje a ztrát rychlosti strojů vzniklé z prodloužení výrobního cyklu (Mašín a Lepšík, 2015).

1.3.4 Kaizen

Jak uvádějí Vochozka a Mulač (2012, str. 429), „*kaizen je filozofie vnitřní nespokojenosti se současným stavem*“. Pojem „kaizen“ je složen ze dvou japonských slov: *kai* (změna) a *zen* (dobrý, lepší). Do češtiny ho tedy lze přeložit jako „změna k lepšímu“ (Vochozka a Mulač, 2012). Kaizen vychází z předpokladu, že pravidelné malé změny mohou v souhrnu přinést velká zlepšení efektivity procesů (Liker, 2007). Těchto zlepšení lze ale dosáhnout pouze tehdy, jsou-li změny dlouhodobě aktivně udržovány (Svozilová, 2011).

Jedná se tedy o sběr námětů a připomínek od všech zaměstnanců na zlepšení jakéhokoliv vnitropodnikového procesu, ve kterém spatřují nějaké nedostatky. Základem je bezproblémová komunikace mezi řadovými pracovníky a managementem podniku (Vochozka a Mulač, 2012). Vochozka a Mulač (2012, str. 429) dále dodávají, že „*díky účasti na zlepšovatelském hnutí podniku získávají všichni pracovníci informace o dění v podniku, přicházejících inovacích a aktuálním stavu provozu*“.

Pro fungování systému podávání zlepšovacích návrhů je nutné řídit se určitými zásadami, které jsou shrnuty do jednotlivých bodů, viz níže (Pavelka, 2015).

- Zapojení zaměstnanců – pracovníci musí vědět, kde, co a jakou formou mohou zlepšovat;
- přístup managementu – management musí sestavit tým, který bude vyhodnocovat zlepšovací návrhy a podávat o nich zpětnou vazbu pracovníkům;
- sdílení zlepšení a poznatků – informovat o úspěšnosti návrhů na zlepšení (kolik návrhů bylo podáno, kolik z nich se podařilo realizovat, jaké jsou přínosy z uskutečnění návrhu apod.);
- motivace pro zaměstnance – podnik musí stanovit, jakým způsobem se budou návrhy hodnotit a jaká bude odměna za podání a realizaci návrhu.

Vytlačil a Mašín (1999, str. 20) uvádějí, že „*systém zlepšování by se měl stát integrální částí systému řízení a měl by být začleněn do strategie řízení společnosti*“.

Kaizen je uplatňován i ve formě tzv. **akce kaizen**, což je zrychlené zlepšování procesů zaměřující se na odstranění plýtvání v určitém procesu nebo na udržitelné zvýšení výkonnosti (Svozilová, 2011). Dle Svozilové (2011, str. 110), mají často akce kaizen „*formu soustředění skupiny lidí do krátkodobě spolupracujícího týmu v trvání dvou až pěti dnů.*“ „...*týmy podrobně diskutují určité kroky a zabývají se vyhledáváním nepotřebných činností a zdrojů plýtvání a na plánování změn, jejichž úlohou je nalezené problémy napravit*“.

K odhalení skutečných základních příčin určitého problému používají sestavené týmy analýzu zvanou 5 Proč (angl. 5 Why). Tato technika je velmi jednoduchá a účinná. Spočívá v tom, že se tým pětkrát za sebou ptá „Proč?“, nebo dokud není určena nejhlubší příčina problému. Ukázalo se, že pět za sebou položených otázek je dostatečné pro vyfiltrování nezákladních příčin. Poté se přijme opatření, které předejde opakované přítomnosti problému (Liker, 2007).

1.3.5 DMAIC

Název metody DMAIC je složen z anglických slov *Define* (definovat), *Measure* (měřit), *Analyse* (analyzovat), *Improve* (zlepšovat) a *Control* (řídit). Tato metoda vznikla reakcí na zvyšování nároků na produktivitu a efektivitu společností, kterým již předešlé metody nestačily (Dahlggaard a Dahlggaard-Park, 2006).

DMAIC se řadí mezi metody spadající do strategie Six Sigma, která je zaměřena zejména na snížení průběžné doby výroby, úspory nákladů nebo na předcházení nesrovnalostem. Přístup Six Sigmy k neustálému zlepšování je poněkud jiný než u ostatních filozofií, protože vyžaduje zapojení hlavně vrcholových pracovníků společnosti. Tato filozofie je tedy zaváděna ‚od shora dolů‘ (Nenadál a kol., 2008).

Níže je charakterizováno pět fází vedoucí k úspěšnému zavedení změn ve společnosti.

Fáze 1: Definuj (angl. *Define*)

V první fázi pracovník definuje problém a uvede příležitost ke zlepšení. To mu pomůže stanovit hlavní cíle aktivit zlepšování, které vytvoří dle metodiky SMART. Dále popíše rozsah tohoto cíle a sestaví řešitelský tým. Klíčem první fáze je otázka Co? (Aartsengel a Kurtoglu, 2013).

Fáze 2: Měř (angl. *Measure*)

Druhá fáze zahrnuje měření a vyhodnocování současné situace. Pracovník v této fázi zkoumá druhy měření a určuje, zda se mohou vyskytnout chyby u vybraných měření. Tato data o měření jsou shromážděna a následně vyhodnocena (Nenadál a kol., 2008).

Fáze 3: Analyzuj (angl. *Analyze*)

Ve třetí fázi se ze zjištěných dat určují kořenové příčiny problémů či nedostatků. Dále se porovnává současný stav s cílovým stavem, případně jsou analyzovány příčiny odchylek těchto stavů (Dahlgaard a Dahlgaard-Park, 2006).

Fáze 4: Zlepšuj (angl. *Improve*)

Základem čtvrté fáze je eliminace skutečné příčiny problému. Je zvolen a realizován postup zlepšení procesu podložený čísly. Nový stav musí být trvalý a udržitelný (Nenadál a kol., 2008).

Fáze 5: Řid' (angl. *Control*)

Konečnou fází je řízení procesu jako projektu. Pokud je problém předchozí fázi úspěšně odstraněn, je nutné veškeré vykonané změny standardizovat, tj. zanést je do procesů či systému. Poté je důležité, aby tyto změny byly používány i nadále. V zájmu společnosti je také příhodné kontrolovat účinnost těchto změn po stanovené době. Zároveň by měly být sledovány dosažené výsledky. Jestliže se zlepšení procesu dobře uplatnilo, může být toto zlepšení aplikováno i na další vhodná pracoviště (Aartsengel a Kurtoglu, 2013).

1.3.6 Line balance

Českým překladem pro line balance je **balancování výrobní linky**. Tento proces se velmi často využívá při návrhu nových, ale i stávajících linek s cílem jejich optimalizace. Cílem je rozdělit jednotlivým pracovníkům výrobní operace tak, aby byl na lince zajištěn plynulý materiálový tok (Zlochová, 2015). Za splnění cíle se považuje to, když linka dosáhne požadovaného stupně množství vykonané práce s co nejmenším vstupem zdrojů (Pelloneová, 2015, podle Shim a Siegel, 1999).

Aby bylo možné optimálně vybalancovat výrobní linku, je nezbytné znát potřebnou dobu k vykonání jednotlivých výrobních operací (tj. úkolů). Dále je nutné počítat i s technologickými omezeními některých úkolů (Pelloneová, 2015, podle Shim a Siegel, 1999).

S balancováním výrobní linky souvisí pojmy, jako je čas taktu a čas cyklu, viz níže.

Čas taktu

Čas taktu (angl. Takt Time, dále také TT) je tempo, které se řídí aktuálními potřebami zákazníka na vyráběný produkt. Pokud je produkt vyroben rychleji, než požaduje zákazník, tj. vyšším tempem, dojde k plýtvání ve formě nadvýroby. Naopak je-li produkt vyroben nižším tempem, zákazník bude trpět jeho nedostatkem (Mašín, 2003). Mašín (2003) dále dodává, že pokud dojde k nedostatku produktu, podnik může zvolit přesčasovou práci a další zdroje, aby tento nesoulad vyrovnal. Pro vykonání pracovního úkolu není čas taktu zapotřebí. Čas taktu pouze udává, jak rychle by měla operace probíhat, aby byl splněn zákazníkuv požadavek (ALVAT, 2018; Košturiak a Frolík, 2006).

Mašín (2003, str. 42) uvádí, že „výpočet taktu je velmi jednoduchý, vychází ze zákaznických potřeb a našich možností“, viz vzorec (1.3).

$$TT = \frac{\text{čistý pracovní fond za období}}{\text{počet požadovaných výrobků za období}} \quad (1.3)$$

Čas cyklu

Čas cyklu (angl. Cycle Time) oproti času taktu ukazuje reálnou produkční možnost linky a udává její tempo. Jedná se o maximální dobu od zahájení produkce výrobku na určitém pracovišti až po jeho dokončení a předání navazujícímu pracovišti. Tato doba by se neměla příliš oddalovat od času taktu. Pokud má být splněn požadavek zákazníka, musí být čas cyklu menší nebo roven době taktu (ALVAT, 2018; Mašín, 2003).

2 Společnost ZF TRW Frýdlant

V této kapitole bude blíže popsán výrobní a repasní závod ZF TRW Automotive Czech s. r. o. Aftermarket Operations Frýdlant, dále jen ZF TRW Frýdlant. Autor zde charakterizuje mateřskou společnost závodu, jeho základní profil a organizační strukturu a poté hlavní činnosti, kterými se závod zabývá.

2.1 Mateřská společnost ZF Friedrichshafen AG

V této části diplomové práce bude autorem stručně charakterizována nadnárodní společnost ZF Friedrichshafen AG (dále ZF), které je zkoumaný závod ZF TRW Frýdlant podřízen.

Společnost ZF je významným světovým výrobcem a dodavatelem dílů pro automobilový průmysl. Zabývá se výrobou podvozkových dílů, bezpečnostní elektroniky, bezpečnostních systémů (airbagy a bezpečnostní pásy), brzdových systémů, řídicích jednotek a volantů. Tato výroba je směřována jak pro osobní, tak také pro nákladní automobily. Mimo automobilového průmyslu se společnost ZF zabývá i dalšími odvětvími jako např. lodní, těžební a zbrojní průmysl, dále pak informační systémy a větrné elektrárny. Hlavním atributem společnosti je kvalita vyráběných dílů, neboť produkuje z 90 % bezpečnostní prvky. Z tohoto důvodu je vizí společnosti ZF stát se světovým lídrem v poskytování bezpečnostních produktů v oblasti automobilového průmyslu (Lajda, 2016, podle TRW Aftermarket, 2016; ZF, 2018).

Posláním ZF je dosažení vedoucí pozice na trhu zajišťováním potřeb jejích zákazníků inovativními způsoby tak, že ZF bude nejlepší ve všem, co dělá. ZF chce vytvořit hodnotu pro své akcionáře vyvážeností krátkodobé výkonnosti a dlouhodobé finanční síly (ZF TRW Frýdlant, 2017a).

Motto ZF zní „*vidět-myslet-jednat*“. Motto vychází z toho, že ZF umožňuje vozidlům vidět, myslet a jednat díky nejmodernějším informačním technologiím. Dále se společnost snaží o Vision Zero, což by do budoucna měl být svět mobility bez nehod a emisí (ZF, 2018).

Společnost ZF TRW vznikla akvizicí společnosti TRW společností ZF v květnu roku 2015. ZF TRW má sídlo ve městě Friedrichshafen v Německu, kde ZF v roce 1915 vzniklo. Koncern k 31. 12. 2018 globálně zaměstnává cca 149 tisíc pracovníků na přibližně 230 místech ve 40 zemích. Společnost ZF je v České republice zastoupena celkem šesti výrobními závody nacházející se ve Frýdlantu, Jablonci nad Nisou, Klášterci nad Ohří,

Staňkově, ve Staré Boleslavi a v Žatci. Dále jsou na českém území dvě vývojová centra ZF, a to v Jablonci nad Nisou a v Plzni. Každý z těchto závodů spadá pod koncern ZF Automotive ve smyslu § 79 zákona o korporacích a je zároveň orientován na jiný obchodní účel. Na území České republiky je společností ZF zaměstnáno přibližně 3 400 pracovníků. V roce 2018 dosáhla společnost ZF v Česku obrátu více než 230 milionů eur. ZF Automotive dodává své produkty významným výrobcům automobilů a autosoučástí, jako je BMW, Daimler, Chrysler, Ford, General Motors, Lotus, Nissan, Opel, Škoda, Toyota, Volkswagen, Volvo a další (Lajda, 2016, podle ZF TRW Czech Republic, 2016; ZF, 2019).

Společnost ZF na konci roku 2018 vykazovala tržby, které činily více než 36,9 miliard eur, zisk před zdaněním dosahoval 1,2 miliard eur a čistý zisk byl na hranici jedné miliardy eur. V roce 2018 bylo společností investováno na výzkum a vývoj cca 2,5 miliardy eur, což je zhruba 7 % jejich tržeb. Z důvodu neustálého zvyšování prodeje díky dodatečnému pronikání na trh a stabilnímu tržnímu růstu společnost predikuje, že ve střednědobém období se zvýší její průměrný růst o 6 % (ZF, 2019).

2.2 Profil společnosti

ZF TRW Frýdlant náleží divizi Global Parts & Service, která sídlí ve městě Neuwied v Německu. Divize distribuuje veškeré náhradní díly vyráběné koncernem ZF TRW. ZF TRW Frýdlant patří mezi třicet závodů ZF TRW Automotive zabývajících se tzv. aftermarketem, což je trh s náhradními automobilovými díly pro nezávislý trh (angl. *independent aftermarket*, dále IAM). Tyto díly nejsou montovány do automobilu při jeho výrobě, ale až po ní. Hlavní úlohou frýdlantského závodu je tedy zpětné navracení repasovaných náhradních automobilových dílů na trh. Zmíněná repase je neoddělitelnou součástí závodu, a proto bude v následující části diplomové práce více vymezen. Frýdlantský závod repasuje brzdové třmeny, manuální a posilovaná řízení, elektronické a mechanické pumpy. Množstvím a škálou produktů je ZF TRW Frýdlant prozatím největším repasním výrobcem svého druhu v České republice, potažmo v celé střední a východní Evropě. Kromě repasování se závod také zabývá výrobou nových brzdových disků. Produkty jsou závodem vyráběny pro světové automobilové výrobce i výše zmíněný nezávislý trh (ZF TRW Frýdlant, 2017a). K 1. lednu roku 2019 bylo ve zkoumaném závodě zaměstnáno celkem 376 pracovníků.

Frýdlantský závod zaujímá plochu 50 000 m² a je rozdělen do tří oblastí: remanufacturing (repare brzdových třmenů a repare řízení), modul výroby brzdových kotoučů, distribuční sklad a podpůrné činnosti.

Společnost disponuje potřebnými certifikáty všech ISO standardů, které jsou požadovány automobilovým průmyslem. Jedním z nich je například norma ISO 14001 týkající se systému environmentálního managementu. Závod získal tuto certifikaci za aktivní přístup ke snižování dopadu své podnikatelské činnosti na životní prostředí. Závod dále obdržel celosvětově uznávanou certifikaci ISO 9001, která se zaměřuje na kvalitu automobilových dílů. Závod je také držitelem certifikace ISO/TS 16949, která je doplňkem normy ISO 9001 a dále specifikuje technické požadavky všech výrobců automobilů.

Jak již bylo zmíněno výše, společnost ZF TRW Frýdlant se zabývá zejména repasováním automobilových dílů. Touto činností produkuje výrobky, které snižují znečištění environmentálního prostředí a dává jim tak nový život. Díky tomu je zabráněno zbytečnému plýtvání v podobě likvidace starých, ale přesto ještě funkčních součástí. Je tak dosaženo uchování energie vložené do tavících pecí, které by musely tyto součástky roztavit, nebo naopak znovu vyrobit. Pece a slévárny tudíž neprodukují žádné životu nebezpečné látky. Zároveň jsou ušetřeny tuny nerostných surovin, jako je např. ocel, hliník a měď. V neposlední řadě nejsou skládky zaplavovány tunami kovového materiálu.

ZF TRW Frýdlant je také držitelem zákaznických certifikátů, jako např. certifikát Q1 od automobilové společnosti Ford, nebo také certifikát Formel Q od společnosti Volkswagen. Naplnění zákaznických požadavků se pravidelně ověřuje nezávislými externími a interními audity jako jsou PSA, LPA, systémový, procesní a výrobní audit apod. (ZF TRW Frýdlant, 2017a).

2.3 Historie společnosti

Historie frýdlantského závodu se datuje k říjnu 1998, kdy tým TRW Aftermarket zahájil jednání o možném odkoupení nedokončeného areálu ve Frýdlantu v Čechách pro další rozšiřování distribučních, ale také výrobních aktivit v Evropě.

V březnu 1999 bylo jednání ukončeno podpisem smlouvy, na jejímž základě mohly být veškeré aktivity TRW Aftermarketu přemístěny z Jablonce nad Nisou do nových prostor ve Frýdlantě. Okamžitě byly zahájeny práce na dokončení areálu v souladu s potřebami obchodních a výrobních aktivit. V areálu během následujících tří měsíců souběžně probíhaly

úpravy interiérů a částečná demolice jedné z hal. Současně zde probíhaly montáže technologií pro výrobu brzdových kotoučů i pro výrobní model renovací třmenů diskových brzd. Pozadu nezůstaly ani práce na dokončení oplocení areálu a úpravy ploch, které výrobní haly a kancelářské prostory obklopovaly.

Frýdlantský závod TRW byl spuštěn do provozu 4. července 1999. Do hal vybavených nejmodernější technologií přicházeli první mistři, operátoři, skladníci, manipulanti a technickohospodářští pracovníci. V září stejného roku byl celý nový závod představen nejvýznamnějším zákazníkům a partnerům ze všech evropských zemí.

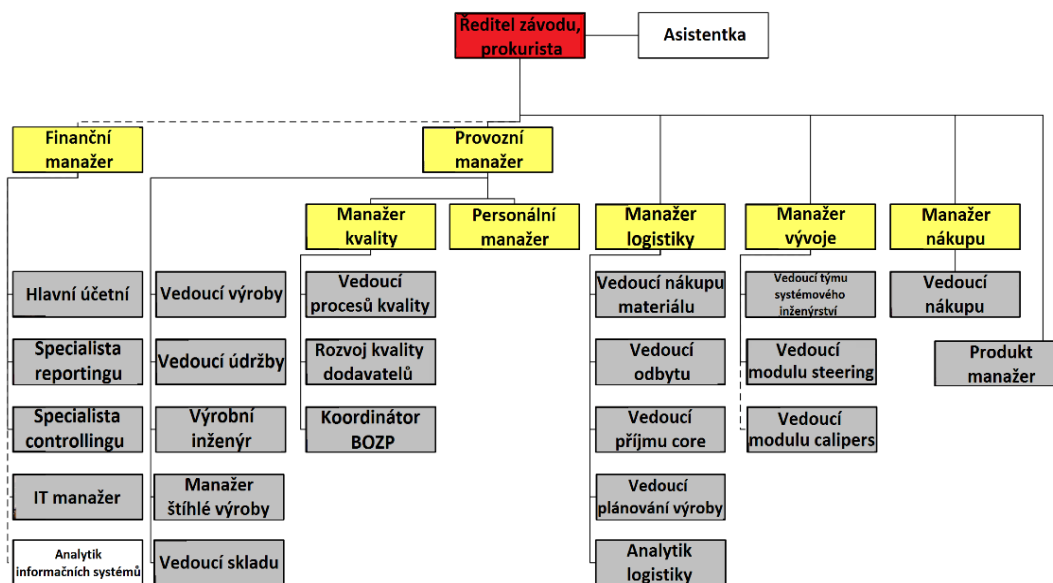
V květnu 2015 byla společnost TRW odkoupena společností ZF. Začlenění se závodem do nadnárodního koncernu ZF však znamenalo změnu pouze z administrativního hlediska, včetně změny jeho názvu. Veškeré výrobní procesy a postupy zůstaly zachovány.

2.4 Organizační struktura společnosti

Jak již bylo zmíněno v předchozí subkapitole 2.2, k 1. 1. 2019 závod ZF TRW Frýdlant zaměstnává 376 pracovníků, kteří jsou rozděleni do jednotlivých oddělení dle svého zaměření. Z tohoto počtu pracovníků je 329 kmenových (248 dělníků, 74 technickohospodářských pracovníků a 7 maminek na rodičovské dovolené). K tomu závod zaměstnává dalších 47 agenturních pracovníků. Počet pracovníků najímaných z agenturní společnosti se však mění každý týden dle potřeby závodu.

Ředitel a zároveň prokurista ovládá celé fungování závodu prostřednictvím tzv. senior týmu. Všechny organizační záležitosti společnosti má na starosti ředitelova asistentka. Senior tým je složen finančním manažerem, provozním manažerem, manažerem logistiky, manažerem kvality, personálním manažerem, manažerem nákupu a manažerem vývoje. Tito manažeři dále řídí vedoucí pracovníky svého útvaru. Všichni manažeři však společně stále komunikují a kooperují, aby se eliminovaly případné nesrozumitelnosti nebo problémy. Vše je tak řešeno okamžitě a je dosaženo lepší efektivity závodu.

Organizační struktura řídicích a vedoucích pracovníků v ZF TRW Frýdlant je znázorněna na Obrázku 1.



Obrázek 1: Organizační struktura managementu ZF TRW Frýdlant
 Zdroj: vlastní zpracování dle interního dokumentu ZF TRW Frýdlant, 2017b

Praktická část diplomové práce byla vypracována ve spolupráci s manažerem štihlé výroby a s vedoucím výroby zkoumaného úseku. Hlavní pracovní náplní manažera štihlé výroby je neustálé zlepšování vnitropodnikových procesů a prostředí podniku zejména dle nástrojů a technik štihlé výroby uvedených v teoretické části této práce.

2.5 Hlavní činnosti závodu

Jak již bylo zmíněno v předešlé části diplomové práce, ZF TRW Frýdlant se zabývá zejména repasováním dílů do automobilů. Tato činnost přináší závodu značnou část jejích příjmů (65 %), zbytek příjmů plyne z produkce brzdových disků. Závod však nenakupuje a neprodává hotové výrobky na běžném trhu s náhradními díly. Většina obchodování se totiž uskutečňuje na tzv. intercompany úrovni, tzn. že si tyto díly prodávají jednotlivé divize mezi sebou uvnitř společnosti. Závod tímto způsobem prodává cca 80 % své celkové produkce nezávislému trhu s náhradními díly. Zbývajících 20 % je distribuováno zákazníkům třetí strany. Zákazníci třetí strany jsou především výrobci automobilů, kteří od ZF TRW nakupují náhradní díly a posléze je sami šíří do svých servisů. Žádný z těchto zákazníků neodebírání díly hodnotově přesahující 4 % z celkových tržeb závodu (ZF TRW Frýdlant, 2017c).

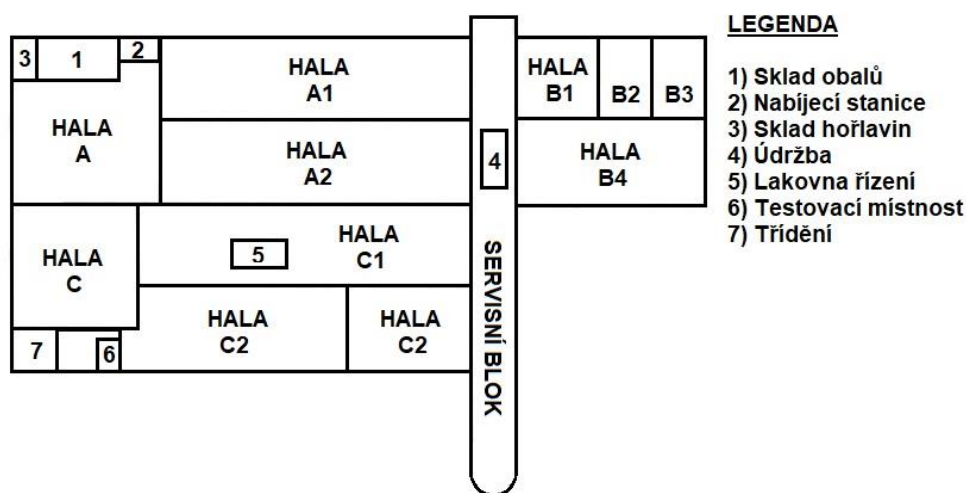
Jelikož je „repase“ v této práci často zmiňovaným a důležitým pojmem, bude autorem diplomové práce tento pojem blíže vysvětlen. Repase neboli renovace (angl. též *remanufacturing*), označuje činnost, při které je kompletně demontován dříve použitý díl, tzv. *core*, následně je tento díl vyčištěn a je přezkoušena kvalita materiálu. V případě, že je

zjištěna závada na části dílu, vadná součástka je opravována, nebo je popřípadě vyměněna. Pokud jednotlivé díly projdou bezvadnou kontrolou, je možné je opět smontovat do provozuschopného stavu. Pro zaručení funkčnosti a kvality kompletně sestaveného dílu je tento díl testován takovým způsobem jako u nového prvovýrobku.

Po výše popsaných postupech je na díl vyraženo výrobní číslo a repasní znak. Tato data se na produkty uvádí jednak kvůli zpětné dohledatelnosti charakteristické pro automobilový průmysl a jednak pro případnou reklamaci. Reklamace produktu může být zákazníkem uplatněna standardně do dvou let od jeho nákupu, u brzdového třmenu je reklamační lhůta prodloužena dokonce až na tři roky od jeho nákupu. Repasovaný díl je od originálního produktu z prvovýroby v podstatě nerozeznatelný a současně má zcela totožné jakostní parametry. Jedinou odlišností repasovaného a originálního dílu je z pohledu odběratele cena, která je v případě repase o cca 30 % nižší.

Zkoumaná společnost se zabývá repasí brzdových třmenů, řízení a hydraulických či elektrických pump, viz níže.

Budova společnosti ZF TRW Frýdlant disponuje několika halami (viz Obrázek 2), ve kterých jsou vyráběny brzdové kotouče, renovovány diskové brzdy a díly řízení a také jsou zde tyto díly skladovány. Níže bude uveden stručný popis jednotlivých hal.



Obrázek 2: Layout budovy ZF TRW Frýdlant

Zdroj: vlastní zpracování dle interního dokumentu ZF TRW Frýdlant, 2017a

V hale **A1** se nachází distribuční sklad produktů, které jsou připraveny k expedici. Jednotlivé položky jsou rozčleněny dle jednotlivých zákazníků. Veškeré produkty jsou zabalené v kartonových krabicích a řádně označené.

Hala **A2** společně s halou **B4** jsou k dispozici pro výrobu diskových brzd. Společnost ZF TRW ve Frýdlantě patří mezi přední výrobce brzdových kotoučů pro náhradní spotřebu. Široký sortiment kotoučů je zde obráběn na přesných automatizovaných CNC linkách s celkovou roční kapacitou přibližně 2,3 milionů kusů.

Ke standardním operacím patří i pečlivé vyvážení kotoučů, jejich účinná ochrana proti korozi během skladování, případně lakování dle požadavků zákazníka.

Kotouče jsou dodávány na nezávislý trh s náhradními díly i výrobcům automobilů a do jejich sítě značkových opraven. K hlavním zákazníkům v současnosti patří automobilové společnosti Ford, GM, Opel, Volvo a Mitsubishi.

V hale **C1** se nachází modul renovace dílů řízení. Tento modul rozšířil portfolio závodu ZF TRW Frýdlant v roce 2004. Výrobní program se zaměřuje na renovaci dílů pro manuální řízení a pro řízení s posilovačem. Další součástí tohoto programu je i renovace hydraulických pump řízení.

V současné době je ve výrobním programu více než 600 typů řízení od značek jako např. Volvo, Ford, GM, Renault, VW, DAF, Scania a další. Produkty jsou dodávány přímo automobilovým výrobcům do jejich značkových servisů, ale také nezávislému trhu s náhradními díly (IAM).

Vzhledem k tomu, že se jedná o bezpečnostní díly, je každý produkt po ukončení renovace testován dle stejných technických specifikací, jaké platí v prvovýrobě.

V halách **C2** se provádí renovace diskových brzd. Tato činnost zde vznikla v rámci plnění evropských standardů a norem. Renovované brzdy jsou testovány za stejných podmínek jako nové diskové brzdy. Svoji cenou se však dostávají na 70 % ceny nové brzdy. Navíc tento proces šetří 80 % energie oproti výrobě nové brzdy.

V současnosti začínají být renovované brzdy dodávány i výrobcům automobilů pro jejich náhradní spotřebu.

2.6 ZF Production System

Společnost ZF TRW Frýdlant se snaží vyrábět kvalitní produkty s co nejnižšími náklady, tím chce dosáhnout spokojenosti zákazníka a zlepšit svoji konkurenceschopnost. Aby společnost těchto cílů dosahovala, inspirovala se japonskými zásadami Toyota Production System (TPS). TPS zásady implementovala do svého výrobního programu nazvaného

ZF Production System. V ZF je implementace štíhlé výroby vyvíjena prostřednictvím cesty k tzv. výrobní dokonalosti (angl. *Operations Excellence*, dále OPEX). Společnost spatřuje tuto dokonalost v odstraňování plýtvání. Snahou společnosti je tedy produkovat požadované výrobky s minimem potřebného materiálu, zařízení, pracovních sil a prostoru, dále se společnost snaží snižovat náklady ve všech procesech bez ztráty kvality.

Jednou z praktik, kterou společnost využívá v rámci štíhlé výroby, je například tzv. *storyboard*, neboli šablona na úsporný projekt. Na storyboardu se vizualizuje postup zlepšovateľské aktivity systémem před a po prostřednictvím metody DMAIC, viz Obrázek 3.

Cíle projektu/workshopu		Proces (před/po)													
<ul style="list-style-type: none"> Uspořít náklady na spotřebu propoj. hadic/ redukci/ spojek na EOL testech na montáži RC / DN201661 		Zrychlení – zjednodušení postupu zakládání kusů do EOL testu. PŘED: šroubování na kus ve strojním čase EOL, vysoká spotřeba režijního materiálu PO: vzduchová rychlospojka WEH (TW17) – rychlé zapojení – snížení pracnosti – zvýšení kapacity bottleneck stanice													
Popis projektu/workshopu		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rychlost výměny ks, snížení CT EOL</th> <th>PŘED</th> <th>PO</th> <th>Úspora [h, Kč]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 ks / EOL CT</td> <td>9 s</td> <td>7 s</td> <td>2 s</td> </tr> <tr> <td>Ročně: 251 487 ks</td> <td></td> <td></td> <td>140 h / 97 460 Kč</td> </tr> </tbody> </table>		Rychlost výměny ks, snížení CT EOL	PŘED	PO	Úspora [h, Kč]	1 ks / EOL CT	9 s	7 s	2 s	Ročně: 251 487 ks			140 h / 97 460 Kč
Rychlost výměny ks, snížení CT EOL	PŘED	PO	Úspora [h, Kč]												
1 ks / EOL CT	9 s	7 s	2 s												
Ročně: 251 487 ks			140 h / 97 460 Kč												
<ul style="list-style-type: none"> Test vzduchových rychlospojek po jednotlivých typech: video/časová analýza – spotřeba PŘED a PO 		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Režijní materiál</th> <th>Spotřeba 2016 vs. 2017</th> <th>Úspora [Kč]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Režijní materiál (spojky, redukce, hadice)</td> <td>-28 %</td> <td>35 334</td> </tr> <tr> <td>CELKEM / ROK</td> <td></td> <td>132 794</td> </tr> </tbody> </table>		Režijní materiál	Spotřeba 2016 vs. 2017	Úspora [Kč]	Režijní materiál (spojky, redukce, hadice)	-28 %	35 334	CELKEM / ROK		132 794			
Režijní materiál	Spotřeba 2016 vs. 2017	Úspora [Kč]													
Režijní materiál (spojky, redukce, hadice)	-28 %	35 334													
CELKEM / ROK		132 794													
KPI Výsledky	Lessons Learned	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Produkt/zákazník</th> <th>Kontakt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RC montáž/ 3 linky/ 2 směny / pro 80 % produkce lze použít (nejde pro EPB)</td> <td>honza.lesar@zf.com zdenek.stepanek@zf.com</td> </tr> </tbody> </table>		Produkt/zákazník	Kontakt	RC montáž/ 3 linky/ 2 směny / pro 80 % produkce lze použít (nejde pro EPB)	honza.lesar@zf.com zdenek.stepanek@zf.com								
Produkt/zákazník	Kontakt														
RC montáž/ 3 linky/ 2 směny / pro 80 % produkce lze použít (nejde pro EPB)	honza.lesar@zf.com zdenek.stepanek@zf.com														
Text <ul style="list-style-type: none"> Zvýšení produkce za směnu /pph Zvýší se kapacita linky: +10 ks za směnu 1 linka / 30 ks na 3 linkách * 2 směny = 60 ks / den 	<ul style="list-style-type: none"> Projit všechny EOL testy ve FRY – zapsat do YOKOTEN tabulky kam lze rozšířit, použít (2. fáze za 6 měsíců) 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Projekt / Trvání ws</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.7.2016 – 17.04. 2017</td> </tr> </tbody> </table>		Projekt / Trvání ws	1.7.2016 – 17.04. 2017										
Projekt / Trvání ws															
1.7.2016 – 17.04. 2017															

Obrázek 3: Příklad zlepšovateľské aktivity prostřednictvím storyboardu
 Zdroj: vlastní zpracování dle interního dokumentu ZF TRW Frýdlant, 2017a

Společnost dále usiluje o zlepšování procesů na pracovišti a zlepšování samotných pracovišť pomocí nástroje štíhlé výroby, kterým je metoda 5S. Příkladem může být tzv. systém 11 barev. Systém 11 barev je metodika používající vizuálních pomůcek zdůrazňujících 11 základních znaků systému řízení výrobního procesu. Tento systém je aplikován ve všech závodech ZF Automotive a jeho plnění je ověřováno interním auditem.

11 barev systému jakosti se dělí do čtyř kategorií:

- procesní kontrola – kontroly během procesu,
- potvrzení procesních kontrol – ověření kontrol ve výrobě,
- procesní kontrola řízení změn – proces přeseřízení,
- pracovní instrukce pro zaměstnance – instrukce pro operátory.

Autorem diplomové práce byla vytvořena Tabulka 1, která specifikuje systém 11 barev, viz níže.

Tabulka 1: Systém 11 barev

Proces	Oblast	Barva	Popis
Kontroly během procesu	Prevence chyb (POKA YOKE)	Žlutá (RAL ¹ 1018)	Zařízení a činnosti jsou označeny + audit ²
	Speciální pracovní instrukce	Růžová (RAL 3015)	Dočasné instrukce, které se odchyľují od standardní operační návody
	Neshodné výrobky	Červená RAL (3024)	Neshodné výrobky jsou označeny červenou barvou + audit
	Rozpracovaná výroba	Švestková (RAL 4006)	Počet rozpracovaných kusů mezi jednotlivými operacemi
Ověření kontrol ve výrobě	Školení	Tmavě zelená (RAL 6024)	Matice kvalifikace operátorů + audit
	Výrobní kontroly	Světle zelená (RAL 6019)	Náměry a kontroly parametrů uvedených v Plánech kontroly a řízení
	Hraniční vzorky	Oranžová (RAL 2007)	Vizuální pomůcky k ověření, zda je systém vyrovnaný a pod kontrolou
	Kalibrace	Levandulová (RAL 4011)	Ověření funkčnosti a přesnosti měřidla nebo zkušební stanice
Proces přeřazení	Přeřazení	Světle modrá (RAL 5012)	Návody určené ke správnému nastavení stroje
Instrukce pro operátory	Standardní činnosti	Černá na bílém	Pracovní postupy, které říkají, jak dělat svou práci nebo úkol
	Znaky s vlivem na kvalitu	Modrá na bílém	Poznámky v návodech, které jsou klíčové pro kvalitu výrobku

Zdroj: vlastní zpracování dle interního dokumentu ZF TRW Frýdlant, 2017f

¹ RAL je celosvětově respektovaný standard pro odstíny barev (RAL-COLOURS, 2013)

² Audit zkoumá a prověřuje, zda jsou dané činnosti, informace a data subjektu platná a spolehlivá. (Managementmania, 2016)

Jednotlivé formuláře jsou součástí pracovních předpisů, u kterých vznikají požadavky na záznamy a formuláře (např. Plán kontroly a řízení, Proces bezpečného náběhu výroby, Řízení, kontrola a kalibrace měřidel, Zařízení na odhalení chyby apod.).

Zavedení systému 11 barev do systému řízení je povinností organizace. Používané formuláře musí odpovídat barvám v tabulce, protože jednotlivé barevné odstíny striktně určují, co která barva znamená.

Jak bylo zmíněno výše, systém 11 barev se implementuje ve společnosti i mezi oblasti prověřované interními audity. Auditóři musí ověřit, že označení zařízení/podlah a formuláře používané v organizaci jsou standardizované (vydané po zavedení pracovního předpisu do Systému řízení jakosti). Cílem je nulové nalezení neshod během auditů. Nálezy jsou zapsány do databáze Hlášení problémů a jsou reportovány vedení organizace na poradách. Z Tabulky 1 je vidět, že auditóři využívají tři barev z tohoto systému, a to červenou, žlutou a zelenou barvu. Tyto barvy jsou použity ve zprávách z auditů při hodnocení:

- ČERVENÁ – neshoda, požadavky nejsou splněny;
- ŽLUTÁ – požadavky jsou splněny pouze podmíněně (pokud neexistuje riziko pro produkt);
- ZELENÁ – shoda, požadavky jsou splněny.

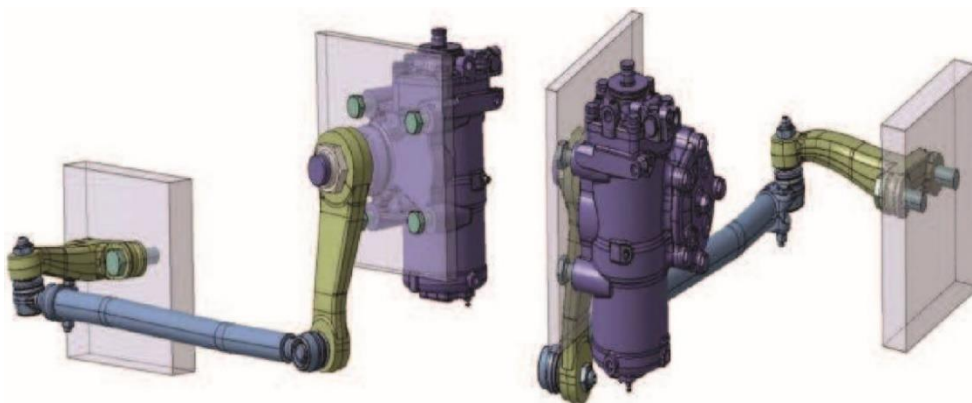
3 Popis a analýza linky FIG

Autor diplomové práce se zaměřil na jednu z linek společnosti nacházející se v hale C1, a to konkrétně na linku FIG (zkratka z angl. *fully integral gears*), tedy na linku, kde se repasují hydraulické posilovače řízení pro nákladní automobily. Repasovány jsou zde pouze dvě značky posilovačů pro nákladní automobily, které se liší svým konstrukčním typem. Jedná se o produkty značky Daimler (typ L1B) a TRW (typ L1A).

Na lince FIG, označované také jako středisko 950, je přítomno pět pracovníků, kteří pracují pouze na ranní směnu v pracovních dnech. Pracovní doba směny je 8 hodin (tj. od 6:00 do 14:00). Po odečtení přestávky na oběd a úklidu na konci směny je čistý disponibilní čas pracovníků 7,25 hodiny. V případě nárůstu výroby se výjimečně pracuje i ve 12hodinových směnách. Každý pracovník má na lince rozdělený svůj úsek. Mezi rozdělené úseky patří demontáž, renovace (z angl. *rework*), montáž podsestav, finální montáž a testovací úsek.

Tyto posilovače jsou používány v nákladních automobilech a autobusech značek DAF, Mercedes-Benz, Scania a Volvo. Jak již bylo zmíněno výše, jednotlivé posilovače se liší svojí konstrukcí, tedy i jejich proces při demontáži, renovaci a montáži je odlišný.

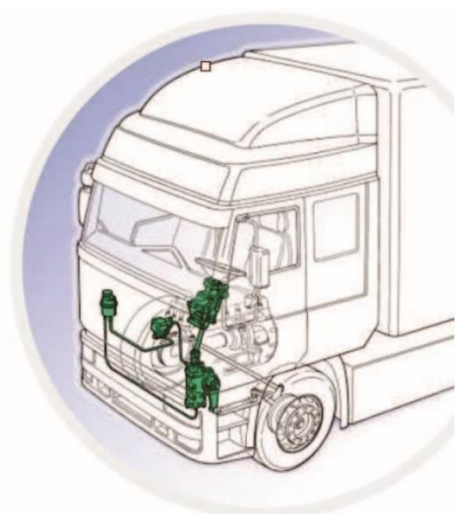
Z důvodu velmi pracného a zdlouhavého pracovního postupu každého typu posilovače, bude v této práci zkoumán pouze pracovní proces posilovače značky Daimler, viz Obrázek 4.



Obrázek 4: Posilovač řízení Daimler L1B

Zdroj: vlastní zpracování dle interního dokumentu Produkty (2017)

Posilovač řízení je zařízení, které snižuje ovládací sílu potřebnou k otočení volantu. Pomocí převodky řidič udržuje nebo mění směr jízdy. Základním požadavkem na posilovač řízení je umožnění ovládání vozidla i v případě poruchy posilovače, tedy že musí být zachována mechanická vazba s automobilem. Umístění převodky bývá zpravidla pod kabinou řidiče a je spojena přes volantovou tyč s volantem, viz Obrázek 5.



Obrázek 5: Posilovač řízení v nákladním vozidle
Zdroj: Interní dokument: Produkty (2017)

Opotřebované posilovače typu L1B Daimler jsou společností ZF TRW Frýdlant dodávány automobilovými společnostmi Daimler, DAF, Iveco a Scania, které si zde tyto díly nechávají i repasovat a jsou tedy současně zákazníky závodu, respektive jeho nadřízené divize Global Parts & Service. Takto společnost získává největší podíl opotřebovaných dílů, a to hlavně díky tomu, že tito zákazníci položí jistinu v hodnotě 100 % ceny dílu a po jeho navrácení získá zákazník svoji jistinu zpět, nebo mu je opotřebovaný díl vyměněn za díl repasovaný. ZF TRW Frýdlant tím motivuje zákazníky k jejich navrácení zpět do společnosti a tím tak může pokračovat ve své produkci. Celkový podíl vrácených dílů je zhruba 80 %.

Dalšími významnými dodavateli jsou společnosti z IAM. Takové společnosti jsou tzv. „core brokeri“, kteří plní funkci zprostředkovatele opotřebovaných dílů (tj. core) z třetích stran. Tyto společnosti shánějí core z autoservisů, ale také i z autovrakovišť na území celé Evropy. Do závodu je však dodáváno pouze to, co je závodem poptáváno. Z celkového objemu dodávek společnost ZF TRW Frýdlant nakupuje cca 10 % těchto dílů právě od core brokerů. Díly jsou však nakupovány za tržní ceny, které nejsou tak výhodné jako u dílů, které dodávají výše zmíněné automobilové společnosti.

Objem dodaných posilovačů řízení Daimler za rok 2018 je uveden v Tabulce 2. Data byla získána z počítačového softwaru, který sbírá informace o počtu kusů posilovačů, které byly v zakázce přijaty, demontovány a poté znovu smontovány. Při výrobních procesech se vybrané části testují. Testem se zjistí, zda je funkce posilovače bez závady a zda může být posilovač poslán na další výrobní proces. Pokud některá součást posilovače testem neprojde,

operátor výroby vadný kus poopraví předepsaným způsobem dle tzv. SOS listu (z angl. *Standard Operation Sheet*). Po opravě znovu tento kus připojí na testovací zařízení a nechá ho otestovat. Pokud i přes opravu kus testem neprojde, je vyřazen do separátoru a operátor zbytek bezvadných částí uloží do skladu na vyhrazené místo. Tyto součástky pak mohou v budoucnu posloužit jako náhradní části v případě jejich poškození na jiném dílu, který by jinak musel být také vyřazen.

Tabulka 2: Objem posilovačů Daimler v roce 2018

Měsíc	Počet přijatých dílů	Počet testů	OK díly	
			ks	%
leden	273	297	271	99
únor	280	302	278	99
březen	285	314	276	97
duben	279	326	275	99
květen	277	311	273	99
červen	268	289	265	99
červenec	277	348	272	98
srpen	252	293	249	99
září	274	317	270	99
říjen	281	335	279	99
listopad	276	326	273	99
prosinec	243	303	235	97
Celkem	3 265	3 761	3 216	98

Zdroj: vlastní zpracování dle interních dat společnosti

Z údajů v Tabulce 2 lze vyčíst, v jakém měsíci bylo kolik dílů přijato, kolik testů bylo na dílech provedeno, počet přijatých OK dílů, které byly použity k repasi a procentuální podíl bezvadných dílů na dílech přijatých. Z tabulky lze vidět, že nejmenší objem přijatých OK dílů byl v prosinci 2018 (tj. 235). Na menší objem přijatých OK dílů měla vliv čtyřdenní celozávodní dovolená, která probíhala v období vánočních svátků a na konci roku. Závod tak v tomto období žádné díly nepřijímal. Dále je z tabulky patrné, že druhý nejmenší objem přijatých OK dílů byl v srpnu 2018 (tj. 249) z důvodu týdenní celozávodní dovolené. Naopak v říjnu 2018 byl počet OK dílů nejvyšší, a to 279 kusů. Průměrný měsíční počet vyrobených posilovačů bez vady v roce 2018 byl 268 kusů. Lze říci, že se podíl zmetkovitosti posilovačů Daimler kromě pár výjimek celoročně udržoval na stejné úrovni, a to tři až čtyři kusy za

měsíc. Celkový počet zmetků za rok 2018 byl 49 kusů, což činí 1,5 % z celkového ročního objemu vyrobených dílů.

3.1 Popis a postup jednotlivých operací

V této subkapitole budou popsány za sebou jdoucí operace na lince FIG, jimiž jsou demontáž core, čištění a kontrola součástí, mytí součástí v ultrazvukové pračce, renovace, detekce trhlin a ruční mytí součástí, montáž podsestav a kuličkový test, finální montáž a olejový test.

Na lince FIG pracuje 5 pracovníků a každý z nich má z výše popsanych činností přiděleny ty, které bude vykonávat, viz Tabulka 3.

Tabulka 3: Rozdělení operací mezi pracovníky linky FIG

Pracovník	Vykonávaná operace
Pracovník č. 1	Demontáž core Čištění a kontrola součástí Mytí součástí v ultrazvukové pračce
Pracovník č. 2	Renovace, detekce trhlin, ruční mytí součástí
Pracovník č. 3	Montáž podsestav, kuličkový test
Pracovník č. 4	Finální montáž
Pracovník č. 5	Olejový test

Zdroj: vlastní zpracování

1. Demontáž core

Prvním úkolem pracovníka v demontáži je kontrola dodávky core podle dílenské zakázky. Přijmutý core je nutné roztřídit dle typu, zadat do systému a uskladnit do skladu pod určitou položku. Pokud je některý core natolik poškozen a nelze jej repasovat, je vyřazen z procesu. K tomuto účelu slouží core kritéria, která jsou vytvořena na každý produkt. Pracovník má přísný zákaz přijímat core, který je vizuálně poškozen ohněm či zatopením. Core vyrobený v roce 2003 a starší se umísťuje do separátoru (šrotu). Pracovník se dále ujistí, že má k dispozici všechny přípravky dle tooling listu³ a kompletní nářadí. Jakoukoli závadu na přípravcích nebo na nářadí neprodleně hlásí mistrovi. Je zakázáno pracovat s poškozeným nářadím. Pracovník si také musí zkontrolovat, zda má veškerou potřebnou dokumentaci. Po spuštění dílenské zakázky se potřebný core vyskladní dle typu a přepraví se na demontážní linku. Po těchto činnostech pracovník vyzvedne pomocí zvedacího zařízení převodku řízení

³ Tooling list je seznam přípravků, které pracovník potřebuje k vykonání dané výrobní operace.

z předávací zóny a upne ji v přípravku na demontážním stole. Zde povolí všechny matice a šrouby a vyjme je. Následně odstraní gumové komponenty (o-kroužek, gufero, těsnění, prachovka apod.). Dále pracovník na pneumatickém lisu pomocí podložky a přípravku vylisuje ložisko z bočního víka převodky a ze skříně tělesa. Nyní rozebere převodku řízení na jednotlivé části (tj. hřeben, ventilová hlava, boční víko, ventil, píst a skříň tělesa), které vloží na příruční vozík.

2. Čištění a kontrola součástí

Jelikož nemá současná ultrazvuková pračka dostačující výkon praní na silně znečištěné součástky, musí pracovník vybrané komponenty mýt ručně. Mytí probíhá tak, že v příručním mycím vozíku je nalita vysoce riziková korozivní chemikálie, ve které pracovník omývá štětcem špatně přístupná místa na komponentu. Mezi takto čištěné součástky patří zejména ložiska, dále pak šrouby, boční víko, vymezovací podložky, hřeben, ventilová hlava a píst. Dále musí být všechny součásti před dalšími operacemi řádně zkontrolovány, např. u ventilu se měří jeho „házivost“ úchytkoměrem, ložiska a ostatní díly jsou kontrolovány především vizuálně. Omyté a zkontrolované součásti jsou vloženy na příruční vozík, který je pak odvezen do pračky.

3. Mytí součástí v ultrazvukové pračce

Po dokončení předchozích operací je pracovníkem demontáže dovezen příruční vozík s komponenty přímo do ultrazvukové pračky značky Ultrasonic (viz Příloha D). Pracovník zapne cyklus pračky a jde zpět na své pracoviště, kde začíná opět s demontáží příchozího core. Mycí cyklus jednoho praní trvá přesně šest minut. Po dokončení cyklu se dveře pračky automaticky otevrou a tím je proces demontáže ukončen.

4. Renovace, detekce trhlin a ruční mytí součástí

Otevřením dveří pračky po cyklu mytí začíná proces renovace, angl. *rework*. Pracovník reworku si odveze příruční vozík na své pracoviště. Z vozíku si bere postupně všechny součásti a začne čistit jejich kontaktní plochy na kotoučové brusce. Dílům se závity jsou vyčištěny i závity. Pracovník všechny díly kontroluje a porovnává s limitními vzorky. Dále je kontrolováno, zda na plochách nejsou viditelné vrypy. Poškozené součásti jsou vyřazeny z procesu. Pro dokonalé očištění drážky používá pracovník malý brusný kotouček a

vzduchovou pistolí. Takto očištěné díly jsou znovu ručně omyty na mycím stole. Poté pracovník zkontroluje vyčištěné závity závitovými kalibry. Pokud závity neprojdou těmito kalibry, jsou protaženy závitořezem a je provedena opětovná kontrola. Pokud závity projdou zdárnou kontrolou, jsou označeny fixem. Následně je daný díl umístěn zpět na příruční vozík. U hřebenu, ventilu a pístu se navíc provádí tzv. defektoskopie, při které se pod UV světlem zjišťují nepřipustné trhliny, které by byly jinak snadno přehlédnutelné. Pokud je u některého dílu odhalena vada, je vyřazen z procesu a nahrazen dílem bez vady. Poté jsou tyto díly demagnetizovány ve speciálním zařízení, znovu opláchnuty, uloženy na vozík a označeny štítkem o provedení defektoskopie, demagnetizace a opláchnutí. Poslední činností, kterou pracovník reworku vykonává, je čištění šroubů, vymezovacích podložek a ložisek a následně jejich vizuální kontrola, zda nejsou poškozeny rzi či vrypy. Tím je pozice rework ukončena.

5. Montáž podsestav, kuličkový test

Pracovník si na stanovišti montáže podsestav přezkoumá dokumentaci související s danou zakázkou a dle tooling listu zkontroluje všechny přípravky. Dále musí ověřit, zdali je na vozíku štítek s razítkem z defektoskopie a označen typ dílu. Pokud díl označen není, musí být vrácen zpět na pracoviště reworku a musí být provedena defektoskopie. Poté pracovník rozmístí komponenty dle dílenské zakázky. Dle stanovené normy v SOS listu zkontroluje, zda není poškozena dráha ventilu, která je nejčastěji porušena nárazem ocelovými kuličkami nacházející se uvnitř pístu. Takto poškozený píst musí být vyřazen do separátoru. V případě pochyb o poškození má pracovník možnost porovnat píst s limitním vzorkem. Stejným způsobem ověří ozubení na pístu. Jestliže je vše v pořádku, pracovník uchopí píst a založí ho do přípravku pro upnutí. Momentovým klíčem dotáhne šrouby, vloží ventil do pístu a vycentruje ventil s pístem tak, aby bylo možné nadávkovat kuličky. Poté je přiklopen a zajištěn automatický dávkovač kuliček a vybrána správná velikost kuliček, které jsou posléze vsypány do pístu. Následně je píst přezkoušen na testovacím zařízení, kde se provede tzv. kuličkový test. Kuličkový test měří plynulost otáčení sestavy, která zajišťuje převod vstupní a výstupní síly posilovače řízení. Po úspěšném kuličkovém testu se provádí kamerový test, který odhalí nesprávné zajištění šroubů proti povolení. V situaci, kdy testy proběhly bezproblémově, je smontovaná sestava vložena do kompresoru pístního těsnění a je připravena pro celkovou montáž.

6. Finální montáž

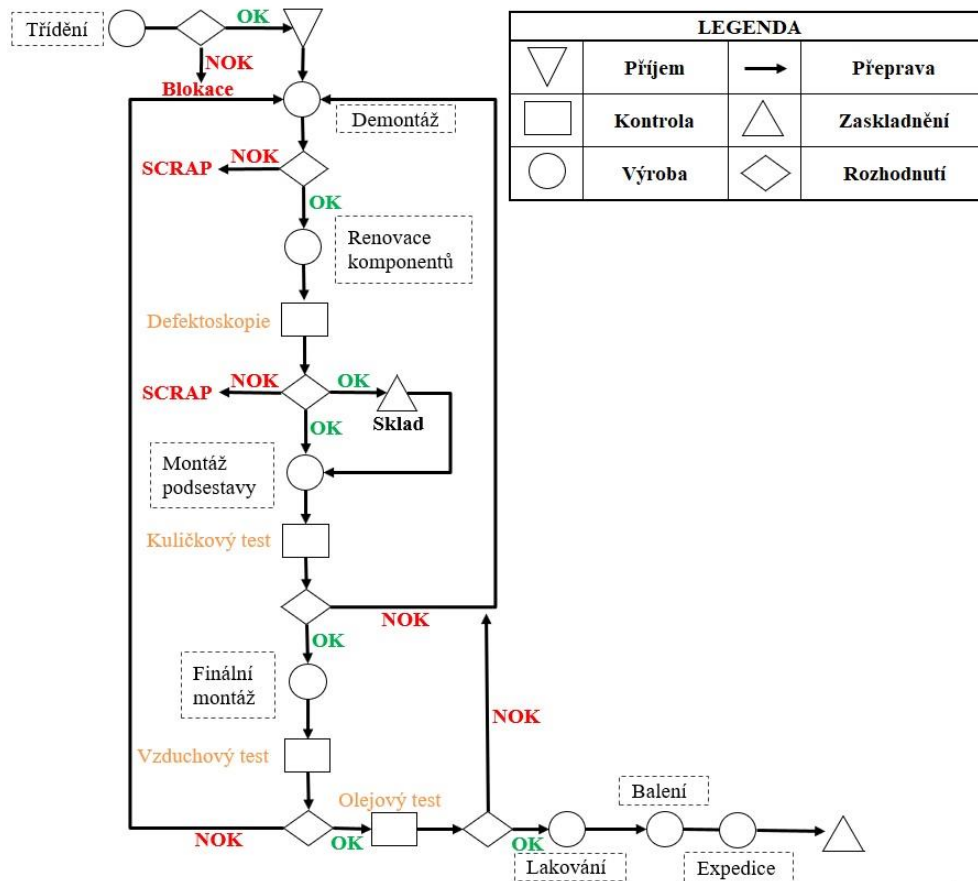
Pracovník z montáže si na montážní stůl přenesení skříň tělesa, kterou vyčistí bezprašnou utěrkou a aplikuje do ní originální vymezení podložky a ložisko. Poté pracovník vyjme sestavu z kompresoru a vsune jí do skříň tělesa. Pro snazší vklouznutí pístu pracovník aplikuje olej. Píst musí být ve skříni vycentrován. Následně pracovník vloží sestavu hřebenu a skříň uzavře bočním víkem. Důležitou částí montáže je také měření vůle ve ventilové hlavě prováděné úchylkoměrem a její následné seřízení podle předepsaných parametrů. Montáž končí vzduchovým testem, kdy pracovník připojí k posilovači vzduchovou hadici, která do něj vhání stlačený vzduch. Test se provádí na nízký a vysoký tlak. V případě úniku vzduchu z tělesa pracovník aplikuje detektor a test opakuje. Během testu zjišťuje možné úniky. Jestliže posilovač neprojde testem ani napodruhé, je vrácen k demontáži. V případě, že test je bezvadný, vyrazí se do skříň tělesa symbol V.

7. Olejový test

Pracovník si zkontroluje, zda je testovací zařízení nastaveno správně s dílenskou zakázkou. Posléze je skříň tělesa upnuta a pevně zajištěna šrouby. Do tělesa jsou připojeny přívodní a výstupní olejové hadice. Test se skládá z osmi kroků. Prvním krokem je celková charakteristika posilovače, následuje plnění olejem, měření ventilové křivky, měření nízkého a vysokého tlaku, měření průtoku, reverzibilita (tj. „vracivost“ kol), testování omezovače a posledním krokem je opět charakteristika. Pokud díl neprojde některým z těchto postupných kroků, nemůže testovací zařízení testovat krok další a posilovač je poslán zpět k demontáži. V případě, že testovaný posilovač projde všemi kroky, je test dokončen a značícím zařízením automaticky vyražen ID štítek. Pracovník pak demontuje hadice a aplikuje olejové zátky. Vyražený štítek je přinýtován na těleso a je potřen tukem z důvodu nežádoucího nalakování. Poté je vyražena značka *R* (tj. reman) a značka (číslo) operátora na očištěnou plochu. Pracovník dotáhne matku přítlačného šroubu na požadovaný moment a označí provedení pomocí barevného značkovače. Posledním jeho úkolem je uvolnění šroubů na konzoli a přešlepení otvorů na bočním víku a montážních otvorů kulatými bílými nálepkami. Takto připravený posilovač je pak přeložen na transportní vozík, který je pak odvezen na lakování.

Prostorové uspořádání pracovišť s výše popsanými operacemi je znázorněno v Příloze B.

Pro grafické znázornění návaznosti jednotlivých výrobních operací zmíněných výše byl diplomantem pomocí počítačového programu MS Excel sestaven procesní diagram (angl. *process flow*), viz Obrázek 6.



Obrázek 6: Procesní diagram linky FIG
Zdroj: vlastní zpracování

Z výše uvedeného schématu je patrné, že pokud je některý díl při testování jeho kvality vyřazen (tj. při kuličkovém, vzduchovém nebo olejovém testu), je znovu poslán na pracoviště demontáže. Zde je pracovníkem demontáže rozhodnuto, zda bude díl sešrotován, či poslán k další výrobní operaci. Pokud je díl sešrotován, musí pracovník demontáže pomocí tužky a papíru zapsat počet a druh sešrotovaných dílů. Tento systém počítání se provádí z důvodu informovanosti závodu o další použitelnosti dílů. Vzhledem k charakteru pracoviště demontáže, kde je manipulováno se znečištěnými součástkami (železný prach, mastnota z olejů, šmír apod.), je tento způsob počítání velmi nepraktický, a proto v něm autor diplomové práce spatřuje nedostatek.

Dále je nutné zmínit, že diplomant při analýze výrobních operací identifikoval problémové strojní zařízení, kterým bylo značící zařízení pro vyražení ID štítku na pracovišti olejového

testování. Toto zařízení je již zastaralé a nevztahuje se na něj žádná softwarová ani hardwarová podpora. K jeho provozu je nutný počítač s operačním systémem Windows XP. Problémem je, že počítač s touto verzí systému není možné připojit k podnikové síti. Správa takového počítače je tedy značně omezená. Jakýkoliv sebemenší problém s tímto zařízením by mohl znamenat komplikace ve výrobě z hlediska nulové dostupnosti náhradních dílů pro tuto zastaralou modelovou řadu. Jestliže by se značící zařízení samovolně vyplo, bylo by velmi obtížné jej po zapnutí dostat do výchozí pracovní polohy.

3.2 Mapování pohybu pracovníků na lince FIG

Pro detailnější analýzu linky FIG byly autorem diplomové práce všechny činnosti pracovníků zdokumentovány videozáznamem. Díky pořízení videozáznamu mohl diplomant naměřit přesné časové rozpětí každé operace, aniž by pracovníky při jejich činnosti rozptyloval stopkami a zapisováním získaných dat na papír. Tím bylo dosaženo ničím nerušeného pracovního prostředí a data odpovídají běžnému kontinuálnímu provozu linky.

Dle videozáznamu byl kromě časového vyměření výrobních operací dále zmapován pohyb pracovníků po pracovištích a na základě toho byly pomocí programu Paint.NET vytvořeny špagetové diagramy jednotlivých pracovišť. Analyzováním těchto diagramů byla spatřena poměrně velká frekvence pohybů u mycích příručních vozíků a mycího stolu na stanovišti reworku a demontáže, viz Příloha C. Všechny vzdálenosti byly po skončení směny naměřeny měřícím kolečkem vzdálenosti, tzv. rolmetrem.

Na základě této skutečnosti byly vypracovány Tabulka 4 a Tabulka 5, ve kterých jsou zachyceny činnosti pracovníků, nachozená vzdálenost a čas, po který tyto činnosti trvaly na zkoumaných stanovištích při pracích na jednom kusu posilovače řízení.

Tabulka 4: Analýza činností na stanovišti demontáže

Demontáž		
Daimler (Konstrukční skupina L1B)		
činnost	vzdálenost (m)	čas (s)
demontáž a kontrola součástí	x	1 105
chůze po pracovišti	34	68
mytí v příručním mycím vozíku	x	204
příprava pračky	x	26
cyklus mytí	x	360
Celkem	34	1 763

Zdroj: vlastní zpracování

V Tabulce 4 lze vidět, že pracovník při demontáži jednoho kusu posilovače řízení nejdéle stráví samotnou demontáží součástí a jejich kontrolou, a to v čase 1 105 s (cca 18,5 min.). Druhý nejdelší čas byl naměřen součtem doby, po kterou pracovník myje jednotlivé součástky v příručním mycím vozíku: 204 s (cca 3,5 min.). Pracovník po svém pracovišti ujde celkem 34 metrů, což odpovídá 68 s (cca 1 min.). Posledním úkonem, který pracovník vykonává na stanovišti demontáže, je příprava pračky, kde volí program mytí a vkládá vozík do pračky. Tato činnost mu trvá přibližně 0,5 min. Po sečtení všech časů, kdy pracovník vykonává kvůli posilovači nějakou činnost, trvá celkem 1 403 s (cca 23,5 min.). Aby však byl demontovaný posilovač předán na další stanoviště (tj. rework), je nutné mytí tohoto posilovače v pračce. Jestliže cyklus mytí v pračce trvá 6 min., pracovník reworku čeká na posilovač přibližně 29,5 min.

Tabulka 5: Analýza činností na stanovišti reworku

Rework		
Daimler (Konstrukční skupina L1B)		
činnost	vzdálenost (m)	čas (s)
renovace a kontrola součástí	x	1 342
chůze po pracovišti	63	126
mytí v mycím vozíku a mycím stole	x	289
Celkem	63	1 757

Zdroj: vlastní zpracování

Z Tabulky 5 vyplývá, že pracovník reworku stráví renovací a kontrolou součástí jednoho kusu posilovače nejvíce času, a to celkem 1 342 s (cca 22,5 min.). Druhým nejdelším stráveným časem při reworku je mytí součástí v příručním mycím vozíku a mycím stole, a to celkem 289 s (cca 5 min.). Nejkratší doba, která byla pracovníkovi naměřena při reworku jednoho kusu posilovače, byla při chůzi po pracovišti, a to celkem 126 s (cca 2 min.). Činnosti spjaté s reworkem jednoho kusu posilovače řízení pracovníkovi trvají po sečtení všech časů 1 757 s (cca 29,5 min.).

Je zřejmé, že podstatnou a nedílnou součástí na pracovišti demontáže a renovace je čištění komponentů, ať už ve formě předmývání a mytí v příručních mycích vozících, nebo celkového praní v pračce. V těchto činnostech však autor diplomové práce spatřuje několik nedostatků. Analyzováním kamerového záznamu byl tento způsob mytí dílů posouzen jednak jako velice zdlouhavý a jednak za zdraví ohrožující. Pracovníci si totiž kvůli mytí dílů v žíravém saponátu musí vždy nasazovat gumové rukavice, které si pak k následující

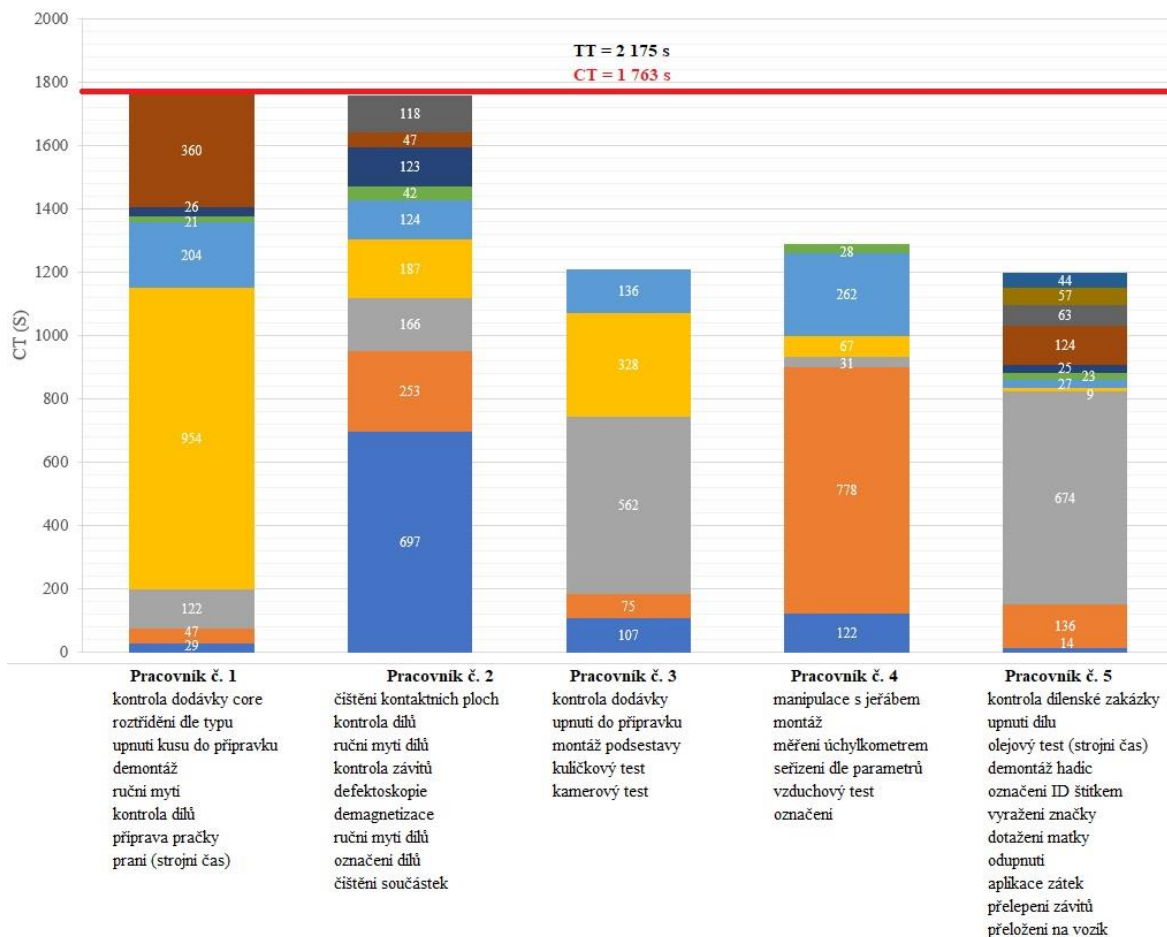
výrobní operaci po dočištění opět sundávají. Dále se ze saponátů obsažených v mycích zařízeních vypařují toxické látky, které jsou pracovníci nuceni vdechovat.

Dalším spatřeným nedostatkem při analýze videozáznamu je současný layout pracoviště demontáže a reworku. Layout není navržen ideálním způsobem, příkladem může být předávací zóna na pracovišti demontáže (viz Příloha B), přes kterou přicházejí pracovníci demontáže a reworku na svá pracoviště. V případě, kdy byla zóna zaplněna paletami se vstupním materiálem, museli pracovníci toto místo obcházet přes ostatní pracoviště. Pracovníci tak vykonávali pohyby navíc, místo kterých mohli provádět svou pracovní činnost. Dále byla identifikována zařízení, která nejsou pracovníkovi v případě potřeby ihned dostupná. Příkladem může být svěrák umístěný daleko od pracoviště demontáže nebo malá bruska, která se nachází až za ostatními zařízeními reworku a je tím pádem těžko přístupná.

3.3 Line balance na lince FIG

Jak již bylo zmíněno v předchozí podkapitole 3.2, všechny výrobní procesy na lince FIG byly diplomantem zdokumentovány kamerovým záznamem, který byl posléze převeden do počítače. V počítači byl videozáznam upravován pomocí programu Kinovea, ve kterém byly přesně vyměřeny délky trvání všech operací prováděné pracovníky. Časy byly poté poznamenány do standardizovaného podnikového formuláře.

Získaná data se stala základem pro tvorbu line balance na lince FIG. Diplomant z těchto dat vytvořil pomocí programu MS Excel graf (viz Obrázek 7), kde jsou vypsány jednotlivé činnosti každého pracovníka na lince a naměřené časy těchto činností.



Obrázek 7: Současný line balance linky FIG
Zdroj: vlastní zpracování

Na grafu lze vidět, že pracovník demontáže (tj. pracovník č. 1) pracuje s nejdelším časem cyklu o délce 1 763 s (cca 29,5 min.). Zároveň se na tomto pracovišti nachází úzké místo, kterým je proces demontování. Druhý nejdelší cyklový čas má pracovník reworku (tj. pracovník č. 2) o délce 1 757 s. Pracoviště demontáže a pracoviště reworku jsou svou délkou cyklu téměř totožné a převyšují časové cykly zbývajících pracovišť o více než 500 s, tedy o více než 8 min. Na zbývajících pracovištích (tj. montáž podsestav, finální montáž a olejový test) jsou prováděny strojní testy jednotlivých dílů, které nelze činnostmi příslušných pracovníků časově ovlivnit. Tyto testy představují značnou část pracovního času na pracovištích. Lze také vidět, že jsou tato pracoviště poměrně vybalancovaná. Pracovníci (tj. pracovník č. 3, 4 a 5) jsou tedy vytíženi relativně stejnou časovou náročností práce.

Diplomantem byl zpracován jednoduchý přehled jednotlivých pracovníků s naměřenými časy cyklu, viz Tabulka 6.

Tabulka 6: Přehled pracovníků s naměřenými cyklovými časy

Pracovník	Pracoviště	Čas cyklu (s)
Pracovník č. 1	Demontáž	1 763
Pracovník č. 2	Rework	1 757
Pracovník č. 3	Montáž podsestav	1 208
Pracovník č. 4	Finální montáž	1 288
Pracovník č. 5	Olejový test	1 196

Zdroj: vlastní zpracování

Při výpočtu cyklového času (CT) je nutno zohlednit skutečnou efektivitu strojního zařízení (OEE), která je 85 %, respektive neefektivitu ve výši maximálně 15 %. Proto je nejdelší cyklový čas linky (CTL) navýšen právě o tuto neefektivitu, viz vzorec (3.1). Výpočet byl aplikován pro výpočet času cyklu na pracovišti demontáže.

$$CT = CTL \times (1 + (1 - OEE)) \quad (3.1)$$

$$CT = 1\,763 \times 1,15 = 2\,027,45 \cong 2\,027 \text{ s}$$

Předpokládaný čas cyklu na pracovišti demontáže při celkové efektivnosti zařízení je tedy 2 027 s na jeden vyrobený produkt.

Dle interních dat společnosti je týdenní požadavek zákazníka repasovaných posilovačů 60 kusů, což je 240 kusů za měsíc a tedy 2 880 kusů za rok.

Pro výpočet času taktu (TT) určující dobu, za kterou musí být vyroben jeden kus posilovače pro splnění požadavku zákazníka, je použit vzorec (3.2).

$$TT = \frac{\text{čistý pracovní fond za období}}{\text{počet požadovaných výrobků za období}} \quad (3.2)$$

$$TT = \frac{7,25 \times 3600 \times 5}{60} = 2\,175 \text{ s}$$

Do čitatele výše uvedeného vzorce byl dosazen čistý disponibilní čas pracovníků za směnu (tj. 7,25 hod.). Za účelem vyjádření této hodnoty v sekundách byla hodnota vynásobena počtem sekund za hodinu (tj. 3600 s). Pro získání týdenního čistého pracovního času byly hodnoty vynásobeny počtem směn za týden (tj. 5 směn). Do jmenovatele byl dosazen odběratelův týdenní požadavek výrobků (tj. 60 kusů). Z výsledku aplikace tohoto vzorce na vstupní data vyplývá, že pro splnění požadavku zákazníka je zapotřebí vyrobit jeden kus posilovače za 2 175 s.

Srovnáním nejdelšího cyklového času navýšeného o míru neefektivity zařízení (2 027 s) s časem taktu (2 175 s) lze říci, že je společnost požadavku zákazníka schopna vyhovět. Linka má tedy časovou rezervu ve výši 148 s na jeden výrobek.

3.4 Mapování hodnotového toku linky FIG

V této podkapitole bude autorem diplomové práce za pomoci programu MS Excel vytvořena mapa hodnotového toku (dále VSM) současného stavu linky FIG.

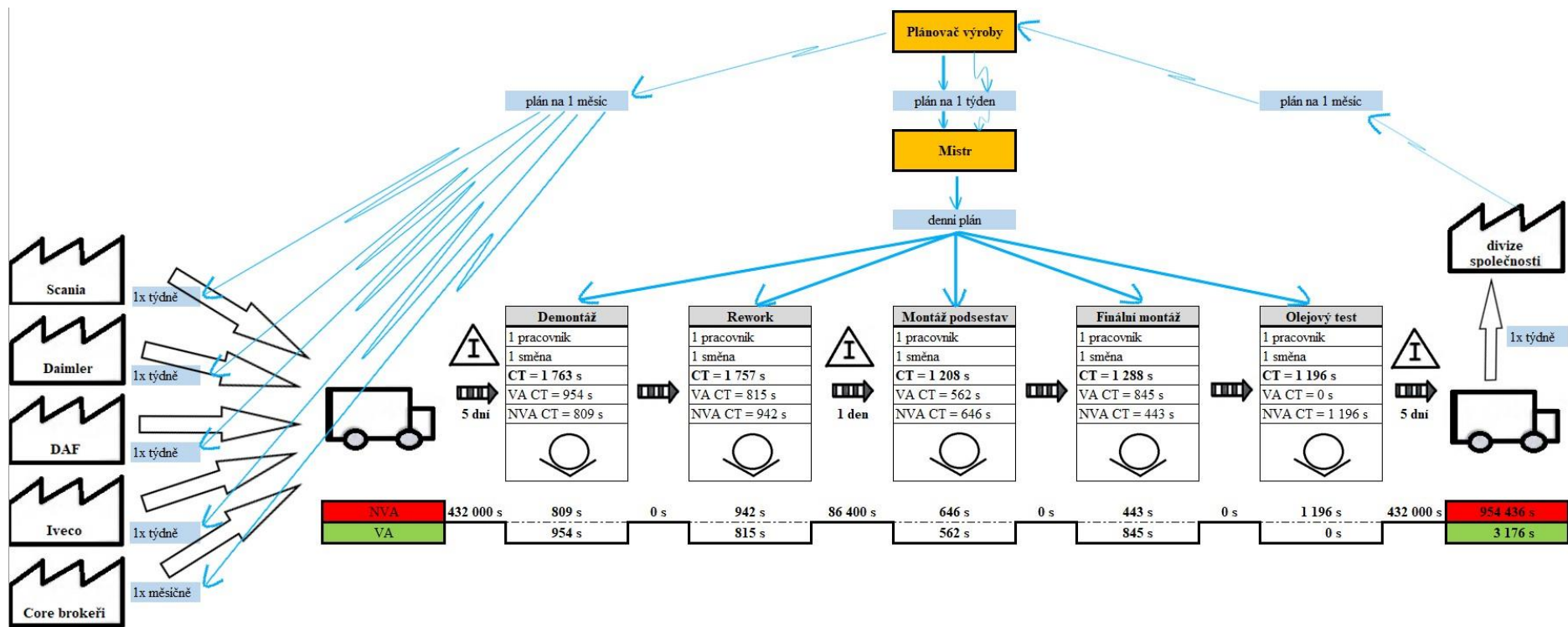
Do mapy VSM byly použity vybrané základní údaje o lince FIG uvedené v předchozí podkapitole 3.3. Tyto údaje jsou shrnuty do Tabulky 7 níže.

Tabulka 7: Údaje o lince FIG

Počet pracovišť	5
Počet pracovníků	5
Čistý disponibilní čas směny (hod)	7,25
Počet směn za týden	5
Nejdelší CT (s)	1 763
Nejdelší CT při 85% efektivnosti (s)	2 027
TT (s)	2 175
Průměrný počet vyrobených kusů za týden	67
Týdenní požadavek odběratele	60

Zdroj: vlastní zpracování

Pomocí nástroje VSM bude objasněn vzájemný vztah materiálových a informačních toků pro posilovač řízení Daimler, typ L1B. K vytvoření grafu VSM (viz Obrázek 8) využil autor kromě údajů z Tabulky 7 další informace získané od mistra linky FIG a pracovníků z oddělení logistiky, kterými byli: vedoucí nákupu materiálu, vedoucí odbytu, vedoucí příjmu core a vedoucí plánování výroby. Tito pracovníci poskytli informace o odběrateli a jednotlivých dodavatelích, včetně frekvence jejich dodávek s použitými díly určených k repasi.



Obrázek 8: VSM současného stavu linky FIG
Zdroj: vlastní zpracování

Z mapy VSM na Obrázku 8 je patrné, že veškerá komunikace společnosti s dodavateli a s odběratelem probíhá elektronickou formou. Plánovač výroby posílá dodavatelům odvolávky s počtem dílů potřebných k výrobě jednou za měsíc. Z důvodu možných změn ve výrobě jsou však odvolávky průběžně aktualizovány. Komunikace uvnitř společnosti mezi plánovačem výroby a mistrem probíhá taktéž na elektronické úrovni prostřednictvím podnikové sítě. Jelikož všichni technickohospodářští pracovníci sdílí jednu tzv. open space kancelář, je plánovač výroby s mistrem v neustálém osobním kontaktu, takže jejich komunikace probíhá i osobně. Každý den mistr osobně komunikuje s pracovníky linky FIG a sděluje jim denní plán výroby.

Dodavateli závodu ZF TRW Frýdlant jsou společnosti Scania, Daimler, DAF, Iveco a core brokeri. Všichni dodavatelé s výjimkou core brokerů dodávají použité posilovače řízení jednou za týden. Core brokeri dodávají tyto díly jednou za měsíc. Po dodání jsou použité díly zaskladněny, což v závodu ZF TRW Frýdlant trvá 5 dní.

Odběratelem závodu ZF TRW Frýdlant je nadřízená divize Global Parts & Service sídlící v německém Neuwiedu. Divize je celosvětovým distributorem nejen těchto repasovaných dílů, ale také všech ostatních dílů vyráběných koncernem ZF TRW. Divizi je požadováno držení pětidenní pojistné zásoby posilovačů, jejíž úroveň odpovídá výši týdenní objednávky divize, což je 60 kusů.

Diplomantem byly dále do grafu doplněny informace o jednotlivých pracovištích linky FIG:

- počet pracovníků,
- počet směn za den,
- cyklový čas pracoviště (CT),
- cyklový čas přidávající hodnotu výrobku (VA CT),
- cyklový čas nepřidávající hodnotu výrobku (NVA CT).

Na mapě VSM (Obrázek 8) lze také vidět, že po činnostech na pracovišti reworku následuje zaskladnění dílů. Zaskladňování dílů probíhá v případě většího množství renovovaných dílů, než požaduje odběratel. Je to způsobeno tím, že závod nedokáže ovlivnit stav dodaných použitých dílů a raději počítá s horší výtěžností dílů. Pokud jsou dodány díly v lepším stavu, jsou rychleji renovovány, a tím pádem jich je větší množství a jsou zaskladněny. Pokud jsou dodány díly v horším stavu a jejich výtěžnost není tak velká, je použito právě dílů ze skladu. Tato zásoba renovovaných dílů je držena maximálně jeden den.

Pod těmito údaji byla dále zakreslena časová osa znázorňující délku trvání činností, které produktu nepřidávají (NVA) nebo přidávají (VA) hodnotu. Celkový čas nepřidávající odběrateli žádnou hodnotu na produktu je součtem doby skladování produktů a délky cyklových časů nepřidávajících hodnotu (NVA CT; např. manipulace s produktem, chůze po pracovišti, mytí dílů, testování, čekání apod.). Je zřejmé, že časové údaje nepřidávající hodnotu na produktu nebyly složeny pouze z činností, které mohou být považovány za plýtvání, ale především z činností, které musely být vykonány z důvodu nějaké regulace (např. testování správné funkčnosti výrobku, kontrola dílu, označení atd.). Celkový čas přidávající odběrateli hodnotu na produktu, za kterou je ochoten zaplatit, je součtem cyklových časů přidávajících hodnotu (VA CT; např. demontáž, čištění kontaktních ploch dílu, montáž apod.).

Součtem hodnot NVA a VA lze získat průběžnou dobu výroby (dále LT, z angl. *Lead Time*), viz vzorec (3.3).

$$LT = NVA + VA \quad (3.3)$$

$$LT = 954\,436 + 3\,176 = 957\,612 \text{ s}$$

Průběžná doba, po kterou vzniká jeden produkt, je 957 612 s (cca 266 hod., tedy 11,08 dní).

Dále lze z výše uvedených dat vypočítat index přidané hodnoty (VA-index), viz vzorec (3.4).

$$VA \text{ index} = \frac{VA}{LT} \quad (3.4)$$

$$VA \text{ index} = \frac{3\,176}{957\,612} \cong 0,003317 \cong 0,3317 \%$$

Indexem přidané hodnoty bylo zjištěno, že z celkové průběžné doby je 0,3317 % přidáváno na hodnotě produktu, zatímco vzniká.

3.5 Aplikované principy štihlé výroby na lince FIG

V této části diplomové práce byly analyzovány principy štihlé výroby, které jsou na linku FIG již aplikovány. Analýza byla zaměřena především na metodu 5S a s ní spojenou vizualizaci a dále pak na metodu TPM.

3.5.1 Metoda 5S a vizualizace

V rámci metody 5S a vizualizace pracovišť má společnost ZF TRW Frýdlant vytvořený zvláštní tým v čele s manažerem štihlé výroby. Tým se zabývá neustálým zlepšováním

vnitropodnikových procesů a prostředí podniku. Zároveň jsou týmem pravidelně kontrolovány zavedené standardy pomocí interních auditů a jejich výsledky jsou představovány na tzv. informační lean tabuli, viz Příloha E.

Diplomantem bylo shledáno, že se na lince FIG nenachází žádné položky, které by na pracovištích neměly být. Veškeré nezbytné položky k výrobním operacím jsou přístupné na místech tomu určených a pracovníci přesně ví, kde se položky nachází. Dopomáhají jim k tomu označené obrysy pod náradím nebo pod přípravky. Pracovníci tedy vědí, co jim na pracovišti chybí nebo naopak přebývá. Na pracovištích tak neexistují problémy s hledáním.

Autor však spatřuje nedostatky v uložení těžkých upínacích přípravků na přeseřízení stroje na pracovišti demontáže. Přípravky jsou totiž umístovány na podlahu pod regál s přípravky, viz Příloha E. Ruční manipulací, v tomto případě pokládáním, posunováním nebo zvedáním těchto břemen, by si tak pracovníci mohli poškodit své zdraví, obzvláště pak páteř.

Dalším spatřeným недостатkem na pracovišti demontáže je demontážní stůl. Závod ve Frýdlantě tento stůl převzal po jiném spřízněném podniku, který ukončoval svou výrobu. Stůl je již přes dvacet let starý a nevyhovuje tak současným ergonomickým a hygienickým standardům pracoviště, viz Příloha E.

Na lince FIG je k vizualizaci pracovišť použit systém 11 barev (viz podkapitola 2.6, str. 40). Na podlahy pracovišť jsou nanášeny standardizované barvy a adhezivní pásy dle jejich charakteru (viz Příloha E).

Pro značení podlah jednotlivých pracovišť na lince FIG bylo evidováno celkem 5 barevných pruhů a 2 barvy podlah, a to:

- *bílý pruh* – hotová výroba a prázdné manipulační vozíky,
- *žlutý pruh* – transportní cesty, hranice linek a chodníky pro chodce,
- *červený pruh* – NOK díly, separátory, opravy a zablokovaná výroba,
- *modrý pruh* – přeseřízení a nastavení stroje,
- *fialový pruh* – rozpracovaná výroba a vstupní materiál,
- *červená barva lemována žlutým pruhem* – zakázaná zóna (hasicí přístroje, elektroskříně, únikové východy...),
- *modrá barva* – podlahy výrobních a skladových prostor.

Pro udržení čistoty a pořádku se na lince FIG nachází perforovaná úklidová tabule s plánem úklidu, viz Příloha E. Na tabuli jsou umístěny pracovní úklidové nástroje, jako je koště a lopatka se smetáčkem. Ostatní pomůcky k úklidu, jako kbelíky, saponáty a utěrky Mewa, jsou uloženy na označených místech v regálu u team leadera linky FIG.

Diplomant však spatřuje nedostatek v nedostatečném vizuálním označení jednotlivých položek na úklidové tabuli. Pokud si některý z pracovníků linky FIG zapůjčí danou položku z této tabule, není poté známo, která položka byla vypůjčena nebo která položka naopak přebývá.

V plánu úklidu jsou uvedena úklidová místa, která musí být pracovníkem uklizena. Dále pak kdo úklid provádí, jak často má být toto místo uklizeno a kdo za místo zodpovídá.

Kromě úklidových míst musí každý pracovník linky FIG udržovat své pracoviště v čistotě:

- před zahájením činnosti,
- průběžnou kontrolou,
- 1krát denně,
- 1krát týdně.

Před zahájením činnosti na jednotlivých pracovištích, musí každý pracovník ověřit čistotu kontaktních ploch výrobních zařízení a v případě potřeby je očistit pomocí papírové nebo Mewa utěrky.

Pokud pracovník nalezne průběžnou kontrolou nějaký problém, který není schopen sám vyřešit, označí toto místo červenou TPM kartou a neprodleně tuto skutečnost oznámí team leaderovi. Pokud je plný pytel na nebezpečný odpad, tak jej pracovník odnese do příslušného kontejneru a poté vždy na tento odpad vloží červený pytel. Pracovník průběžně také vyklízí separátory.

Jednou denně po dobu deseti minut, vždy na konci směny, jsou pracovníky pomocí utěrek očištěny konstrukce a pracovní plochy stolů a přepravních vozíků. Dále jsou znečištěné panely s nářadím a přepravky s přípravky vloženy do pračky a umyty na stanovený mycí program. Povinností všech pracovníků je po vyčištění přípravků a nářadí jejich správné uložení. V neposlední řadě je pracoviště zameteno od hrubých nečistot, spadlých dílů apod. Nakonec jsou utěrkami a tekutým čističem očištěny a řádně uloženy úklidové pomůcky na určené místo.

Týdenní úklid je vykonáván vždy v posledním pracovním dnu v týdnu na konci směny. Pracovníci vedle denního úklidu také vyčistí a zkontrolují odsávací zařízení nad pracovišti. Dále jsou zvednuty gumové rohože na podlahách a je pod nimi zameteno. Pro tento úklid je vyhrazen čas patnácti minut.

Autor diplomové práce považuje délku denního a týdenního úklidu za neuspokojivou. Pozorováním totiž diplomant dospěl k závěru, že pracovníci za tyto doby nestíhají svá pracoviště důkladně uklidit a odchází z nedostatečně uklizených pracovišť.

V průběhu celé pracovní doby pracovníci dodržují zásady HSE:

- úspora energií (osvětlení, klimatizace, elektrická energie),
- práce s chemickými látkami (uložení, označení, ochranné pomůcky, manipulace),
- třídění odpadů (ukládání, označení),
- úklid úkapů.

3.5.2 TPM

Ve zkoumaném podniku bylo diplomantem shledáno, že metoda TPM je na lince FIG v určité míře zavedena a jsou do ní zapojeni všichni pracovníci podniku.

Příkladem může být to, že kvalifikovaným pracovníkům obsluhujících strojní zařízení této linky je převedeno několik činností z oddělení údržby, jako je:

- čištění zařízení,
- doplnění provozních kapalin (např. mycí zařízení),
- zkontrolování zařízení.

Tyto činnosti se pro obsluhující pracovníky staly tzv. autonomní údržbou, tzn. že pracovníci tyto činnosti zvládají vykonávat sami bez pomoci pracovníků z údržby. Jednotlivé kroky těchto činností jsou zavedeny do standardu pracovních operací, takže v případě nějaké nejasnosti, může pracovník nahlédnout do SOS listu s podrobným popisem dané činnosti. Díky tomu jsou pracovníci se stavem strojních zařízení lépe obeznámeni a mohou tak snáze a rychleji objevit nějaké abnormality na těchto zařízeních.

Dále je na lince FIG zavedena plánovaná údržba, kterou vykonávají pracovníci údržby v pravidelných intervalech u každého zařízení. Všechna zařízení mají svůj provozní deník, do kterého údržbáři zaznamenávají všechny poruchy a abnormality včetně následných opatření.

V rámci metody TPM je v současnosti na lince FIG povinností, aby se na každém jejím pracovišti nacházely tzv. TPM karty. Tyto karty jsou nutné v případě, kdy se na zařízení objeví nějaká porucha. Obsluha stroje vybere příslušnou barevnou TPM kartu (červená, žlutá a modrá) podle charakteru poruchy a naléhavosti její eliminace a kartu vyplní. Poté část karty připevní na porouchaný stroj a část karty připevní na TPM tabuli nacházející se před linkou FIG. Pro zajištění kontinuity výroby pracovníci z oddělení údržby tuto tabuli průběžně kontrolují a přijatou kartu se zapsaným problémem ihned řeší. Po vyřešení problému je porucha a konkrétní opatření ručně zapsáno do provozního deníku daného zařízení.

Diplomant v systému papírových TPM karet spatřuje nedostatek v tom, že je tato metoda v dnešní době plně moderních technologií již zastaralá a v případě objevení poruchy na strojním zařízení značně zdlouhavá. Dalším nedostatkem souvisejícím s TPM kartami jsou papírové provozní deníky jednotlivých zařízení. Problém je jednak v jejich skladování a jednak v ručním zapisování záznamů o poruchách zařízení, které jsou z většiny případů nečitelné.

4 Návrhy opatření k zeštíhlení výroby na lince FIG

Na základě podrobné analýzy linky FIG provedené v předchozí kapitole 3 byly diplomantem identifikovány nedostatky, pro které budou v této části práce navržena opatření vedoucí k zefektivnění výrobních procesů linky. Diplomant se v této kapitole bude zabývat výběrem nového mycího zařízení, návrhy nového layoutu, návrhy pro zlepšení stávající metody 5S, návrhy kaizen a návrhy pro zlepšení totálně produktivní údržby. V závěru kapitoly bude na základě zmíněných návrhů vytvořena VSM mapa budoucího stavu linky FIG.

4.1 Výběr nového mycího zařízení

Návrh pro výběr nového mycího zařízení reaguje na identifikaci nedostatku uvedeného v podkapitole 3.2 (str. 52). Nedostatek byl diplomantem spatřen zejména v neúčinnosti mytí současné pračky a ve zdlouhavém a zdraví škodlivém mytí v příručních vozících.

Diplomant proto navrhuje zcela zrušit mycí vozíky a nahradit současnou pračku modernějším a efektivnějším zařízením. Tím by se celý výrobní proces na lince FIG zrychlil a snížily by se tak i časy cyklu pracovišť demontáže a reworku, které značně převyšují časové cykly ostatních pracovišť linky FIG (viz Obrázek 7, str. 54). Přínosem investice by měl být zejména ušetřený čas, odpadnutí čištění součástí pomocí ručního mytí a jejich zbytečného transportu. Pračka by tedy měla být efektivnější než ta současná. Dalším benefitem je redukce rizik spojených s bezpečností a ochranou zdraví pracovníků (z angl. *Healthy Safety Environmental*, HSE). Do náplně pračky by totiž bylo použito pouze chemických prostředků založených na bázi vody. Zamýšlená pračka by již nefungovala na ultrazvukovém principu mytí, nýbrž na účinnějším principu, kterým je proudové tryskání. Pračka by navíc byla konstruována tak, že pokud by pracovník potřeboval domýt součástku ručně, byly by v ní zabudovány rukavice, které by vstupovaly do interního prostoru pračky, viz Příloha D.

Výše zmíněná pračka byla diplomantem jménem společnosti ZF TRW Frýdlant poptávána u výrobců mycích zařízení. Na základě požadovaných aspektů na pračku, jako jsou zejména účinnost mytí, vnitřní rozměry, délka cyklu praní a možnost domýt součástku ručně, byly vybrány celkem tři nabídky od společností Georg Render GmbH, HEIN-HESØ GmbH a NCH Czechoslovakia, spol. s r. o., viz Tabulka 8.

Tabulka 8: Nabídka mycího zařízení

Společnost	Georg Render	HEIN-HESØ	NCH Czechoslovakia
Cena	26 980,00 €	47 990,00 €	27 576,00 €

Zdroj: vlastní zpracování dle zaslaných nabídek

Z Tabulky 8 je patrné, že nejnižší cenu za popávanou pračku nabízí společnost Georg Render GmbH, a to 26 980,00 Euro (cca 692 846,00 Kč⁴). Výrobce by byl dokonce ochotný pračku zapůjčit ještě před jejím nákupem, aby ji mohl závod ZF TRW Frýdlant nejdříve otestovat.

Preferovaným dodavatelem je tedy německá společnost Georg Render GmbH s uvažovanou pračkou W 115 AM, která splňuje požadavky zkoumané společnosti.

4.1.1 Hodnocení efektivnosti investice pro pračku W 115 AM

V této subkapitole bude autor diplomové práce zjišťovat, zda se společnosti ZF TRW Frýdlant vyplatí investovat do nové pračky z hlediska jejích nákladů na provoz. Budou zde proto porovnány současné náklady na mytí v příručních mycích vozících a pračky Ultrasonic s předpokládanými náklady na mytí v uvažované pračce W 115 AM.

Autorem byla zpracována Tabulka 9 a Tabulka 10, které zachycují informace o spotřebě chemických prostředků k čištění součástek na lince FIG používaných v současné době a nákladech s tím spojených, viz dále.

⁴ Kurz EUR/CZK k 20. 2. 2019, 15.30 hod. je 25,68 Kč. (ČNB, 2019)

Tabulka 9: Náklady na Haku 1025-900

Haku 1025-900				
Cena za 1 litr (Kč)	33,90			
Náklady na eko. likvidaci 1 litru (Kč)	2,00			
Počet výměn chemických látek za rok	50			
Spotřeba	Týdenní		Roční	
	Litry	Náklady (Kč)	Litry	Náklady (Kč)
Mycí stůl (50 l)	50	1 695,00	2 500	84 750,00
2 mycí vozíky (40 l)	80	2 712,00	4 000	135 600,00
Celková spotřeba	130	4 407,00	6 500	220 350,00
Ekologická likvidace odpadu	130	260,00	6 500	13 000,00
Celkové náklady	x	4 667,00	x	233 350,00

Zdroj: vlastní zpracování dle interních dat společnosti

Jak již bylo zmíněno v úvodu podkapitoly 4.1, prostředek Haku 1025-900 je velmi silná abrazivní chemikálie, která se používá k očištění součástí hydraulického posilovače řízení ve dvou příručních vozících a v mycím stole (viz Příloha D). Z Tabulky 9 lze vyčíst, že objem jednoho příručního vozíku je 40 litrů a objem mycího stolu je 50 litrů, k jejich naplnění je tedy zapotřebí celkem 130 litrů prostředku. Jeho výměna se provádí jednou týdně, a to vždy poslední pracovní den na konci směny. Za rok se tedy provádí 50 výměn a celková roční spotřeba prostředku je ve výši 6 500 litrů. Cena jednoho litru této kapaliny, kterou společnost nakupuje od dodavatele, činí 33,90 Kč. Po každé výměně musí společnost nechat tuto chemikálii ekologicky zlikvidovat. Náklad na zlikvidování 1 litru stojí společnost 2 Kč. Za 1 litr prostředku Haku společnost tedy v konečném důsledku vynakládá 35,90 Kč. Vynásobením 6 500 litru chemikálie nákladem na 1 litr této chemikálie lze vypočítat celkové roční náklady společnosti na tento prostředek, což je 233 350 Kč.

Další chemikálií, kterou společnost používá je Bonderite C-AK 4112. Náklady na tuto chemikálii jsou vyčísleny v následující tabulce, viz Tabulka 10. Prostředek slouží jako saponát do současné pračky Ultrasonic a je jednou z posledních látek ve společnosti označovaných jako žíravé.

Tabulka 10: Náklady na Bonderite C-AK 4112

Bonderite C-AK 4112				
Cena za 1 litr (Kč)	77,00			
Náklady na eko. likvidaci 1 litru (Kč)	2,00			
Počet výměn chemických látek za rok	50			
Spotřeba	Týdenní		Roční	
	Litry	Náklady (Kč)	Litry	Náklady (Kč)
Pračka Ultrasonic	2,4	184,80	120	9 240,00
Ekologická likvidace odpadu	2,4	4,80	120	240,00
Celkové náklady	x	189,60	x	9 480,00

Zdroj: vlastní zpracování dle interních dat společnosti

Z Tabulky 10 lze vyčíst, že je zapotřebí obsahu minimálně 2,4 litru prostředku Bonderite. Prostředek Bonderite C-AK 4112 se v pračce vyměňuje jednou týdně, a to vždy poslední pracovní den na konci směny. Kapalina se za rok vymění 50krát, tzn. že se za roční provoz pračky spotřebuje 120 litrů. Výměna s sebou přináší náklady na ekologickou likvidaci, kterou společnost hradí specializované firmě na likvidaci nebezpečných odpadů. Cena zlikvidování 1 litru kapaliny činí 2 Kč. Cena nového prostředku je 77 Kč za litr. Po sečtení těchto nákladů je cena za 1 litr 79 Kč. Vynásobením roční spotřeby cenou nákladů činí celkové roční náklady na mytí v pračce 9 480 Kč.

Sečtením celkových nákladů na čisticí prostředky z Tabulek 9 a 10 lze zjistit, že společnost ročně zaplatí za mycí prostředky určené k mytí součástí posilovače řízení částku 242 830 Kč.

Diplomantem byla dále vypracována Tabulka 11, která prezentuje údaje o možné spotřebě chemického prostředku ADS Heat Solve B+A používaného v uvažované pračce W 115 AM.

Tabulka 11: Náklady na ADS Heat Solve B+A

ADS Heat Solve B+A				
Cena za 1 litr (Kč)	160,00			
Náklady na eko. likvidaci 1 litru (Kč)	2,00			
Počet výměn chemických látek za rok	50			
Spotřeba	Týdenní		Roční	
	Litry	Náklady (Kč)	Litry	Náklady (Kč)
Pračka W 115 AM	7,2	1 152,00	360	57 600,00
Ekologická likvidace odpadu	7,2	14,40	360	720,00
Celkové náklady	x	1 166,40	x	58 320,00

Zdroj: vlastní zpracování dle získaných dat od společnosti Georg Render GmbH

Chemie ADS Heat Solve B+A je odmašťovací přípravek pro průmyslová mycí zařízení, který je vodou ředitelný. Díky tomu není prostředek tak zdraví škodlivý, ovšem cena je poměrně vyšší, a to 160 Kč za 1 litr. Cena za ekologickou likvidaci 1 litru činí 2 Kč. Konečná cena pro společnost je tedy po sečtení nákladů 162 Kč za 1 litr přípravku. Za týden je potřeba náplně 7,2 litru přípravku. Po vynásobení týdenní potřeby počtem týdnů v roce, tj. 50 týdnů, je roční spotřeba přípravku 360 litrů. Vynásobením roční spotřeby pořizovacími náklady za 1 litr chemie lze získat celkové náklady na roční mytí pračky, což je 58 320 Kč.

Porovnáním ročních nákladů vynaložených na prostředky do současného způsobu mytí s předpokládanými ročními náklady na uvažovanou pračku lze konstatovat, že by se nová pračka z hlediska vynaložených ročních nákladů společnosti vyplatila.

4.2 Návrh nového layoutu

Autorem diplomové práce bylo navrženo několik variant layoutu, které by potenciálně mohly zlepšit materiálový tok na lince FIG již s ohledem na pořízení nové pračky. Důvodem pro změnu současného layoutu linky FIG je identifikace nedostatku v podkapitole 3.2 (str. 53), tedy nevhodný materiálový tok a uspořádání jednotlivých strojních zařízení a regálů s náradím a přípravkami na pracovištích demontáže a reworku (viz Příloha C). Ostatní

pracoviště linky FIG, tedy montáž podsestav, finální montáž a olejový test, jsou navrženy optimálně a nebyly shledány nutné změny v layoutu.

Autor diplomové práce postupoval s navržením layoutu nejprve tak, že současný layout linky FIG – pracoviště demontáž a rework byl vytisknut na stránku o velikosti A3 a všechny na ní obsažené položky (tj. strojní zařízení, regály, pracovní stoly, dopravní vozíky a kontejnery na šrot) vystřiženy. Výstřižky byly poté různě sestavovány opět na čistou stránku o velikosti A3, na které byly vyznačeny maximálně možné rozměry daných pracovišť. Díky načrtnutým rozměrům bylo dosaženo toho, že jednotlivé výstřižky mohly být umístěny pouze do vyznačených prostor a nezasahovaly tak do jiného pracoviště nebo uličky. Dále muselo být počítáno s omezeným dosahem jeřábu zdvihacího a přemísťujícího těžký vstupní materiál z předávací zóny k demontážnímu stolu, popřípadě od demontážního stolu ke kontejnerům se šrotem.

Všechny návrhy layoutu byly z papírové formy postupně překresleny do počítačového softwaru DraftSight pro tvorbu layoutů. Z těchto návrhů byly vybrány dva hlavní, které byly poté autorem sestavovány metodou Mock-Up ve volných prostorech haly závodu. Metoda Mock-Up spočívala v tom, že bylo simulováno budoucí rozložení jednotlivých objektů na lince dle návrhu, aniž by musely být přítomny objekty reálné. Modely byly vyrobeny z kartonu v měřítku 1 : 1. Tím bylo dosaženo přehledného zobrazení budoucího pracoviště a mohla být ověřena jeho funkčnost z hlediska materiálového toku ještě dříve, než by se musela celá linka FIG přemísťovat. Bylo tak předejito možným problémům s finálním rozložením těžkých strojů a zařízení.

Jelikož je každý zásah do layoutu výrobní linky velmi citlivý z hlediska funkčnosti jako celku, byl každý krok autora diplomové práce konzultován s manažerem štíhlé výroby a vedoucím výroby linky FIG. Autor rovněž konzultoval celou věc s jednotlivými operátory výroby daných úseků, kteří přispěli svými podněty k návrhu na zlepšení layoutu. Při schvalování navrhovaného layoutu byli dále přítomni: provozní manažer, manažer logistiky, manažer kvality, koordinátor BOZP, vedoucí údržby a ředitel závodu.

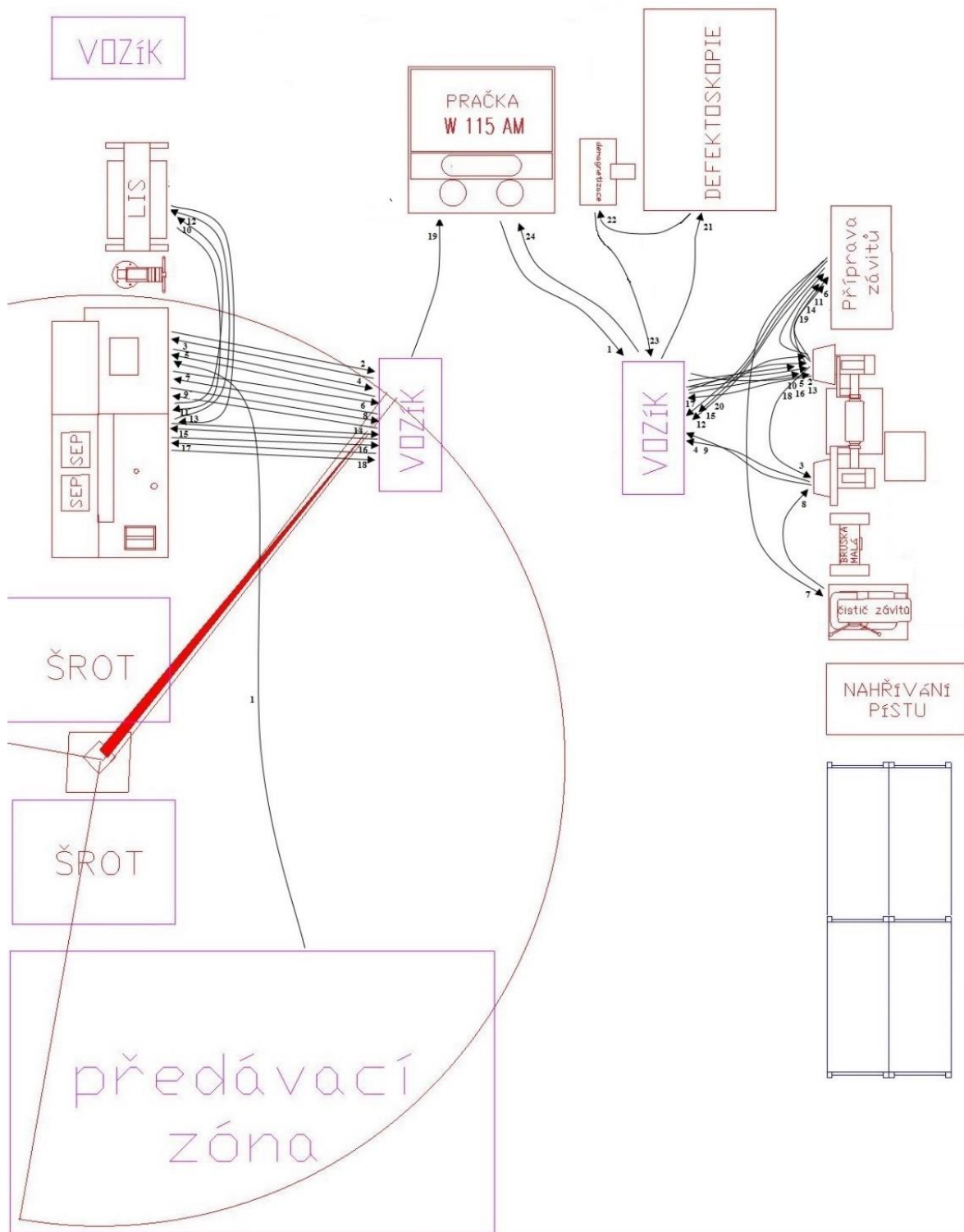
Jak již bylo zmíněno výše, autor zpracoval několik návrhů na budoucí layout linky FIG pro pracoviště demontáž a rework, z nichž byly vybrány dva nejvýznamnější. Pro lepší přehlednost byly oba návrhy doplněny o předpokládaný tok materiálu. Tyto návrhy budou dále popsány a vyhodnoceny v následujících částích práce.

4.2.1 Návrh layoutu č. 1

Porovnáním současného layoutu (viz Příloha B, resp. C) a návrhu layoutu č. 1 (viz Obrázek 9) lze vidět, že by autor zcela změnil rozmístění jednotlivých strojních zařízení, jak na pracovišti demontáže, tak i na pracovišti reworku. Hlavní změnou na pracovištích by bylo eliminování příručních mycích vozíků a mycího stolu z důvodu pořízení nové efektivnější pračky. Všechny výrobní operace by tak kromě zmíněného ručního mytí zůstaly zachovány.

Pracoviště demontáže by se posunulo blíže k severnímu okraji linky díky tomu, že by byla pračka přemístěna na místo zařízení defektoskopie na pracoviště rework. Předávací zóna by byla přemístěna na levý okraj pracoviště namísto separátorů se šrotem, které by nyní byly nad ní. Separátory by se tak nacházely bezprostředně u demontážního stolu. Dále je navrženo symetrické otočení demontážního stolu. To by přineslo výhodu v tom, že v případě vadného dílu by pracovník demontáže rovnou tento díl vyřadil vedle stolu. Tím pádem by byl tlakový lis z levé strany demontážního stolu převeden na stranu pravou. Mezi demontážní stůl a lis by byl přemístěn svěrák, který se v současnosti nachází daleko stranou od demontáže. Svěrák je sice používán zřídka, ale v případě nutnosti jeho použití musí pracovník ujít dlouhou vzdálenost, kvůli které je prodlužována doba demontáže a tím celý proces výroby.

Pracoviště reworku by se změnilo přemístěním zařízení demagnetizace blíže k defektoskopii. Dále by bylo zařízení pro čištění a přípravu závitů přesunuto hned k velké brusce, což by podstatně zlepšilo materiálový tok. Malá bruska stojící v současné době až za velkou brusku by byla přemístěna do popředí mezi velkou brusku a čistič závitů. Z důvodu lepší průchodnosti na pracoviště by byl regál na přípravky pootočen o 90 stupňů.



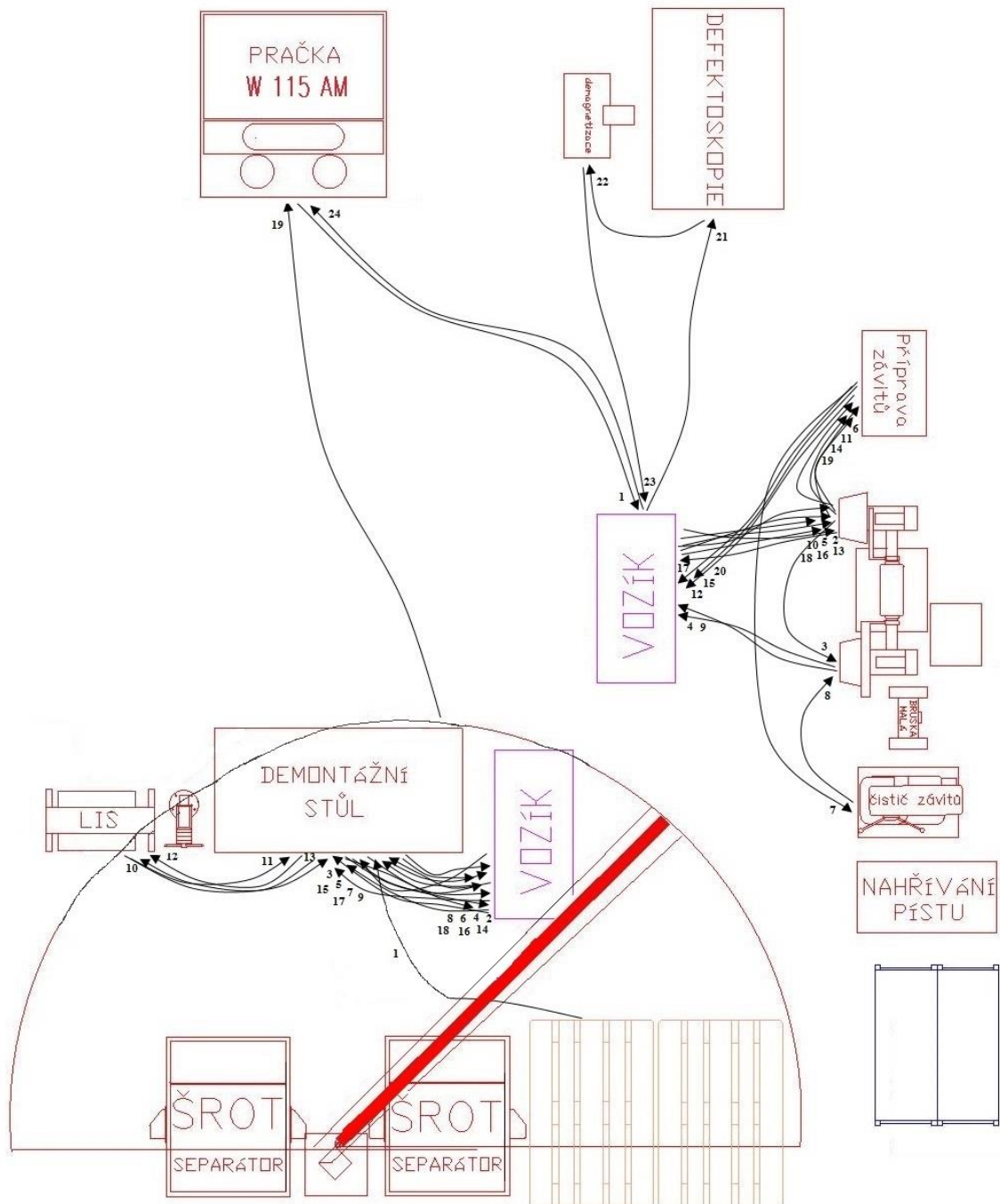
Obrázek 9: Návrh layoutu č. 1
 Zdroj: vlastní zpracování

4.2.2 Návrh layoutu č. 2

Návrh layoutu č. 2 (viz Obrázek 10) byl autorem zpracován podobným způsobem jako v návrhu layoutu č. 1, tedy aby byl materiálový tok co možná nejefektivnější. Rozvržení tohoto layoutu by bylo opět zcela odlišné od layoutu současného. Stejně, jako tomu bylo v návrhu č. 1, základem změn na zkoumaných pracovištích by bylo odstranění příručních mycích vozíků a mycího stolu, které by byly nahrazeny novou, efektivnější pračkou. Tím by se eliminovalo ruční mytí. Všechny ostatní výrobní operace by zůstaly zachovány.

Na pracovišti demontáže by byla poloha kontejnerů na šrot a předávací zóny nezměněna. Změna by však nastala v umístění demontážního stolu. Ten by byl otočen o 90 stupňů a nacházel by se tak naproti separátorům se šrotem. Pracovník demontáže by tak měl separátory za zády a blíže k sobě. Lis byl ponechán na levé straně demontážního stolu. Mezi lis a demontážní stůl by byl umístěn svěrák, který je v případě potřeby v současné době daleko od pracoviště. Výraznější změnou by bylo umístění transportního vozíku hned vedle pravé strany demontážního stolu. Pracovník by se tak již nemusel otáčet s každým dílem za sebe, nýbrž by díl odkládal rovnou na vozík. Poslední změnou na tomto pracovišti by bylo místo pro uvažovanou pračku, které by bylo situováno na pracoviště rework.

Pracoviště reworku by autor změnil v podstatě stejným způsobem jako v návrhu layoutu č. 1 v předchozí části textu.



Obrázek 10: Návrh layoutu č. 2
 Zdroj: vlastní zpracování

4.2.3 Hodnocení návrhů layoutu č. 1 a 2

Návrhy layoutů č. 1 a 2 byly na základě špagetového diagramu v Příloze C upraveny tak, aby byl tok materiálu co nejvíce efektivní. Tím by se v podstatě celá pracoviště změnila od základu. Zrušením mycích vozíků a mycího stolu by se na daných pracovištích uvolnilo místo, na které by se přesunula zařízení, která jsou v současné době až za jinými zařízeními. To by umožnilo lepší přístupnost k těmto zařízením.

Návrh layoutu č. 1 oproti layoutu č. 2 řeší přístup pracovníků na samotná pracoviště přesunutím předávací zóny a pootočením regálu na přípravky.

Naproti tomu návrh layoutu č. 2 řeší lépe materiálový tok na pracovišti demontáže, kde pracovník vykonává výrobní operace bez toho, aby se musel celý otáčet nebo někam chodit.

Nevýhodou obou návrhů by byly zejména náklady na přemístění všech zařízení. S tím by byly spojené náklady na vybudování nových rozvodů elektřiny a stlačeného vzduchu. Dále by musel podnik nechat přeznačit výrobní plochy a podlahy pozměněné linky. V neposlední řadě by tyto změny znamenaly zastavení výroby.

Jelikož je počítáno se stěhováním celé linky FIG nacházející se v současné době v hale C1 do haly C2 namísto renovace diskových brzd, musel by závod tyto náklady stejně podstoupit. Stěhování linek je naplánováno na období celozávodní dovolené, která bude probíhat v srpnu 2019. Do této doby závod nebude zavádět navrhovaný layout. Zastavení výroby v průběhu roku tak nebude zapotřebí a společnost tak nepocítí žádné ztráty.

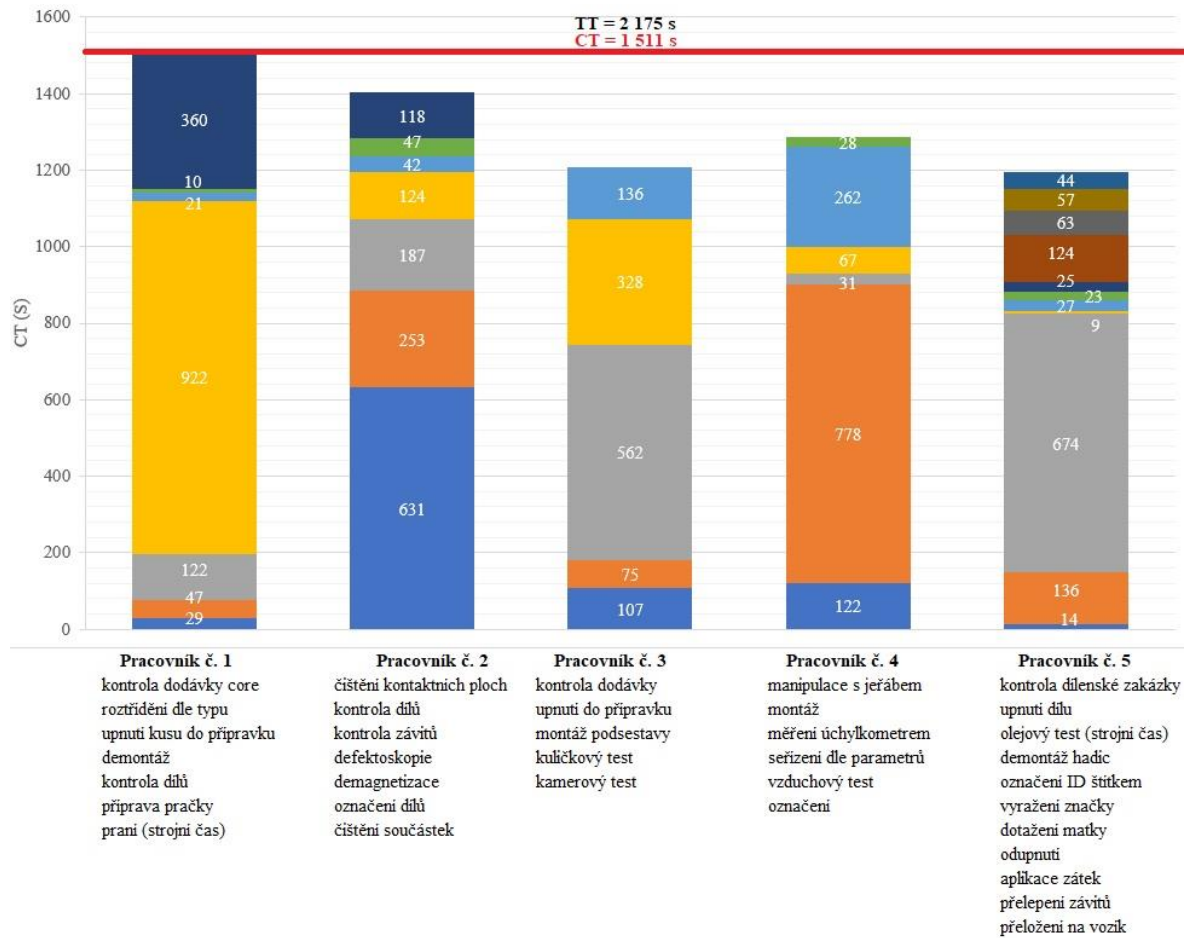
Z důvodu lepšího využití výrobních prostor vybral závod ZF TRW Frýdlant v čele s jeho vedením návrh layoutu č. 1.

4.2.4 Line balance na základě navrhovaného layoutu

Na základě diplomantem navržených opatření týkajících se změny layoutu v předchozí části práce bude provedeno balancování linky FIG.

Autor diplomové práce postupoval podobným způsobem jako při analýze původního stavu linky FIG s tím rozdílem, že zatím v současné době není layout pracovišť demontáže a reworku na lince FIG pozměněn. Bylo tedy počítáno se stejnými časy výrobních operací, které pracovníci na těchto pracovištích doposud vykonávají, ale bez činností jako je mytí dílů v příručních vozících a mycím stole. Na základě toho byl pomocí programu MS Excel

vytvořen graf, viz Obrázek 11, na kterém jsou vypsány jednotlivé operace pracovníků linky FIG a časy těchto operací.



Obrázek 11: Line balance linky FIG při navrhovaném layoutu

Zdroj: vlastní zpracování

Na grafu lze vidět, že pracovník demontáže (tj. pracovník č. 1) by pracoval stále s nejdelším časem cyklu o délce 1 511 s (cca 25 min.), nicméně by se díky odlišnému způsobu mytí cyklový čas výrazně snížil. Druhý nejdelší cyklový čas by měl stále pracovník reworku (tj. pracovník č. 2) o délce 1 402 s. Cyklové časy pracoviště demontáže a pracoviště reworku by se tak významně přiblížily k časovým cyklům zbývajících pracovišť na lince FIG. Na zbývajících pracovištích (tj. montáž podsestav, finální montáž a olejový test) by zůstaly původní časy cyklů, viz Tabulka 6 (str. 55). Zároveň by na těchto pracovištích byly prováděny strojní testy jednotlivých dílů, které by nebyly činnostmi příslušných pracovníků časově ovlivnitelné. Tyto testy by představovaly značnou část pracovního času na pracovištích. Dále lze také vidět, že by byla všechna pracoviště linky FIG poměrně

vybalancovaná. Všichni pracovníci by byli vytíženi relativně stejnou časovou náročností práce a nebylo by tedy nutné nějak zaměřovat dílčí výrobní procesy mezi těmito pracovníky.

Jelikož v sobě cyklový čas nezahrnuje neefektivitu strojního zařízení, tj. maximálně 15 %, je nejdelší cyklový čas linky navýšen právě o tuto hodnotu, viz vzorec 3.1.

$$CT = 1\,511 \times 1,15 = 1\,737,65 \cong 1\,738 \text{ s}$$

Předpokládaný čas cyklu při celkové efektivnosti zařízení je tedy 1 738 s na jeden vyrobený produkt.

Autor diplomové práce nadále předpokládá, že týdenní požadavek zákazníka repasovaných posilovačů se do budoucna nebude měnit a zůstane na hodnotě 60 kusů, což je 240 kusů za měsíc a tedy 2 880 kusů za rok.

Čas taktu určující dobu, za kterou musí být vyroben jeden kus posilovače pro splnění požadavku zákazníka, by tak nadále zůstal na hodnotě 2 175 s.

Po srovnání nejdelšího cyklového času navýšeného o míru neefektivnosti zařízení (1 738 s) s časem taktu (2 175 s) lze konstatovat, že by společnost byla schopna vyhovět požadavku zákazníka a linka by navíc měla časovou rezervu ve výši 437 s na jeden výrobek.

4.2.5 Úspora na základě navrhovaného layoutu

V této části práce bude autorem zkoumáno, zda by změna současného layoutu na navrhovaný layout č. 1 přinesla záводу úsporu. Autor bude vycházet z naměřených hodnot, které byly získány při sestavování modelu linky FIG – pracoviště demontáž a rework metodou Mock-Up popsanou v podkapitole 4.2. Naměřené hodnoty byly zpracovány do Tabulek 12 a 13 popsaných v následující části textu.

Tabulka 12: Analýza činností na budoucím pracovišti demontáže

Demontáž		
Daimler (Konstrukční skupina L1B)		
Činnost	vzdálenost (m)	čas (s)
demontáž a kontrola součástí	x	1 105
chůze po pracovišti	18	36
příprava pračky	x	10
cyklus mytí	x	360
Celkem	18	1 511

Zdroj: vlastní zpracování

Porovnáním Tabulky 12 a Tabulky 4 (podkapitola 3.2, str. 51) je patrné, že časová hodnota u činnosti demontáže a kontroly součástek zůstala zachována (tj. 1 105 s). Autor totiž počítá s tím, že změna layoutu neovlivní průměrné časy těchto operací. Změnou by však byla vzdálenost, kterou pracovník ujde po pracovišti demontáže. Při výrobních operacích na jednom kusu posilovače řízení a při současném layoutu ujde pracovník 34 metrů, po změně layoutu by ušel vzdálenost celkem 18 metrů, což odpovídá 36 s. Tato změna je způsobena především efektivnějším materiálovým tokem výroby a eliminací mycího vozíku, ke kterému nyní musí docházet. To ostatně dokazují špagetové diagramy tohoto pracoviště, viz Příloha C a Obrázek 9 (str. 72). Z porovnání těchto diagramů vyplývá, že v současném rozložení linky vykoná pracovník demontáže 37 operačních kroků, zatímco by jich na novém pracovišti vykonal pouze 19. Poslední hodnotou lišící se v Tabulce 12 od Tabulky 4 je příprava pračky. Příprava uvažované pračky W 115 AM by dle výrobce neměla přesáhnout 10 s, což je o 16 s méně než u současné pračky Ultrasonic. Doba cyklu mytí by v uvažované pračce zůstala stejná, a to 6 min. Celková doba, po kterou by musel pracovník reworku čekat na 1 kus posilovače řízení, je dána součtem dílčích časů: 1 511 s (cca 25 min.).

Tabulka 13: Analýza činností na budoucím pracovišti reworku

Rework		
Daimler (Konstrukční skupina L1B)		
činnost	vzdálenost (m)	čas (s)
čištění a kontrola součástek	x	1 342
chůze po pracovišti	30	60
celkem	30	1 402

Zdroj: vlastní zpracování

V Tabulce 13 lze vidět, že se doba čištění a kontroly součástek posilovače řízení na pracovišti reworku oproti Tabulce 5 (podkapitola 3.2, str. 52) nezměnila a zůstala na hodnotě 1 342 s. Autor, tak jak tomu bylo výše u pracoviště demontáže, totiž počítá s tím, že se změna layoutu nedotkne průměrného času těchto operací. Dále lze vidět, že by pracovník reworku na svém pracovišti ušel vzdálenost o celkové délce 30 metrů, což je v porovnání se současným stavem o 33 metrů méně. Toto zlepšení je opět způsobeno efektivnějším tokem materiálu ve výrobě a eliminací mycího vozíku a mycího stolu, ke kterým nyní musí docházet. Porovnáním špagetových diagramů (viz Příloha C a Obrázek 9 na str. 72) lze také vidět, že při současném layoutu linky FIG vykonává pracovník reworku 40 operačních kroků, zatímco při layoutu navrhovaném by jich vykonal pouze 24. Celková doba, po kterou by pracovník reworku repasoval 1 kus posilovače řízení, je 1 402 s (cca 23,5 min.).

Dále byla vytvořena Tabulka 14 zachycující celkovou úsporu plynoucí ze změny současného layoutu na navrhovaný layout týkající se pracoviště demontáže a reworku. Úspora byla vypočítána jak z pohledu pracovníkem ušlé vzdálenosti, tak i uspořené výrobního času zkoumaných pracovišť.

Tabulka 14: Úspora plynoucí ze změny layoutu

Pracoviště	Úspora			
	vzdálenost		čas	
	m	%	s	%
demontáž	16	47,06	252	13,24
rework	33	52,38	355	20,20
celkem	49	x	607	x

Zdroj: vlastní zpracování

Porovnáním současného layoutu s layoutem navrhovaným by pracovník demontáže ušel o 16 metrů méně, čímž by se jeho ušlá vzdálenost zkrátila o 47 %. Pracovník reworku by ušel až o 33 metrů méně, což by představovalo zkrácení vzdálenosti o více než 52 %. Dále by závod uspořil celkem 607 s (cca 10 min.) výrobního času na 1 kus posilovače řízení. Z toho 252 s (cca 4 min.) by představovala úspora času na pracovišti demontáže a 355 s (cca 6 min.) úspora času na pracovišti reworku. Výrobní operace na pracovišti demontáže by tak končily o cca 13 % dříve, než je tomu v současné době, a na pracovišti reworku dokonce o cca 20 % dříve.

Lze shrnout, že navrhovaný layout přináší tyto výhody:

- redukci pracovního prostoru,
- zlepšení materiálového toku,
- úsporu výrobního času.

4.3 Metoda 5S

Na základě identifikovaného nedostatku, kterým je uložení přípravků na podlahu linky (viz podkapitola 3.5.1, str. 60), autor závodu ZF TRW Frýdlant navrhuje, aby do současného regálu s přípravky implementoval výsuvný šuplík pro lepší manipulaci s těžkými přípravky, nejlépe do úrovně pasu pracovníků. Zároveň je závodu doporučeno zanést do podnikových standardů, aby pracovníci manipulovali s těmito přípravky pouze za pomoci jeřábu. Tím by se do budoucna předešlo možným pracovním úrazům.

Dalším identifikovaným nedostatkem je ergonomie demontážního stolu (viz podkapitola 3.5.1, str. 60). Autor společnosti navrhuje, aby si nechala vyrobit demontážní stůl, který by již splňoval standardy moderních pracovišť. Takový stůl by byl vyroben z kombinace nerezové oceli a hliníkových profilů. Stůl by dále měl nad pracovní plochou integrované osvětlení vytvářející podmínky pro zrakovou pohodu, která značně ovlivňuje pracovní výkon. Nedílnou součástí stolu by byly i integrované přípojky se stlačeným vzduchem. Zadní stěna stolu by byla vyrobena z perforovaných panelů, na které by bylo zavěšeno vše potřebné k pracovní činnosti, např. nářadí, přípravky, PC monitor a jiné předměty. Stěna by byla doplněna o průchody k separátorům pro kov a pryž, které by stály za stolem. Pracovníci z oddělení vývoje již v minulosti podobný stůl navrhli pro pracoviště renovace hydraulických pump řízení, viz Příloha E. Po konstrukční stránce by však stůl pro pracoviště demontáže musel být navržen tak, aby pracovní plocha stolu vydržela váhu dílů posilovače řízení o hmotnosti několika desítek kilogramů.

Reakcí na identifikovaný nedostatek úklidové tabule linky FIG uvedené v podkapitole 3.5.1 (str. 61) je společností navrženo, aby byl stávající perfopanel tabule doplněn „stíny“ objektů pro lepší orientaci pracovníka. Pracovník by tak okamžitě zjistil, co kde má být a co je momentálně vypůjčeno. Dále by bylo vhodné na pověšené úklidové nástroje aplikovat identifikační štítek, za účelem rychlého přiřazení zpět v případě jejich ztráty.

Posledním identifikovaným nedostatkem na lince FIG z hlediska metody 5S je nedostatečná doba úklidu (viz podkapitola 3.5.1, str. 62). Vzhledem k velmi znečištěným pracovištím linky FIG, zejména kvůli vytékajícím olejům, šmíru a jiným nečistotám, je diplomantem navrženo, aby byl čas k čištění pracovišť navýšen v případě denního úklidu o pět minut (na 15 minut) a v případě týdenního úklidu o deset minut (na 25 minut). Na čistším pracovišti by se tak pracovníci cítili lépe a nepořádek by je neodváděl od práce.

Všechny návrhy autora diplomové práce, jak zlepšit pracoviště linky FIG, byly k 02/2019 předány týmu pro zeštíhlování a jsou ve schvalovacím řízení k aktualizaci stávajících standardů příslušných pracovišť.

4.4 Kaizen

V rámci filozofie kaizen byly autorem hledány možnosti ke zlepšení ve výrobních procesech jednotlivých pracovišť na lince FIG.

Diplomantem byl identifikován nedostatek na pracovišti demontáže v podobě nepraktického počítání sešrotovaných dílů posilovače řízení za pomoci tužky a papíru (viz podkapitola 3.1, str. 50). Autor diplomové práce proto navrhuje, aby bylo zavedeno počítání sešrotovaných dílů pomocí páčkových počítadel. Pracovník by tak pouze stlačil páčku u příslušného počítadla a nemusel by nic nikam psát. Na konci směny by bylo mistrovi nahlášeno, kolik a kterých dílů bylo sešrotováno. Poté by byla počítadla vynulována pro následující pracovní den. Tato změna by vedla ke zrychlení a k zřehlednění procesu při demontáži.

Tento návrh byl společností přijat a byl vyhodnocen jako přínosný. Realizace návrhu se uskutečnila k 02/2019, viz Příloha F.

Dalším návrhem pro zefektivnění práce na lince FIG, který reaguje na identifikovaný nedostatek na pracovišti olejového testování (viz podkapitola 3.1, str. 50), je pořízení nového značícího zařízení (tj. markátoru) na automatické vyražení ID štítku pro označení OK dílu. Po nahrazení stávajícího zařízení (viz Příloha F) novým modelem by bylo možné zachovat dohledatelnost všech dílů, které by byly otestovány na finálním testu, což je v současnosti požadováno zákazníkem. Nový model by navíc mohl komunikovat s dalším zařízením díky USB portu a stal by se tak plně programovatelným. Počítač by k provozu zařízení již nebyl nutný.

Návrh o pořízení markátoru byl společností přijat a je k 03/2019 v jednání. Kvůli vyšší pořizovací ceně zařízení (168 530 Kč) musí mít společnost svolení od vedení divize Global Parts & Service nacházející se v Neuwiedu.

4.5 TPM

V této části práce se bude diplomant zabývat řešením pro identifikovaný nedostatek, který jím byl odhalen při analýze linky FIG, konkrétně při analýze stávající metody TPM.

S cílem nahradit v současnosti používané TPM karty (viz podkapitola 3.5.2, str. 63) autor diplomové práce navrhuje, aby byl na linku FIG zaveden počítačový program Profylax. Tento program by zefektivnil údržbu na strojních zařízeních a zjednodušil by práci jak

pracovníkům z oddělení údržby, tak i pracovníkům výroby. Programem by závod dokázal údržbu naplánovat, ale také řídit.

Údržbu by nadále prováděli pracovníci údržby i pracovníci ve výrobě. Údržbářům a pracovníkům výroby by byl pouze na jejich úseku s umístěným počítačem nainstalován program Profylax. Do tohoto programu by bylo nutné zavést profily jednotlivých zařízení linky FIG. Program by bylo navíc možné síťově propojit s počítačem mistra výroby. Mistr by si tak mohl okamžitě zjistit potřebné statistiky o strojních zařízeních.

Pomocí programem vytvořené databáze by byli zainteresovaní pracovníci schopni zjistit veškeré informace o kterémkoliv zařízení na lince a jeho historii, např. kdy byla naposledy na daném zařízení vykonána údržba, statistika vytížení kapacity zařízení, celkový počet nahlášených poruch nebo náklady na opravy těchto poruch, což by byly vhodné informace pro zákaznický audit dle ISO 9001. Program by navíc pracovníkům připomínal, jaká údržba by se v nejbližší době měla vykonat nebo jaký opotřebovaný díl je třeba vyměnit.

V případě hlášení programu o nějaké závadě na strojním zařízení by byli pracovníci údržby připraveni ihned zasáhnout. Zároveň by tito pracovníci věděli o poruchách na strojních zařízeních mnohem dříve než ze zastaralých papírových TPM karet, aniž by museli někam chodit. Nebyl by tak narušen kontinuální průběh produkce.

Výhodou by také bylo to, že by byl zápis o poruchách a následných opatření zapsán elektronicky, což by oproti současným provozním deníkům v papírové formě zajistilo čitelnost a úsporu místa na pracovišti. Dále by pořizování zápisu bylo pro pracovníky popisující závadu na zařízení mnohem snadnější a podstatně rychlejší z důvodu větší části předvyplněných údajů a intuitivního ovládání programu. Pokud by nebyla nahlášena žádná závada, starali by se údržbáři o preventivní údržbu.

Tento návrh společnost přijala a vyhodnotila jako přínosný. Realizace návrhu se uskuteční k 05/2019.

4.6 Mapování hodnotového toku pro budoucí stav linky FIG

V této části práce bude s pomocí programu MS Excel znázorněna mapa hodnotového toku (dále VSM) pro budoucí stav linky FIG zohledňující všechny optimalizační návrhy podané diplomatem, viz Obrázek 12. Diplomatem byl graf VSM vytvářen stejným způsobem, jako tomu bylo v podkapitole 3.4 (str. 56).

Do grafu VSM byly vloženy optimalizační návrhy:

- nová pračka k 08/2019,
- zavedení Profylaxu do systému údržby k 05/2019,
- nový markátor k 03/2019,
- ergonomicky upravený regál pro přípravky k 04/2019,
- zavedení nového počítání sešrotovaných dílů k 02/2019,
- nový layout pro pracoviště demontáže a reworku k 08/2019,
- nový demontážní stůl k 04/2019.

Nejdůležitějším optimalizačním návrhem je pořízení nové moderní pračky, která by nahradila současná mycí zařízení: pračku a příruční mycí vozíky. Nová pračka bude zapojena do provozu linky v srpnu 2019 v průběhu celozávodní dovolené jednak z důvodu nenarušení kontinuity výroby a jednak z důvodu stěhování celé linky FIG na jiné pracoviště.

S pořízením nové pračky souvisí i plánovaná změna layoutu pracoviště demontáže a reworku, která již bude s umístěním této pračky počítat. Změna layoutu proběhne také v srpnu 2019.

Výše uvedené změny na lince FIG výrazně ovlivní hodnoty cyklových časů pracovišť demontáže a reworku (viz Obrázek 11, str. 76). Pro přehlednější bude diplomantem uvedena Tabulka 15, ve které jsou tyto údaje o lince FIG shrnuty.

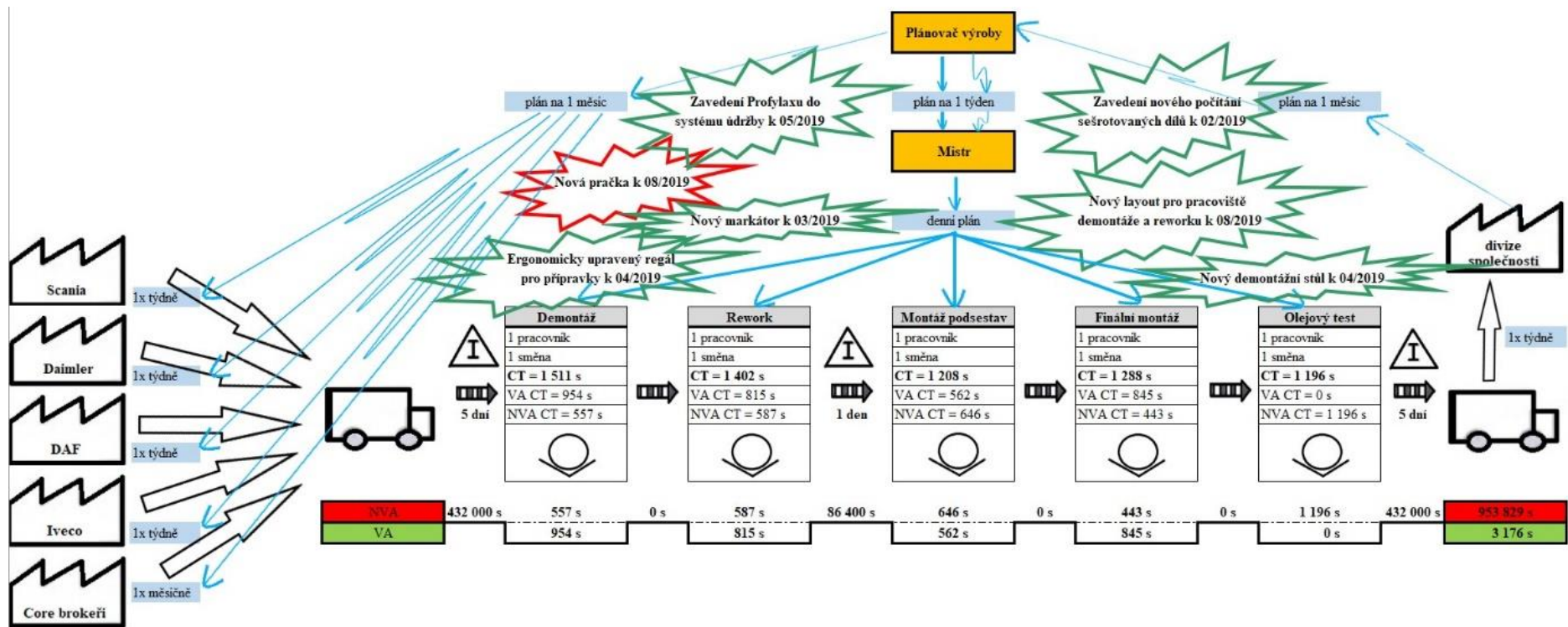
Tabulka 15: Údaje o lince FIG po aplikaci optimalizačních návrhů

Počet pracovišť	5
Počet pracovníků	5
Čistý disponibilní čas směny (hod.)	7,25
Počet směn za týden	5
Nejdelší CT (s)	1 511
Nejdelší CT při 85% efektivnosti (s)	1 738
TT (s)	2 175
Průměrný počet vyrobených kusů za týden	67
Týdenní požadavek odběratele	60

Zdroj: vlastní zpracování

Z Tabulky 15 je patrné, že by se zkrátil nejdelší cyklový čas (CT) na hodnotu 1 511 s, což je o 252 s méně oproti současným údajům (viz Tabulka 7, str. 56). S tím souvisí i nejdelší

CT při 85% efektivnosti, který by se zkrátil o 289 s. Ostatní údaje o lince FIG by zůstaly zachovány.



Obrázek 12: VSM budoucího stavu linky FIG
Zdroj: vlastní zpracování

Průběžnou dobu výroby (dále LT) lze získat součtem délek trvání činností nepřidávající a přidávající hodnotu produktu, viz vzorec (3.3).

$$LT = 953\,829 + 3\,176 = 957\,005 \text{ s}$$

Předpokládaná průběžná doba, po kterou bude produkt vznikat, je 957 005 s.

Dále lze z výše uvedených dat vypočítat index přidané hodnoty (VA-index), viz vzorec (3.4).

$$VA \text{ index} = \frac{3\,176}{957\,005} \cong 0,003319 \cong 0,3319 \%$$

Z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že bude na hodnotě produktu přidáváno 0,3319 % z celkové průběžné doby jeho vznikání.

Lze konstatovat, že pokud by závod aplikoval navrhovaná zlepšující opatření na linku FIG, zkrátila by se průběžná doba vzniku jednoho produktu a zároveň by se zvýšil index přidané hodnoty.

5 Zhodnocení navržených opatření

V této kapitole bude diplomantem provedeno zhodnocení zlepšujících opatření, které byly navrženy v kapitole 4.

5.1 Zhodnocení pořízení pračky W 115 AM

Pořízení moderní pračky W 115 AM umožní společnosti ZF TRW Frýdlant efektivnější způsob mytí součástek posilovače řízení. Díky pořízení této pračky budou eliminovány mycí vozíky, ve kterých museli pracovníci demontáže a reworku jednotlivé díly předmývat z důvodu neefektivního mytí pračky Ultrasonic. Tím se eliminují zdraví škodlivé saponáty, kterými byla tato zařízení plněna. Pracovníci tak již nepřijdou do styku s ohrožujícími látkami.

Hlavním přínosem této pračky bude, že se proces výroby na pracovištích demontáže a reworku zrychlí a sníží se tak i jejich cyklové časy.

Výhodou této pračky bude to, že v ní pracovník bude schopen domýt díl ručně pomocí zabudovaných rukavic.

Ekonomické zhodnocení lze provést zjištěním rozdílu mezi celkovými ročními náklady na mycí prostředky používané v současné pračce Ultrasonic, mycí vozíky a mycí stůl (242 830 Kč) a celkovými ročními náklady na mycí prostředky používané v moderní pračce W 115 AM (58 320 Kč). Roční úspora nákladů na prostředcích určených k mytí součástek posilovače řízení dosahuje výše 184 510 Kč.

Dále lze vypočítat úsporu z hlediska ušetřeného času pracovníků, kteří již nemusí mýt jednotlivé díly ručně. Pracovník na úseku demontáže prováděl mytí součástek v příručním mycím vozíku po dobu 204 s (cca 3,5 min.) a pracovník reworku prováděl mytí součástek v mycím vozíku a mycím stole po dobu 289 s (cca 5 min.). Sečtením těchto časů lze získat celkovou dobu, po kterou byl umýván jeden kus posilovače řízení (cca 8 min., tj. 0,13 hod.). Vynásobením této doby mzdovými náklady na pracovníka vyčíslenými závodem na 360 Kč/hod. lze získat úsporu na jednom kusu posilovače ve výši 48 Kč. Jestliže závod vyrobí ročně průměrně 3 216 posilovačů, pak tato úspora nákladů dosahuje výše 154 368 Kč za rok.

Dobu návratnosti (dále DN) této investice lze vypočítat níže uvedeným vztahem (5.1).

$$DN = \frac{\textit{náklady na investici}}{\textit{úspora nákladů v důsledku investice}} \quad (5.1)$$

$$DN = \frac{692\,846}{184\,510 + 154\,368} = \frac{692\,846}{338\,878} \cong 2 \textit{ roky}$$

Z výsledku aplikace vztahu (5.1) na vstupní data vyplývá, že se investice společnosti vrátí za 2 roky.

Na základě uvedených výpočtů lze konstatovat, že by se investice z hlediska vynaložených nákladů společnosti ZF TRW Frýdlant vyplatila.

5.2 Zhodnocení nového layoutu

Nové uspořádání linky FIG se zaměřením na pracoviště demontáže a reworku společnosti ZF TRW Frýdlant v první řadě přinese zefektivnění materiálového toku. Díky eliminaci mycích příručních vozíků a mycího stolu bude dosaženo efektivnějšího využití pracovní plochy, na kterou budou umístěna zařízení, která pracovník potřebuje mít při ruce.

Dále budou na těchto pracovištích jednotlivá strojní zařízení a regály přesunuty tak, aby byl redukován počet operačních kroků jednotlivých pracovníků. Pracovník demontáže tak vykoná o 18 operačních kroků méně a pracovník reworku o 16 operačních kroků méně oproti původnímu layoutu. Díky tomuto kompletnímu přeuspořádání pracovišť bude vyřešen také přístup na pracoviště, který byl před změnou layoutu značně komplikovaný.

Hlavním přínosem navrženého layoutu bude minimalizace vzdáleností, které musel pracovník dříve ujit. Počet nachozených metrů při výrobě jednoho kusu výrobku se u pracovníka demontáže snížil o 16 (47% zlepšení) a u pracovníka reworku dokonce o 33 (52% zlepšení). Tato zlepšení mají vliv i na celkovou úsporu výrobního času. Výrobní operace prováděné pracovníkem demontáže budou dokončeny o 4 min. dříve (13% zlepšení) a pracovníkem reworku o 6 min. dříve (20% zlepšení).

Výhodou bude také to, že realizace tohoto layoutu bude probíhat v období celozávodní dovolené, tudíž závod nebude nucen zastavit výrobu.

Ekonomické zhodnocení tohoto návrhu lze provést vynásobením uspořené pracovní doby cenou práce pracovníka.

Jestliže mzdové náklady závodu na pracovníka na hodinu jsou ve výši 360 Kč a úspora výrobního času je 10 min. (tj. cca 0,17 hod.), pak úspora nákladů dosahuje výše 60 Kč při výrobě jednoho posilovače řízení. Pokud závod vyrobí ročně průměrně 3 216 kusů posilovačů, pak tato úspora nákladů činí 192 960 Kč za rok.

5.3 Zhodnocení metody 5S

Díky zefektivnění stávající metody 5S na lince FIG se podařilo dosáhnout zlepšení samotných pracovišť, ale i samotných procesů na těchto pracovištích. Pracovníci tak pracují v čistém a ničím nerušeném prostředí, které jim je příjemné. Pracovníci přesně vědí, kde se nachází jednotlivé nářadí k pracovnímu výkonu a kde jsou prostředky a nástroje k případnému úklidu. Dále se pracovníci řídí předepsanými podnikovými standardy, které jsou umístěny na dobře viditelných a přístupných místech. Ergonomie pracovních stolů a regálů jsou upraveny dle standardů moderních pracovišť.

Náklady na zefektivnění metody 5S představovaly náklady na pořízení barevné pásky pro vizuální označení úklidové tabule a štítků k identifikaci úklidových nástrojů. Dále si závod nechal zhotovit demontážní stůl na zakázku od externí firmy v ceně 22 579 Kč. Pracovníci z oddělení vývoje vytvořili šuplík, který byl vsazen do regálu s přípravky. Závod za tento šuplík vynaložil náklady ve výši 2 246 Kč. Celková výše nákladů tak byla cca 25 000 Kč. Z hlediska nákladů lze konstatovat, že se investice do ergonomie stolu a regálu vyplatila z důvodu ochrany zdraví a bezpečnosti pracovníků.

5.4 Zhodnocení metody Kaizen

Počítadlo sešrotovaných dílů

Díky zavedení počítadla na sešrotované díly posilovačů se zefektivnil proces počítání. Tato malá změna přinesla velké zlepšení. Pracovník již při šrotování nemusí hledat ve znečištěném pracovním prostředí tužku a papír a jednoduše stlačí páčku u daného dílu.

Výhodou těchto počítadel je, že pokud by se pracovník spletl a stlačil by omylem páčku na jiném počítadle, lze bez problému páčku, a tím i číslo, vrátit zpět na předchozí pozici.

Na konci směny stačí pouze mistrovi nahlásit daný počet sešrotovaných dílů a počítadla vynulovat pro další den.

Náklady na tuto realizaci představovalo pořízení šesti mechanických páčkových počítadel ve výši 6 440 Kč. Plastové tabulky s označením jednotlivých dílů pro sešrotování byly vytisknuty oddělením vývoje pomocí 3D tiskárny ve výši nákladu několika korun.

Výše čisté úspory se v tomto případě těžko odhaduje, ale vzhledem ke dlouhé životnosti počítadel lze konstatovat, že se časem náklady vynaložené na pořízení těchto zařízení závodu vrátí ve formě úspory výrobního času.

Markátor

Pořízení nového modelu markátoru by závodu zajistilo možnost dohledat veškeré otestované díly posilovačů, čímž by se velmi usnadnil postup při uplatňování reklamací zákazníkem. Hlavní výhodou by byla možnost propojení markátoru do podnikové sítě, kam by byla ukládána data o jednotlivých testech posilovačů. Zjednodušil by se tak přehled o vyrobených OK kusech. Výhodou by bylo i to, že markátor by již nepotřeboval ke svému fungování počítač, který musel být u staršího modelu stále zapnutý.

Jelikož se dopředu počítá s tím, že bude markátor požadován zákazníkem, bude závod nucen pořídit toto zařízení i přes jeho vyšší pořizovací cenu (168 530 Kč). Bez tohoto zařízení se závod neobejde.

5.5 Zhodnocení metody TPM

Zavedením počítačového programu Profylax bude zefektivněna údržba na strojních zařízeních. Zároveň bude zjednodušena práce pracovníků z oddělení údržby tím, že bude program samostatně plánovat a řídit údržbu. Údržbáři tak budou mít více času na preventivní údržbu a tím bude zamezena poruchovost strojních zařízení.

Výhodou bude zjistitelnost veškerých údajů o strojních zařízeních, která budou napojena na podnikovou síť. Pověřený pracovník tak může vyhodnocovat různé statistiky o těchto zařízeních, které by bylo vhodné prezentovat při zákaznickém auditu dle ISO 9001.

Hlavním přínosem programu bude hlášení o závadách bezprostředně po jejich vzniku. Údržbáři tak budou okamžitě vědět, kde se porouchané zařízení nachází a co bude potřeba udělat pro eliminaci této poruchy.

Náklady na zakoupení neomezené licence tohoto softwaru pro 50 strojních zařízení činí 35 000 Kč. Vzhledem k rozsáhlé funkčnosti programu a ceně neomezené licence lze soudit, že se investice do softwaru závodu vyplatí.

Závěr

Předmětem diplomové práce bylo aplikování principů štihlé výroby ve vybrané společnosti. Diplomantem byla vybrána společnost ZF TRW Automotive Czech s. r. o. Aftermarket Operations Frýdlant zabývající se repasováním náhradních automobilových dílů. Cílem diplomové práce bylo této společnosti prostřednictvím principů štihlé výroby navrhnout optimalizační opatření, která by zefektivnila vybraný výrobní proces na výrobní lince. Za účelem dosažení tohoto cíle byla provedena pečlivá a podrobná analýza současného stavu této linky.

Úvodní část diplomové práce se zabývala teoretickými poznatky z oblasti štihlé výroby. Byly zde vysvětleny základní pojmy štihlé výroby, její historie a také základní nástroje a techniky štihlé výroby.

Navazující částí teoretických poznatků byla případová studie, ve které byla nejprve představena již zmíněná společnost ZF TRW Frýdlant. Poté byl analyzován současný stav vybrané linky. Linka byla nejprve charakterizována a poté byla analýza zaměřena na jednotlivé výrobní operace linky. K analýze byly použity techniky a metody štihlé výroby, jako je procesní diagram, mapování pohybu pracovníků, line balance linky a mapování hodnotového toku linky. Prostřednictvím těchto nástrojů byly identifikovány nedostatky.

S cílem eliminace zjištěných nedostatků byla navržena vhodná opatření. Jednalo se o pořízení nového mycího zařízení, které by nahradilo dosavadní neefektivní a zdraví škodlivý způsob mytí na pracovištích demontáže a reworku.

Dalším návrhem byla změna současného layoutu pracoviště demontáže a reworku již s ohledem na pořízení zmíněné nové pračky. Diplomantem byly vytvořeny dva návrhy na změnu současného layoutu, které reagovaly na nevhodný materiálový tok a na potřeby pracovníků. Zkoumanou společností byl jeden z návrhů layoutu vybrán k realizaci. Díky metodě line balance bylo zjištěno, že nové rozložení pracoviště umožní významně zkrátit cyklové časy na daných pracovištích a zkrátit tak drahocenný výrobní čas jednoho posilovače o více než 10 minut.

V rámci metody 5S bylo navrženo zdokonalit regál s přípravky na pracovišti demontáže tak, aby bylo vyhověno současným ergonomickým požadavkům pracoviště. Do regálu na těžké přípravky byl z tohoto důvodu navržen výsuvný šuplík, který by výrazně usnadnil manipulaci s těmito břemeny. Dalším návrhem zlepšující ergonomii na pracovišti

demontáže bylo navrhnutí demontážního stolu podle ergonomických standardů moderních pracovišť. Pro rychlejší orientaci pracovníka při úklidu pracovišť na lince FIG bylo navrženo vizuálně označit jednotlivé položky na úklidové tabuli. Vzhledem k charakteru linky FIG bylo dále navrženo prodloužit dobu úklidu na daných pracovištích o několik minut.

Pro zlepšení počítání sešrotovaných dílů bylo dále navrženo pořízení mechanických počítadel, které by pracovník stlačil namísto ručního zapisování počtu sešrotovaných dílů na pracovišti demontáže. Dále bylo navrženo pořízení nového modelu markátoru, který vyráží ID štítky jednotlivých dílů. Díky tomuto zařízení by již bylo možné dohledat informace o všech dílech, které byly kdy závodem otestovány, což by zároveň splnilo zákaznickou požadavky.

Posledním návrhem bylo zakoupení licence počítačového softwaru Profylax, který by zlepšil dosavadní způsob řešení případných poruch v oblasti totálně produktivní údržby.

Na závěr těchto opatření byla vytvořena mapa hodnotového toku pro budoucí stav zkoumané linky, která zahrnuje všechna navrhovaná opatření.

V závěru diplomové práce byla tato opatření zhodnocena. Z těchto zhodnocení lze shrnout, že zavedení zlepšujících návrhů na zkoumanou výrobní linku bylo pro společnost prospěšné.

Seznam použité literatury

- AARTSENGEL, A. and S. KURTOGLU. 2013. *Handbook on continuous improvement transformation: the lean six sigma Framework and systematic methodology for implementation*. New York: Springer. ISBN 978-364-2359-002
- ALVAT. 2018. Úvod. In: *ALVAT – Měření a indikace doby cyklu výrobních linek* [online]. Praha: ALVAT [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <http://merenidobycyklu.picktolight.cz/>
- BEJČKOVÁ, Jana. 2017. Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM. In: *Academy of productivity and innovations* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2017-12-26]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>
- CIMORELLI, Stephen C. 2013. *Kanban for the supply chain: fundamental practices for manufacturing management*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group. ISBN 978-156327-314-8.
- ČNB. 2019. *Kurzy devizového trhu* [online]. Česká národní banka [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_devizoveho_trhu/denni_kurz.jsp
- DAHLGAARD, J. J. and S. M. DAHLGAARD-PARK. 2006. *Lean production, six sigma quality, TQM and company culture*. Bedford: Emerald Group Publishing. ISSN 0954-478X. Dostupné také komerčně z databáze ProQuest.
- DLABAČ, Jaroslav. 2014. Štíhlý materiálový a hodnotový tok. In: *MM Průmyslové spektrum* [online]. Praha: MM Publishing [cit. 2017-12-26]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/stihly-materialovy-a-hodnotovy-tok.html>
- DLABAČ, Jaroslav. 2015. Štíhlá výroba – používané metody a nástroje. In: *Academy of productivity and innovations* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2017-12-26]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25786n-stihla-vyroba-pouzivane-metody-a-nastroje>
- FRANKOVÁ, Simona. 2018. 7 forem plýtvání ve výrobě a jak je odstranit. In: *Trilogiq* [online]. Praha: Trilogiq CZ [cit. 2018-01-12]. Dostupné z: <https://trilogiq.cz/7-forem-plytvani-ve-vyrobe-a-jak-je-odstranit/>

- Georg Render. 2018. *Combined machine – series AM* [online]. Georg Render [cit. 2018-09-21]. Dostupné z: http://www.render-gmbh.de/english/series/combinedmachine_am.html
- IMAI, Masaaki. 2005. *Gemba Kaizen: Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Brno: Computer Press. ISBN 80-251-0850-3.
- JIRÁSEK, Jaroslav. 1998. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-7169-394-4.
- JUROVÁ, Marie. 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5717-9.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. Praha: C.H. Beck. ISBN 978-80-7400-119-2.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-868-5138-9.
- KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR. 1993. *Podnik v roce 2001: Revoluce v podnikové kultuře*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-7169-003-1.
- LAJDA, Milan. *Nové přístupy k hodnocení konkurenceschopnosti firem*. Liberec, 2016. 69 s. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci, Ekonomická fakulta. Vedoucí práce doc. Ing. Arnošt Böhm, CSc.
- LIKER, Jeffrey K. 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-173-7.
- Managementmania. 2016. *Audit* [online]. Wilmington, Delaware: MANAGEMENTMANIA.COM [cit. 2019-01-10]. ISSN 2327-3658. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/audit>
- MAŠÍN, Ivan. 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.
- MAŠÍN, Ivan a Petr LEPŠÍK. 2015. *Analytické a kreativní postupy v údržbě strojů a zařízení*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. ISBN 978-80-7494-224-2.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. 2000a. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.







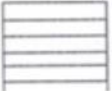






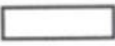

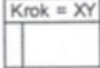












- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. 2000b. *TPM Management a praktické zavádění*.
Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-5-9.
- MUSILOVÁ, Jana. 2007. Vizuální management – štíhlé pracoviště. In: *IPA Czech*
[online]. Český Těšín: IPA Czech [cit. 2017-12-30]. Dostupné z:
<https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vizualni-management-stihle-pracoviste>
- NENADÁL, Jaroslav a kol. 2008. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-186-7.
- PAVELKA, Marcel. 2015. Fungování zlepšovatelského hnutí ve výrobních podnicích. In:
Academy of productivity and innovations [online]. Slaný: API – Akademie produktivity
a inovací [cit. 2017-12-27]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25787n-fungovani-zlepsovatelskeho-hnuti-ve-vyrobnich-podnicich>
- PELLONEOVÁ, Natalie. *Aplikace principů lean managementu ve vybraném podniku*.
Liberec, 2015. 118 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, Ekonomická
fakulta. Vedoucí práce Ing. Eva Štichhauerová, Ph.D.
- PIETERS, Reinder a Oliver J. NTENJE. 2012. *Logistics: a practical approach*. 3th ed.
Arnhem: MBES. ISBN 978-90-78438-13-7.
- POPEŠKO, Boris a Šárka PAPADAKI. 2016. *Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení*. 2., akt. a rozš. vyd. Praha:
Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5773-5.
- RAL-COLOURS. 2013. *RAL Colours History* [online]. Bonn: RAL gemeinnützige GmbH
[cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://www.ral-farben.de/content/about-ral-colours/ral-colours-history.html>
- SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. 2005. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books.
ISBN 80-251-0573-3.
- SVOZILOVÁ, Alena. 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing.
ISBN 978-80-247-3938-0.
- TRW Aftermarket. 2018. *Vision* [online]. TRW [cit. 2018-01-21]. Dostupné
z: <https://www.trwaftermarket.com/en/about-us/vision/>
- TUČEK, David a Roman BOBÁK. 2006. *Výrobní systémy*. 2. upr. vyd. Zlín: Univerzita
Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-731-8381-1.

- VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. 2013. *Podnikové řízení*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4642-5.
- VOCHOZKA, Marek a Petr MULAČ. 2012. *Podniková ekonomika*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4372-1.
- VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. 1999. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-3-2.
- VÝVOJOVÝ TÝM VYDAVATELSTVÍ PRODUCTIVITY PRESS. 2009. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Brno: SC&C Partner. ISBN 978-80-904099-1-0.
- ZF. 2018. *See – Think – Act* [online]. ZF Friedrichshafen AG [cit. 2018-01-22].
Dostupné z:
https://www.zf.com/corporate/en_de/products/technologietrends/see_think_act/see_think_act.html
- ZF. 2019. *Annual Report 2018* [online]. ZF Friedrichshafen AG [cit. 2019-04-07].
Dostupné z:
https://annualreport.zf.com/site/annualreport/media/annualreport/ZF_AnnualReport2018_EN.pdf
- ZF TRW Frýdlant. 2017a. *Interní dokument: Profil společnosti, 2017*.
- ZF TRW Frýdlant. 2017b. *Interní dokument: Organizační struktura, 2017*.
- ZF TRW Frýdlant. 2017c. *Interní dokument: Činnosti společnosti, 2017*.
- ZF TRW Frýdlant. 2017d. *Interní dokument: Produkty, 2017*.
- ZF TRW Frýdlant. 2017e. *Interní dokument: Layout podniku, 2017*.
- ZF TRW Frýdlant. 2017f. *Interní dokument: Systém 11 barev, 2017*.
- ZLOCHOVÁ, Martina. 2015. Optimalizace výrobních buněk. In: *Academy of productivity and innovations* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2017-12-21]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25780n-optimalizace-vyrobnich-bunek>

Seznam příloh

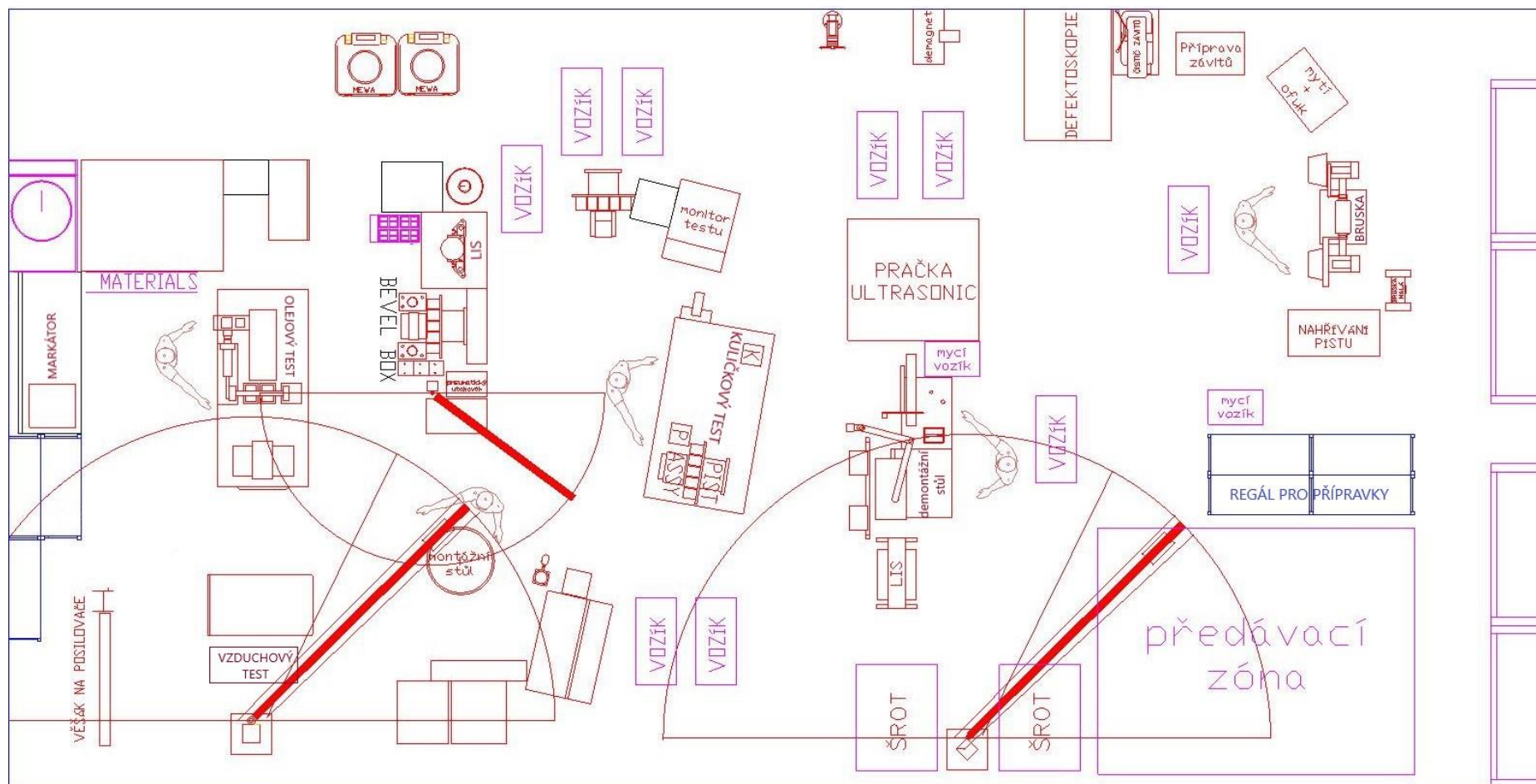
Příloha A: Symboly pro VSM	98
Příloha B: Současný layout linky FIG	99
Příloha C: Špagetový diagram pro současnou demontáž a rework.....	100
Příloha D: Obrázky způsobu mytí součástek na lince FIG	101
Příloha E: Obrázky 5S a vizualizace na lince FIG	102
Příloha F: Obrázky kaizen na lince FIG	105

Příloha A: Symboly pro VSM

Symboly pro materiálový tok					
					
Externí zdroje	Proces	Transport	Tok hotových výrobků	Pohyb tlakem	Pohyb tahem
					
Data o procesu	Vyrovňovací zásoba	Bezpečnostní zásoba	Supermarket	Zásoba	
Symboly pro informační tok					
					
Manuální informace	Elektronická informace	Typ informace (plán)	Inventurní plánování	Heijunka	Heijunka - správce
					
Kanbanová schránka	Výrobní mix	FIFO	Výrobní kanban	Dopravní kanban	Signální kanban
Obecné symboly					
					
VA-linka	Operátor	Výrobní buňka	Počítačová podpora	Příležitost ke zlepšení	

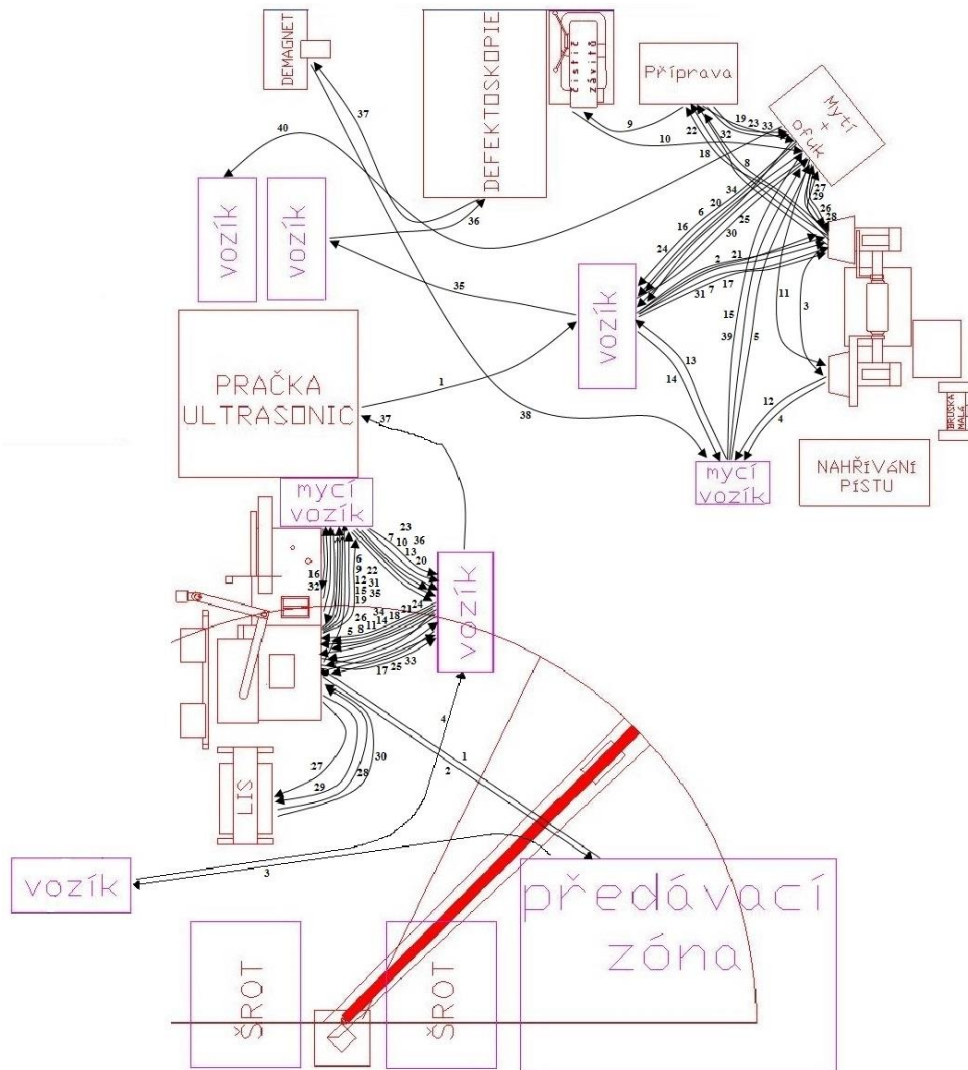
Zdroj: vlastní zpracování dle Bejčkové (2017)

Příloha B: Současný layout linky FIG



Zdroj: vlastní zpracování dle interního dokumentu ZF TRW Frýdlant, 2017e

Příloha C: Špagetový diagram pro současnou demontáž a rework



Zdroj: vlastní zpracování

Příloha D: Obrázky způsobu mytí součástek na lince FIG



Obrázek D1: Pračka W 115 AM
Zdroj: George Render GmbH (2018)

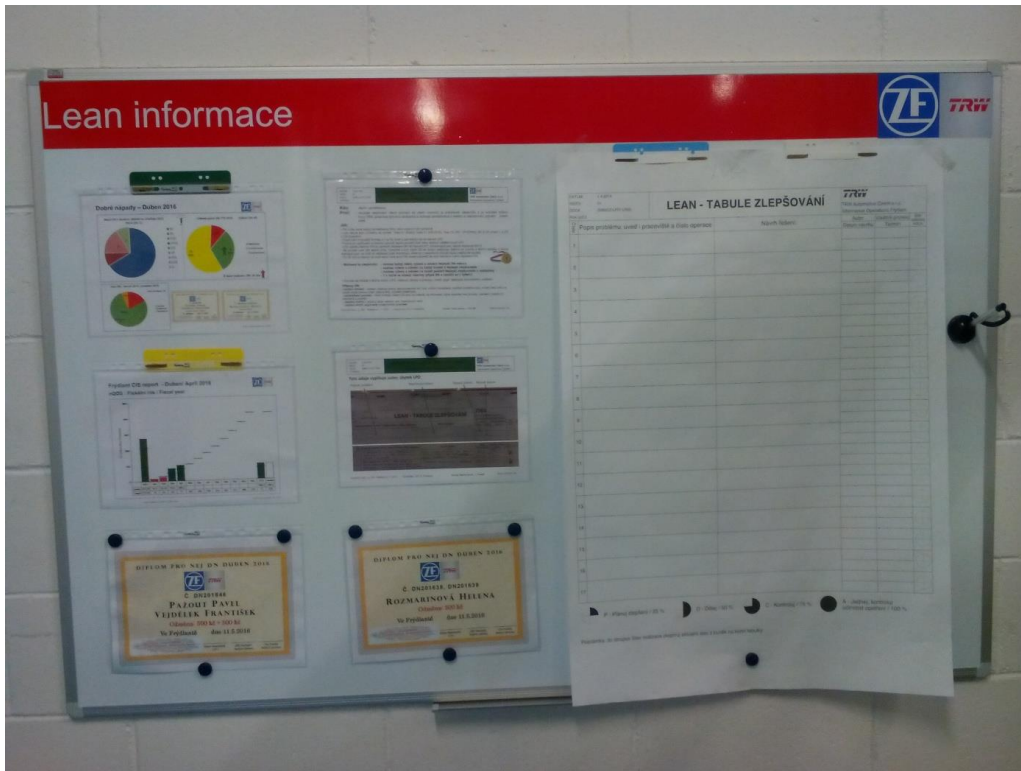


Obrázek D2: Pračka Ultrasonic
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek D3: Ruční mytí
Zdroj: vlastní zpracování

Příloha E: Obrázky 5S a vizualizace na lince FIG



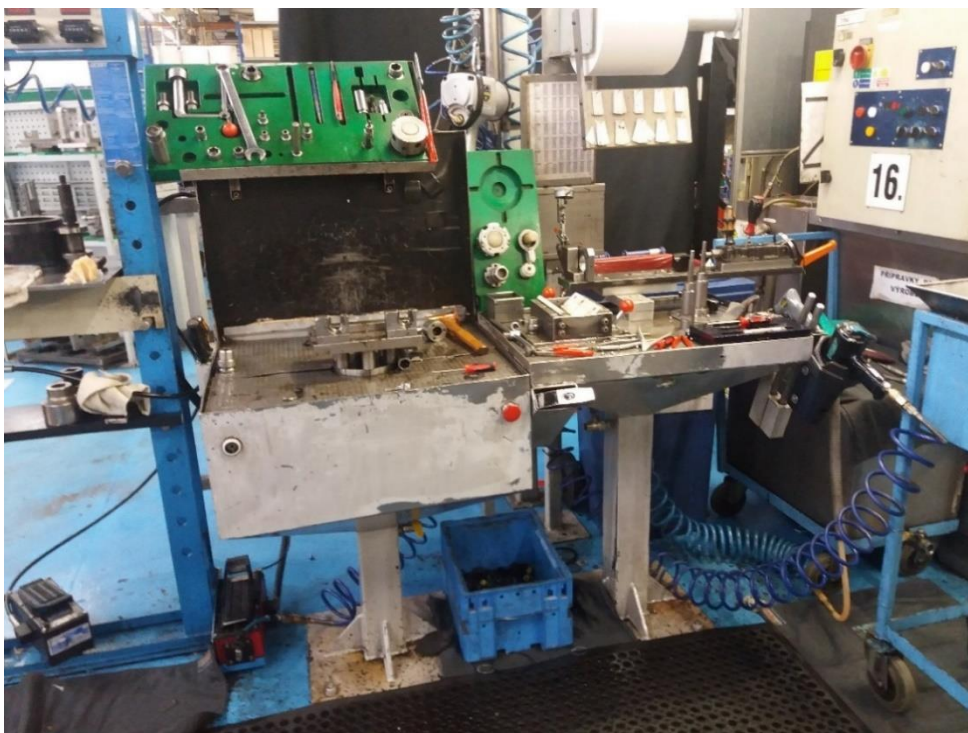
Obrázek E1: Informační lean tabule

Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek E2: Nevhodné umístění přípravků na pracovišti demontáže

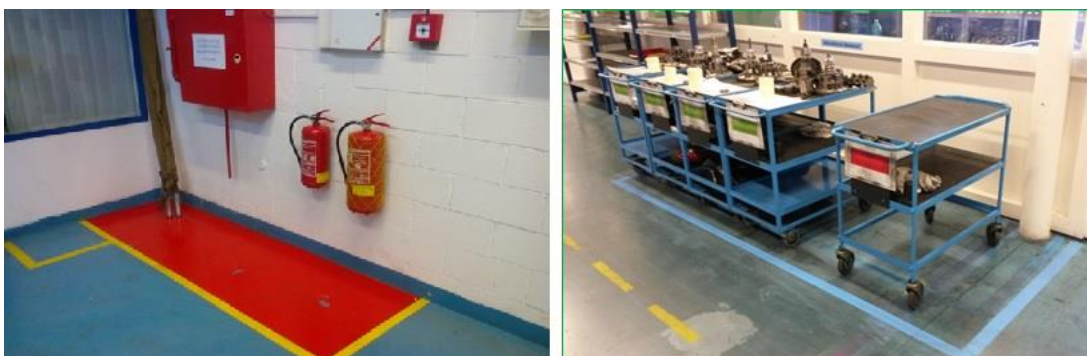
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek E3: Zastaralý demontážní stůl na pracovišti demontáže
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek E4: Návrh na demontážní stůl zepředu a zezadu
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek E5: Značení podlahových ploch na lince FIG
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek E6: Úklidová tabule s plánem úklidu na perforované panelu
Zdroj: vlastní zpracování

Příloha F: Obrázky kaizen na lince FIG



Obrázek F1: Stav před a po návrhu na zlepšení počítání na pracovišti demontáže
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek F2: Současné zařízení pro vyražení ID štítku na pracovišti olejového testování
Zdroj: vlastní zpracování