

# **Analýza výrobního procesu ve vybrané průmyslové společnosti**

Pavel Holan

---

Bakalářská práce  
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Pavel Holan**  
Osobní číslo: **M20052**  
Studijní program: **B0413P050013 Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Analýza výrobního procesu ve vybrané průmyslové společnosti**

## Zásady pro vypracování

Úvod

Definuje cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Analyzujte vybrané literární zdroje a zpracujte literární rešerši se zaměřením na výrobní proces.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav výrobního procesu ve vybrané průmyslové společnosti.
- Vyhodnotte výsledky analýzy a zpracujte návrh na zlepšení výrobního procesu.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. 1. vyd. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
- GREENE, Jack. *Industrial Engineering: Theory, Practice & Application: Business and Production Management, Productivity and Capacity*. North Charleston: CharlestonSpace, 2013, 411 s. ISBN 978-14-823-0179-3.
- JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lucie Macurová, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **10. února 2023**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2023**

L.S.

---

**prof. Ing. David Tuček, Ph.D.**  
děkan

---

**prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.**  
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2023

# PROHLÁŠENÍ AUTORA

## BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

1. že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 22.04.2023

Jméno a příjmení: Pavel Holan

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se věnuje analýze výrobního procesu na lince vyrábějící autorádia pro zákazníka Toyota ve společnosti Panasonic Automotive Systems Czech. s.r.o. Teoretická část se zaměřuje na obor průmyslové inženýrství, štíhlou výrobu, metodu 5S, výrobu a výrobní proces a také nový nástroj pro simulaci procesů Technomatix plant simulation. V praktické části je zpracována analýza současného stavu výrobního procesu pomocí metod průmyslového inženýrství. Na základě analýzy jsou navrženy návrhy na zlepšení. Hlavním cílem této práce je změna personálního obsazení u výrobního procesu ze čtyř na tři. Na základě výsledků zjištěných z analýzy je vypracováno zhodnocení současného stavu. V závěru praktické části jsou zmíněny návrhy přispívající ke zlepšení výrobního procesu.

Klíčová slova: Štíhlá výroba, Metoda 5S, Kaizen, Balance linky

## **ABSTRACT**

This bachelor's thesis is devoted to the analysis of the production process on the line producing car radios for the Toyota customer at Panasonic Automotive Systems Czech. s.r.o. The theoretical part focuses on the field of industrial engineering, lean production, the 5S Method, production and the production process, and the new process simulation tool Technomatix plant simulation as well. In the practical part is processed an analysis of the current state of the production process using industrial engineering methods. Proposals are made based on the analysis for improvement. The main goal of this thesis is to change the number of production staff from four to three and subsequent optimization. Based on the results obtained from the analysis, an evaluation of the current state is processed. At the end of the practical part, proposals contributing to the improvement of the production process are mentioned.

Keywords: Lean Manufacturing, 5S Method, Kaizen, Line balance

Tímto bych chtěl poděkovat paní Ing. Lucii Macurové, Ph.D. za přívětivý přístup, cenné rady a pomoc při vytváření této práce. Chtěl bych poděkovat i firmě Panasonic Automotive Systems Czech s.r.o, za umožnění realizovat tuto práci. Velké díky patří také rodině a mé přítelkyni, kteří mě celou dobu studia podporovali.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>12</b>
1.1 Hlavní nástroje průmyslového inženýrství .....	14
1.1.1 Line layout .....	14
1.1.2 Standard a standardizace .....	15
1.1.3 Poka-yoke.....	15
1.1.4 Metoda 5S + 2S .....	16
1.1.5 Kaizen .....	20
<b>2 ŠTÍHLÁ VÝROBA</b> .....	<b>21</b>
<b>3 VÝROBA A VÝROBNÍ PROCES</b> .....	<b>24</b>
3.1 Výrobní proces .....	25
<b>4 TECHNOMATIX PLANT SIMULATION</b> .....	<b>28</b>
<b>5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI</b> .....	<b>29</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>30</b>
<b>6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI A JEJÍ PRODUKCE</b> .....	<b>31</b>
6.1 Základní charakteristiky společnosti.....	31
6.2 Produktové portfolio.....	32
6.2.1 Display audio (Infotainment) .....	33
6.2.2 Head-up displej (Human Machine Interface).....	34
6.2.3 Řídicí moduly pro elektromobily (On Board Charger).....	34
6.2.4 Wireless charger (Bezdrátová nabíječka).....	35
<b>7 PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉHO PROCESU</b> .....	<b>36</b>
7.1 Line layout výrobní linky .....	37
7.1.1 Jednotlivé procesy výrobní linky .....	38
7.1.2 Montáž předního panelu.....	38
7.1.3 Montáž a inspekce těla rádia .....	38
7.1.4 Kompletace předního panelu a těla rádia .....	39
7.1.5 Inspekce kompletního rádia .....	39
<b>8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU</b> .....	<b>40</b>
8.1 Layout současného stavu .....	40
8.2 Layout budoucího stavu .....	41
8.3 Element work analysis (EWA) .....	41
8.3.1 Analýza operací operátora.....	42
8.3.2 Analýza operací operátora a stroje.....	44
8.4 Technomatix plant simulation.....	47

8.5	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU .....	48
8.5.1	Poměr VA a NVA operací .....	49
<b>9</b>	<b>NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....</b>	<b>51</b>
<b>10</b>	<b>ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ.....</b>	<b>55</b>
10.1	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ.....	55
10.2	ZHODNOCENÍ PROCESU PO ZMĚNĚ .....	56
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>.....</b>	<b>57</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>.....</b>	<b>58</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>.....</b>	<b>60</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>.....</b>	<b>61</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>.....</b>	<b>62</b>



## ÚVOD

V současné době je stále větší tlak zejména na kvalitu, rychlost a ceny služeb ze strany zákazníků na průmyslové firmy. Firmy, které nezvládnou na tento tlak a rostoucí požadavky zákazníků reagovat se vystavují nebezpečí, že přijdou o své zákazníky a riskují ukončení výroby a působení na trhu. Proto stále více a více hledají cesty, jak optimalizovat své výrobní procesy, zbavovat se operací které jim nepřidávají hodnotu, zrychlovat svoji výrobu, udržet nízkou cenu svého produktu a dosáhnout požadované kvality. Na tento problém má odpověď obor průmyslové inženýrství, které se dostává do popředí v moderních výrobních firmách a stává se nedílnou součástí úspěchu na trhu. Firmy, které se pohybují na poli automotive mají jedny z nejpřísnějších norem pro své produkty a automobilky, které jsou zákazníky těchto firem, vyvíjí největší tlak na již zmíněné faktory času, dodání a kvality. O jedné z nich pojednává tato práce.

Obor průmyslové inženýrství využívá kombinaci několika vědních oborů, ze kterých aplikuje vybrané metody přímo do výrobního procesu. Průmyslový inženýr musí zvolit správnou metodu, aby byl schopen správně analyzovat výrobní proces a optimalizovat ho, aby dosáhl požadovaných výsledků. Plýtvání ve výrobních firmách je většinou největší problém. Plýtvání ovlivňuje produktivitu i zisk společnosti, proto je důležité, se tomu věnovat. Tento úkol není krátkodobý, vyžaduje neustálou pozornost a snahu o kontinuální zlepšování všech procesů ve firmě, nejen těch výrobních.

Bakalářská práce je zaměřena na analýzu výrobního procesu a je rozdělena na teoretickou část a na část praktickou. Hlavním cílem bakalářské práce je změna personálního obsazení ze 4 operátorů na 3 operátory ve výrobním procesu vybrané průmyslové společnosti. Teoretická část přibližuje obor průmyslového inženýrství, který je stavební kámen této práce. Další kapitoly jsou věnovány metodám, které se řadí do průmyslového inženýrství a které jsou později využity v praktické části. Praktická část obsahuje představení vybrané průmyslové společnosti a její výrobní portfolio. Další část je věnována analýze výrobního procesu, vyhodnocení současného stavu a návrhům na zlepšení včetně jejich finančního zhodnocení.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem této práce je změna personálního obsazení ze 4 operátorů na 3 operátory ve výrobním procesu montáže rádia a předložit návrhy na další zlepšení.

Dílčí cíle:

- Zlepšení materiálového toku
- Navržení možností zlepšení výrobního procesu použitím Metody 5S a Kaizen
- Vytvoření nového layoutu

Pro analýzu výrobního procesu slouží metoda EWA, která má za úkol sestavit rozpad procesu na jednotlivé elementární operace. Další metodou je použití simulačního programu Technomatix plan simulation kvůli potvrzení předešlé metody za využití vstupů z ní vyplývajících. Následně je navrženo použití Metody 5S + 2S, za její pomoci nastavení čištění, uspořádání a řádu ve výrobním procesu. Závěrem je navrženo obnovení pravidelného Kaizen týmu, který má za úkol dohlížet na zavedená opatření a neustále zlepšovat.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

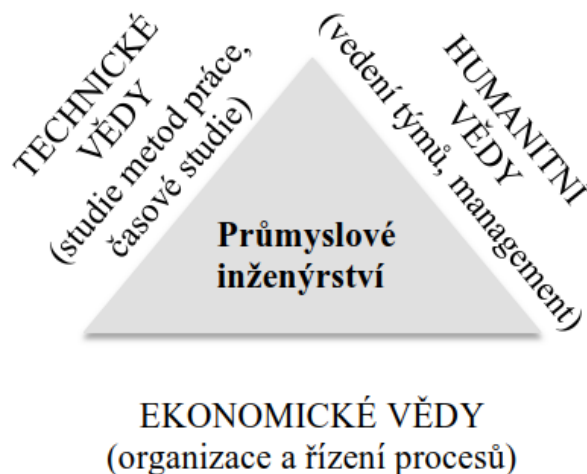
## 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je multidisciplinární obor, který se zabývá návrhem, analýzou, řízením a optimalizací průmyslových procesů, systémů a organizací. Cílem průmyslového inženýrství je zlepšení produktivity, efektivity a kvality výroby či služeb s ohledem na snižování nákladů a minimalizaci ztrát. Průmysloví inženýři kombinují znalosti z oblasti techniky, ekonomiky, managementu a dalších disciplín pro navrhování a řešení komplexních problémů souvisejících s výrobou a provozem. Mezi hlavní aktivity průmyslových inženýrů patří analýza a optimalizace výrobních procesů. Zkoumají stávající procesy ve výrobě nebo službách za účelem identifikace možností pro zlepšení efektivity a snižování nákladů. Nedílnou součástí jejich práce je také projektování pracovišť. Zabývají se ergonomií, bezpečností a efektivitou pracovišť, aby byly maximálně přizpůsobeny potřebám zaměstnanců a zároveň splňovaly požadavky na produktivitu. Správně by se měl průmyslový inženýr věnovat všem faktorům ovlivňujícím daný proces, proto mezi ně patří i řízení kvality. Implementují a monitorují systémy řízení kvality pro zajištění neustálého zlepšování výrobků či služeb. Ve spolupráci s projektovým vedoucím se také podílí na řízení projektů. Plánují, organizují a koordinují projekty v rámci průmyslových organizací za účelem dosažení stanovených cílů v daném časovém horizontu a s omezenými zdroji. A v neposlední řadě, průmysloví inženýři také optimalizují logistické procesy, skladování a distribuci materiálů, polotovarů i hotových výrobků. Průmyslové inženýrství je důležité pro konkurenceschopnost podniků a celkovou efektivitu ekonomiky, protože se zaměřuje na snižování nákladů, zvyšování kvality a maximalizaci zisku. (Chromjaková, 2013, str. 8)

Obor průmyslové inženýrství prošlo určitým vývojem ostatně jako vše, co má potenciál rozvíjet se a zdokonalovat. Například autoři Mašín a Vytlačil (1996, str. 79) jako jedni z prvních formulovali definici průmyslového inženýrství v knize *Cesty k vyšší produktivitě*, která zněla: „*Průmyslové inženýrství je interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd a managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků, dosažených těmito systémy.*“

V důsledku vývoje doby byla tato definice potřeba upravit, aby odpovídala aktuálním trendům. O to se postarala trojice autorů Mašín, Košturiak a Debnár (2007), kteří popsali průmyslové inženýrství ve své knize upravenou definicí takto „*Uznávaný vědní obor, který se orientuje na plánování, navrhování, zavádění a řízení integrovaných systémů, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto systémech zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánu a řízení nákladů v rámci celého životního cyklu výrobku nebo služby.*“

V knize kompendium průmyslového inženýra Chromjaková (2013, str. 4) prezentuje již upravenou definici tohoto oboru, která je stále velmi aktuální a nadčasová: „*Průmyslové inženýrství hledá cesty, jak eliminovat ztráty ve výrobních a administrativních procesech. Klíčovou oblastí zájmu průmyslových inženýrů, procesních inženýrů, supervizorů, mistrů a ředitelů výrobních útvarů a dílenských provozů dnes je, jak co nejdříve eliminovat plýtvání ve výrobních procesech a jak nastavit co nejlépe vzájemné vazby mezi výrobními a administrativními procesy, které se vzájemně ovlivňují a doplňují. Neustále se zabýváme otázkou, jak nastartovat lidi ve firmě, organizaci práce k neustálému zlepšování a hledání inovačních řešení. Klíčovou podstatou v dnešní době je identifikace přidané hodnoty, která je každodenně produkována ve firmě lidmi, stroji, procesy a která je předmětem zájmu zákazníka o naše produkty a služby.*“



Obrázek 1 - Trojdimenzionální rozměr průmyslového inženýrství (Chromjaková, 2013)

Dále Chromjaková (2013, str. 23) popisuje klíčové vlastnosti průmyslového inženýra, které jsou vypsány v tabulce 1 níže.

Tabulka 1 - Seznam klíčových kompetencí průmyslového inženýra  
Chromjaková (2013, str. 23)

<b>Funkční kompetence</b>	<b>Sociální kompetence</b>	<b>Personální</b>
Plánování a organizace práce ve výrobním procesu v propojení na administrativní procesy	Organizace a řízení týmové práce ve výrobních provozech a administrativních útvarech	Orientace na profesionální rozvoj a kreování (tvoření) potenciálu pro kontinuální zlepšování
Zdrojové plánování pracovní pozice, pracovní operace, flexibilní plánování v reálném čase	Efektivní řízení flexibilních pracovních týmů orientovaných na zvyšování výkonnosti, produktivity a efektivnosti	Kompetence vyhledávat a rozvíjet inovativní koncepty a řešení přímo ve výrobním a administrativním procesu
Studie metod práce a standardizace optimální řízení plynulého produkčního toku	Řízení podle cílů procesů a pracovníků, orientace na změnu myšlení o realizaci procesů na pracovištích	Vyjednávání a negociace se zainteresovanými o pozitivních a negativních vlivech navržených opatření
Řízení kvality v procesech ovlivňování procesní a produktové kvality	Kontinuální zlepšování kvality procesů a pracovních operací cestou adekvátního pochopení a řízení podstaty operativních procesů	Akceptace jednotlivce a zvládání stresových situací spojených s konflikty v reálném výrobním provozu a související administrativě
Plánování a řízení nákladů v podnikových procesech produkční controlling a efektivní výrobní plánování	Kompetence komunikovat o problémech a jejich okamžitém řešení formou quick win workshopů	Kompetence řídit náklady dle pracovních pozic v reálném čase propojená s kompetencí efektivního delegování úkolů.

## 1.1 Hlavní nástroje průmyslového inženýrství

V následující kapitole jsou uvedeny vybrané nástroje průmyslového inženýrství.

### 1.1.1 Line layout

Dle Greena v knize *Industrial Engineering: Theory, Practice & Application* je layout základní nástroj průmyslového inženýra pro tvorbu procesu ať už výrobního, či nevýrobního. Personální rozvržení či rozvržení pracovišť, nástrojů, strojů nebo materiálu, je podstatou produktivity a srdcem průmyslového inženýrství. Layout by měl být projednán jako první bod projektového týmu a měl by být odsouhlasen každým členem. (Greene, 2013, str. 196)

### 1.1.2 Standard a standardizace

Standardizace cíleně usměrňuje a snižuje diverzifikaci daného výrobku od jeho návrhu přes výrobu až po prodej. Proces standardizace se snaží o redukci rozmanitosti řešení. Standard je výsledkem standardizace, na jeho vzniku se například podílí optimalizační výběr, eliminace rozlišnosti řešení a snižování fixních nákladů. Standard můžeme chápat jako kritérium, model či pravidlo. Určuje míru úrovně vykonávaných činností. V průmyslu tvoří standard kritérium pro hodnocení, určuje ustálený stupeň. Standardy bývají využívány pro plánování, kontroly, zdokonalování a hodnocení. Standardy plní řadu funkcí například funkci určení míry spotřeby, nebo funkci kontroly, díky možnosti sledovat skutečný stav procesu. Standardy umožňují motivaci a vznik ekonomických opatření v průběhu procesů. (Jurová a kolektiv, 2016, str. 173) Chromjaková doplňuje, že důležitým prvkem standardizace je i vizualizace procesu a pracoviště. Tuto myšlenku nazýváme jako vizuální podnik a je založen na třech pilířích. Čistota a pořádek, výměna informací mezi zaměstnanci a prevence vad a poruch. (Chromjaková, Rajnoha, 2011, str. 65)

Duggan ve své knize o standardizaci doplňuje, že implementace standardní práce a její údržba může vyžadovat čas a úsilí. Vypracování standardu mění kulturu firmy, stejně jako jiné techniky ve štíhlé výrobě umožňuje detekovat ztráty a poskytuje operátorům příležitost řešit problémy a neustále se zlepšovat. Jak již bylo zmíněno výše, implementace standardní práce a její údržba může vyžadovat čas a úsilí, ale výrazně snižuje plýtvání a vytvoří kulturu, která se bude neustále zlepšovat. (Duggan, 2013, str. 116)

### 1.1.3 Poka-yoke

Poka-yoke je spojení dvou slov poka (omyl) a yoke (zamezení). Tento pojem vymyslel v 60. letech Shingeo Shingo v Japonsku, který působil jako inženýr v Toyotě a dodnes zůstává klíčem k efektivnímu výrobnímu procesu. První verzí tohoto bylo slovní spojení baka-yoke, kdy baka znamená hloupý. Časem bylo změněno z důvodu zavádějícího názvu a zamezení neúmyslných chyb. (Yu Ning Wang, 2021)

Poka-Yoke se vztahuje k přístupu k řízení procesů, který zamezuje chybám. Poka-Yoke, který se používá v Lean i Six Sigma, identifikuje kroky v procesu, kde je nejpravděpodobnější výskyt chyb, což dává manažerům nebo projektovým týmům čas provést změny v procesu dříve, než k chybám dojde. (Six Sigma a kolektiv, 2022)

Výhody implementace Poka-Yoke:

- méně času stráveného na tréninku
- eliminace mnoha operací souvisejících s kontrolou kvality
- odlehčení operátorů od cyklicky opakujících se operací
- okamžitá akce, když nastane problém
- 100% aplikovaná kontrola kvality

Poka-Yoke byl původně koncept v procesu Lean Manufacturing, který se stal použitelným v mnoha dalších oblastech a odvětvích. Design Poka-Yoke zajišťuje, že procesní krok má jen jeden správný postup, jakýkoliv jiný není možné provést.

Jedním z příkladů Poka-Yoke, který je běžně k vidění je automatická převodovka v autě. Aby se vůz nastartoval, musí řidič nejprve přepnout vozidlo z režimu P (parkování) do režimu N (neutrál). Časem se vlivem opakování tento úkon stane pro řidiče zvykem. Další příklad jsou dvířka u mikrovlnné trouby. Dvířka mají spínač, který zajišťuje vypnutí trouby při otevření, aby mikrovlnné vlny nezranily uživatele. (Yu Ning Wang, 2021)

#### 1.1.4 Metoda 5S + 2S

V dnešní době je Metoda 5S v průmyslových firmách již dobře známa a jen málokterá firma jej neaplikovala do svých procesů. Avšak ve většině případech 5S chápou jen jako úklid a to je samozřejmě nedostatečné pochopení. Důvodem je, že vedení firem klade nedostatečný důraz na tento nástroj a díky tomu nejsou tolik efektivní. (Bauer a kolektiv, 2012, str. 31)

Metoda 5S je systém řízení kvality a organizace pracovního prostředí, který se zaměřuje na udržování čistoty, uspořádanosti a efektivnosti v rámci výrobních nebo administrativních procesů. (Ježek, 2019) Původem je z Japonska a byla vyvinuta ve společnosti Toyota jako součást jejich filozofie lean managementu (štíhlého řízení). Metoda 5S je založena na předpokladu, že organizace, pořádek, čistota, standardizace a disciplína na pracovišti jsou základními podmínkami pro výrobu vysoce kvalitních výrobků a služeb. Pro Metodu 5S je charakteristické malé až žádné množství odpadu a vysoká produktivita. Metoda 5S se v organizacích používá k eliminaci plýtvání na pracovišti prostřednictvím pěti kroků. Proto se někdy tato metoda označuje jako 5S dobrého hospodaření. Metodu 5S lze zahrnout do standardizace procesů a štíhlého pracoviště. (Mrkva, 2016)



Metodika 5S stojí na několika základních principech. První z nich tvrdí, že čím čistší je pracoviště tím je bezpečnější. Další princip tvrdí čím čistší je pracoviště, tím dříve lze identifikovat problémy. Dobře organizované prostředí je předvídatelnější. Standardizace a organizace pracoviště umožňují rychlejší reakce. Její uplatnění může vést ke snížení plýtvání času a materiálem, zlepšení komunikace mezi zaměstnanci a vytvoření kultury neustálého zlepšování. (Mrkva, 2016)

Metoda 5S je široce používána ve výrobním, administrativním i logistickém prostředí jako nástroj pro zlepšení efektivity, bezpečnosti a kvality práce. Logistika se zaměřuje na to, aby bylo správné zboží ve správném množství dodáno na správné místo ve správném čase za správnou cenu. Někdy se toto také označuje jako 5S logistiky. *„V praxi to znamená, že na pracovišti je dodáván jen určitý materiál a v takovém množství, ve kterém je ve výrobě zapotřebí, ostatní je skladován odděleně, přičemž všichni pracovníci jsou obeznámeni s jeho lokací tak, aby jej mohli rychle nalézt, tudíž celý systém je dostatečně přehledný. Vedle toho je nutné na pracovišti udržovat čistotu, důležité je také zajištění dostatečného množství informací, které jsou prezentovány dostatečně viditelně (např. S využitím informačních tabulí). Sebedisciplina pak vede k dodržování těchto pravidel a je po zásluze odměňována. Takováto organizace skladu se následně promítá do rychlosti i kvality procesů a poskytovaných služeb.“* (Oudová, 2016, str. 8)

Název metody 5S odkazuje na pět japonských slov začínajících na "S", která popisují jednotlivé kroky metody. V angličtině jsou tato slova přeložena také jako pět slov začínajících na "S". V závěru této kapitoly je zmíněna bezpečnost a životní prostředí. Tyto dva body se aktuálně řadí jako další dvě S do zažité 5S metody. (Dlabač, 2015)

### ***1. Seiri (utřídit)***

*„Rozlišit na pracovišti zbytečné od nevyhnutelného.“* (Bauer a kolektiv, 2012, str. 33) Tento krok zahrnuje oddělení potřebných nástrojů, materiálů a dokumentů od nepotřebných a jejich následné uspořádání. Cílem je eliminovat nepotřebné položky z pracovního prostoru, což snižuje hromadění odpadu a zlepšuje efektivitu. (Mrkva, 2016)

## **2. Seiton (uspořádat)**

„*Věci urovnat tak, aby jejich nalezení vyžadovalo minimum času a úsilí.*“ (Bauer a kolektiv, 2012, str. 34) Druhý krok spočívá v uspořádání zbývajících potřebných položek tak, aby byly snadno přístupné a identifikovatelné pro každého pracovníka. To zahrnuje vytvoření systému pro ukládání a označování položek, což usnadňuje jejich nalezení a udržuje pracovní prostor organizovaný. (Mrkva, 2016) Tento systém uspořádání může připomínat kokpit letadla. Zde je důležité i nastavení množství materiálu nebo rozpracovaných výrobků na pracovišti. Zde jsou patrné již první prvky Flow a minimální zásoby. (Bauer a kolektiv, 2012, str. 35)

## **3. Seiso (udržovat pořádek)**

„*Nástroje, pracovní plochy a prostory na ukládání bez špíny. Podle možnosti odstranění také zdrojů znečištění.*“ (Bauer a kolektiv, 2012, str. 35) Tento krok se zaměřuje na udržování čistoty pracoviště, což zahrnuje pravidelné úklidové činnosti a údržbu zařízení. Čisté prostředí přispívá k bezpečnosti, zvyšuje morálku zaměstnanců a snižuje riziko chyb. (Mrkva, 2016) V tomto bodě platí zásada, že si mají zaměstnanci uklízet pracoviště sami, aby případně odhalili nějaká slabá místa. Mohou odhalit únik oleje, nedotažené šrouby, ostré hrany, a podobně. (Bauer a kolektiv, 2012, str. 35)

## **4. Seiketsu (určit pravidla)**

„*Navrhnout standardy, které pomáhají udržovat stav dosažený implementací prvních tří kroků.*“ (Bauer a kolektiv, 2012, str. 36) Ve čtvrtém kroku jsou vytvořeny standardy a postupy pro zachování prvních tří kroků metody 5S. Tyto standardy by měly být jasně popsány, zdokumentovány a komunikovány mezi zaměstnanci, aby bylo možné zajistit jejich dodržování. (Mrkva, 2016) Opět si pracovníci daného stanoviště navrhnou standardy sami ovšem pod dohledem vedoucích pracovníků, aby se předešlo extrémům.

(Bauer a kolektiv, 2012, str. 37)

### 5. *Shitsuke (upevňovat a zlepšovat)*

„Vybudování kultury 5S, sebedisciplína a kontrola.“ (Bauer a kolektiv, 2012, str. 38)  
Poslední krok se zabývá udržitelností celého systému 5S, což znamená pravidelnou revizi a kontrolu postupů, vzdělávání nových zaměstnanců v metodách 5S a neustálé hledání možností ke zlepšení. (Mrkva, 2016) Základním nástrojem pro monitoring dodržování nastavených pravidel jsou interní audity prováděné oddělením kvality. (Bauer a kolektiv, 2012, str. 38)



Obrázek 2 - Sled kroků při metodě 5S (Descoeurope)

### 6. *2S – Bezpečnost a životní prostředí*

Po aplikaci metody 5S je pracoviště organizováno a standardizováno. V poslední době byla metoda rozšířena o další dvě S, bezpečnost a životní prostředí. Základním cílem tohoto kroku je dosažení nulové nehodovosti na pracovišti, dodržování všech zásad bezpečnosti a ekologického myšlení, které bude minimálně zatěžovat životní prostředí. (Mrkva, 2016)  
7S je nová terminologie obsahující o tyto položky navíc, které je potřeba dostat do popředí. Mnoho firem má nastavené cíle na nulové nehody a vážných zranění na pracovišti. V praxi pracovník zodpovědný za bezpečnost práce vytváří reporty o aktuálním stavu nejčastěji na týdenní bázi a umísťuje na dobře viditelná místa i ukazatele bezpečnosti na pracovišti, které obsahují zprávy o dění na pracovišti, jaké úrazy se staly a případně jaká nápravná opatření jsou zavedena, aby se nehoda neopakovala. (Burieta, 2012)

Firmy chtějí dosáhnout bezpečného a klidného prostředí, protože právě spokojenost a pocit bezpečí zaměstnanců zvyšuje morálku práce. Sedmé S se věnuje ekologii, která je nedílnou součástí všech firem, které produkují odpad. V rámci tohoto bodu jsou i pravidelné kontroly a identifikace rizikových míst, kde by mohl hrozit únik škodlivých látek. (Burieta, 2012)

Životního prostředí není v některých případech vnímáno jako sedmé S, ale už jako součástí běžného procesu firmy. Některé firmy používají sedmé S pro týmového ducha (Spirit). Již z názvu vyplývá, že cílem je podporovat spolupráci, důvěru v týmu a budování důvěry. (Joshi, 2015, str. 25)

### 1.1.5 Kaizen

*„Kaizen znamená zdokonalení. Rovněž to znamená zdokonalení v osobním životě, domácím životě, společenském životě a pracovním životě. V aplikaci na pracovišti znamená Kaizen neustálé zdokonalování, týkající se všech – manažerů i řadových zaměstnanců.“* (Imai, 2004, str. 2) Nemusí jít nutně o jen o fyzické zlepšování. Podstatnější je změna myšlení zaměstnanců, činnosti, které provádí, nebo které pozorují. Mají tak vysokou šanci dojít díky neustálému zlepšování k pozitivním efektům. Absolutní základ metodiky Kaizen je její jedinečná filozofie: *„Myšlení a zlepšování orientované ne na výsledky, ale na dobře fungující procesy.“* (Chromjaková a Rajnoha, 2011, str. 82)

Pro implementaci Kaizenu ve firmě je nutné sestavit Kaizen tým, který bude dohlížet na její udržování a postup v neustálém zlepšování. Kaizen tým by se měl skládat z lidí s různými odbornými dovednostmi, aby se mohli vzájemně doplňovat. Kaizen tým by měl využívat všech nástrojů jako jsou metodické návody, standardy, techniky, statistické údaje a podobně. Každodenní schůzky se nazývají podle japonského slova Gemba tedy reálné prostředí. (Bauer a kolektiv, 2012, str. 52)

## 2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Štíhlá výroba je jedním ze stavebních kamenů štíhlého podniku. Jedná se o proces zaměřující se primárně na změnu organizace výrobních postupů a jejich řízení. Tyto změny jsou iniciovány manažery a ostatními zaměstnanci, kteří jsou vedeni a motivováni k optimalizaci a zlepšování výrobních procesů. Správná motivace a zapojení zaměstnanců jsou klíčovými faktory pro úspěšnou implementaci konceptu štíhlé výroby.

(Chromjaková a Rajnoha, 2011, str. 44)

Koncept štíhlé výroby využívá principů výroby na objednávku a eliminace plýtvání. Jako plýtvání můžeme označit vše co zvyšuje náklady, ale nepřidává hodnotu výrobku. Přidaná hodnota se označuje jako VA index (Value added index) a NVA index (Non-Value added index). Index přidané hodnoty se rozumí poměr operací přidávající hodnotu a operací nepřidávající hodnotu, uvádí se v procentech. Běžný provoz má index kolem 1 % přidané hodnoty a nejlepší automobilky mají kolem 5 % přidané hodnoty. (Kapusta, 2020) Správná implementace tohoto konceptu otevírá nové příležitosti pro radikální změny, pro realizaci inovačních strategií a nepřetržité zlepšování. Díky dobré implementaci roste také konkurenceschopnost dané firmy. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, str. 44)

Při zavádění konceptu štíhlé výroby musí firma myslet na otevřenost, protože při řešení problémů se firma učí a posouvá dál. Znamená to nebránit se problémům, ale chápat je jako výzvu. Je důležité vždy najít kořenovou příčinu problému, aby se správně nastavily opatření. Snaha o neustálé zlepšování je další klíčový bod k zavedení štíhlé výroby, jelikož nikdy není na 100 % a i malá změna pomáhá. V procesu je nezbytná důvěra mezi pracovníky a vzájemná synergie a pochopení společného cíle optimalizovat proces. Dále je důležité myslet ekonomicky a šetřit přírodu čili zbytečně neplýtvat a maximalizovat přidanou hodnotu. Proces se musí optimalizovat tak, aby byl plynulý bez častých úzkých míst. U všech těchto bodů je v dnešní době dohled ze strany zákazníka samozřejmostí. *„Zákazník dnes přesně definuje a vyjednává o ceně, nezbytné je proto neustále řešit tři klíčové firemní parametry: čas produkce, náklady produkce a kvalitu produkce. To vše jde ruka v ruce s potřebou neustálého inovování firemních procesů a nabízených produktů.“* (Chromjaková, 2013, str. 33) Štíhlá výroba je nástroj vysoké časové ekonomie a vysokého zhodnocení práce a kapitálu. Nezbytné je poznání ceny času, tempa a rychlosti. (Jirásek, 1998, str. 122)

Jedním ze čtyř klíčových principů, které je nutné sledovat při implementaci konceptu štíhlé výroby je princip zvaný „Just in Time“. Cílem tohoto principu je plynulý průběh tvorby přidané hodnoty docílené zamezení neefektivity v tocích materiálu, dostupnosti dílů a materiálů a také neproduktivity procesních časů. Mezi hlavní výhody patří nízká až nulová zásoba materiálu ve výrobě, dostupnost materiálu včas, plynulost výroby a úspora místa. Naproti tomu jsou zde i nevýhody jako jsou vyšší nároky na logistiku, v případě výpadku dodávky materiálu zastavení výroby a nedodání objednávky, vyšší investice. Na obrázku 3 můžeme vidět vizualizaci Just in time. (Chromjaková, 2013, str. 45)



Obrázek 3 - Just in time (theinvestorsbook)

Dalším klíčovým principem pro implementaci štíhlé výroby je TPM. TPM má za cíl snížit na minimum neproduktivní prostoje z důvodu poruchy výrobního zařízení. Má za úkol nastavit správný plán údržby i za pomoci nějakého údržbového systému, aby se optimálně a ve správném čase provedla údržba zařízení. Kromě plynulé a spolehlivé realizace výrobních operací, je také důležité klást důraz na prevenci chyb na místo odstraňování již vzniklých chyb a tím se zabývá třetí z klíčových principů zvaný TQC. Dělat věci napoprvé je postoj, který by měl mít v povědomí každý zaměstnanec ve výrobním procesu a je to nezbytné pro správné plnění TQC. Posledním ze čtyř klíčových principů je počítačem podporovaná výroba, jedná se o využití dostupných informačních technologií pro tvorbu konceptu dané organizace a integrování všech činností spojených s tvorbou produktu. (Chromjaková, 2013)

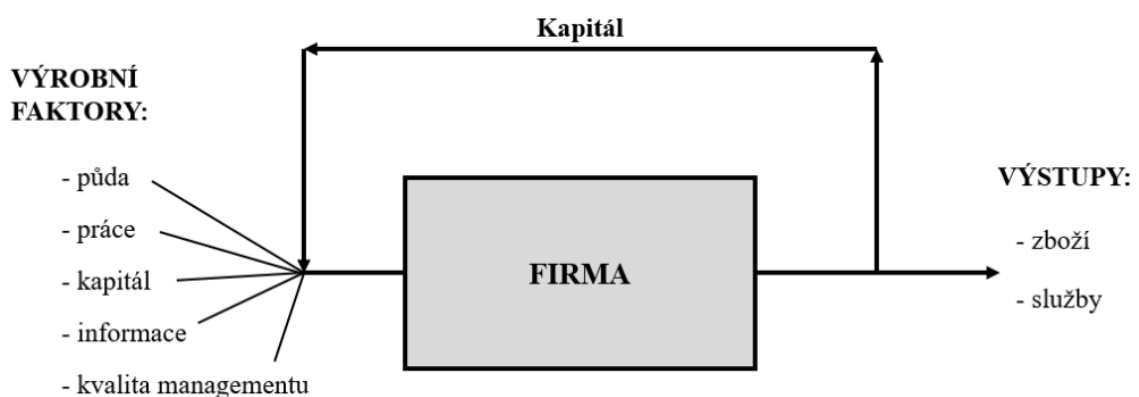
Mezi další koncepty využívající při implementaci štíhlé výroby patří plynulý tok materiálu a informací ve výrobě, strategie nulové chyby ve všech procesech, redukce variability a standardizace dílců a procesů, multifunkční týmy, menší velikost výrobních dávek, rychlé přetypování, zruční a znalí pracovníci, buňková výroba, vizuální signalizace a v neposlední řadě vykonání výrobních operací správně napoprvé a statistická kontrola všech procesů. Pro štíhlou výrobu je důležité rychle a flexibilně reagovat na požadavky zákazníka, rozšířit obchodní strategii do podnikových procesů, správně řídit a organizovat tok informací o pracovnících, pracovních procesech, dodavatelích a zákaznících. Pro dosažení efektivní optimalizace procesů výroby je důležité odhalit reálný potenciál v oblasti zvýšení zastoupení produktivních složek, které přidávají hodnotu. (Chromjaková, 2013)

Štíhlá výroba je metoda, kterou využívají průmyslové společnosti k optimalizaci svých výrobních procesů a snižování plýtvání při zachování vysokých standardů kvality. Zahrnuje identifikaci a eliminaci jakýchkoli zbytečných kroků nebo činností ve výrobním procesu, které nepřidávají hodnotu konečnému produktu, jako je nadprodukce, čekací doby, vady, nadměrné zásoby nebo zbytečný pohyb. Minimalizací odpadu a zefektivněním výrobních procesů mohou společnosti dosáhnout vyšší efektivity, nižších nákladů a rychlejších dodacích lhůt. Štíhlá výroba také zahrnuje zmocnění zaměstnanců, aby přispívali k neustálému zlepšování výrobního procesu, a to tím, že je podněcuje k identifikaci a řešení problémů a navrhování zlepšení procesů. Cílem je vytvořit kulturu neustálého zlepšování, kde všichni ve společnosti pracují na eliminaci plýtvání a vytváření hodnoty pro zákazníky. (Chromjaková, 2013)

### 3 VÝROBA A VÝROBNÍ PROCES

Nejvíce obecná definice výroby říká, že transformací výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb se generuje hodnota a ta pak dále prochází spotřebou. Jako statky nazýváme, nebo označujeme v ekonomii jako fyzické komodity, které přispívají k ekonomickému blahobytu a tím se uspokojuje potřeba. Fyzické komodity se rozumí věcmi vyráběných pro směnu nebo potřebu. Po službách, které jsou poptávané, žádané vyrábí a nabízí za různé ceny jednotlivé firmy, nebo podnikatelé. Služby mohou nabývat hmotné i nehmotné podoby. (Keřkovský, 2001, str. 1)

Základní výrobní faktory jsou přírodní zdroje (půda), práce, kapitál a informace. V dnešní době je informace velice ceněnou komoditou, více než kdy dříve. V knize Moderní přístupy k řízení výroby Keřkovský (2001) popisuje jednotlivé výrobní faktory, kde jsou seřazeny podle důležitosti. V první řadě zmiňuje půdu. Půda označuje veškeré přírodní zdroje, lesy, vzduch, vodu, ornou půdu, zdroje nerostných surovin atd. Jako druhá je práce, která zahrnuje kompletně všechny lidské zdroje využitelné ve výrobním procesu, z nichž Keřkovský považuje za nejdůležitější úroveň managementu. Kapitál vzniká v průběhu výroby a je uplatňován jako vstup v dalších fázích výroby. Kapitál dále dělí na reálný kapitál a finanční kapitál. Reálný kapitál jsou v podstatě již zmíněné výrobní faktory a tím se v podstatě liší od půdy a práce, jelikož o nich se předpokládá, že nemohou být předmětem výroby. Finanční kapitál je používán ve smyslu finančních aktiv. Níže je na obrázku 4 znázorněno schéma koloběhu výrobních faktorů. (Keřkovský, 2001, str. 1)



Obrázek 4 - Koloběh výrobních faktorů ve firmě (Keřkovský, 2001, str. 2)



### 3.1 Výrobní proces

Výrobní proces a organizační uspořádání výrobního procesu lze členit na základě zákazníka a vtažím k němu. Zakázková výroba je ta, která je zákazníkem objednaná dopředu s předem domluveným množstvím, kvalitou a cenou. Výroba na sklad se praktikuje v případě, že není znám konkrétní zákazník, tak si firma sama určuje množství, kvalitu a cenu na základě poptávky na trhu. (Jurová a kolektiv, 2016, str. 110)

Jurová a kolektiv uvádějí další kategorie členění výrobního procesu. Stanovili tyto kategorie: podle míry plynulosti technologického procesu, podle charakteru technologie, podle typu výroby a podle formy organizace výrobního procesu. (Jurová a kolektiv, 2016, str. 110)

Míra a plynulost technologického procesu dělí dále na plynulou výrobu a přerušovanou výrobu:

**Plynulá výroba:** Výroba plynulá jako je například chemický průmysl, nebo hutní výroba, se technologický proces nepřerušuje, a to ani v době pracovního klidu. Výroba tedy probíhá nepřetržitě 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, po celý rok. Tento výrobní proces probíhá v systému, který je vzájemně propojen a obsahuje i sklady a mezisklady. Je technologicky a manipulačně navázán. Tento typ výroby se nabízí ke snadné automatizaci, proto se poměrně vysoké úrovně automatizace dosáhlo již v minulosti. V případě zastavení tohoto typu výroby a znovu rozběhnutí je spojeno se značnými náklady. (Jurová a kolektiv, 2016, str 110)

**Přerušovaná výroba:** Výroba přerušovaná zahrnuje strojírenství, elektrotechnický průmysl, stavebnictví a podobně. Přerušovaná výroba je to proto, že mezi technologickými operacemi je řada netechnologických operací, které jsou potřeba vykonat k dokončení výrobku. Jsou mezi nimi například doprava materiálu, výměna nástroje, seřízení stroje a podobně. Jen nepatrnou část tvoří technologické operace v tomto typu výroby a lze je zastavit a opět spustit jen s minimálními náklady, pokud je odstávka správně provedena. Přerušovaná výroba přináší také pár nevýhod a již zmiňovaná automatizace se aplikuje hůře, jelikož je tato výroba složitější než předchozí typ způsobenou značnou nesourodostí operací a velkého počtu současně realizovaných procesů. Automatizaci výrazně usnadňuje mikroelektronika a průmysl 4.0, který posouvá hranice přerušované výroby.

(Jurová a kolektiv, 2016, str. 110)

*„Jak kritérium posouzení, jestli se jedná o plynulou či přerušovanou výrobu, může sloužit skutečnost, zda zpracované výrobky po zpracování na jednom pracovišti přecházejí na navazující pracoviště plynule bez možnosti ovlivňovat operativně tento přechod ze strany řídicích orgánů (plynulá výroba) či s možností přechod na následující pracoviště ovlivňovat (přerušovaná výroba), například měnit termín zpracování, měnit pracoviště, který daný úkol zpracuje atd.“ (Keřkovský, 2001, str. 8)*

Dalším parametrem je charakter technologie. Jurová a kolektiv rozlišili tři druhy výroby v kategorii charakter technologie, a to mechanickou výrobu, chemickou výrobu a biologickou a biochemickou výrobu. (Jurová a kol., 2016, s. 111)

**Mechanická výroba:** *„Nemění se vlastnosti látkové podstaty opracovaných materiálů a polotovarů, avšak materiál nebo polotovar mění svůj tvar a jakost (strojírenská výroba, stavební výroba apod.).“ (Jurová a kol., 2016, s. 111)*

**Chemická výroba:** *„Vyvolává změny vlastností látkové podstaty surovin a materiálů.“*

**Biologická a biochemická výroba:** *„Využívají přírodní procesy, jako jsou zrání, kvašení apod. Látkový podstata surovin a materiálů se mění (zemědělství, potravinářství).“*

(Jurová a kol., 2016, s. 111)

Podle typu výroby, v níž rozlišujeme kusovou, sériovou a hromadnou výrobu. Hlavní kritéria této kategorie jsou tedy množství výrobků a počet druhů vyráběných typově různých výrobků. (Jurová a kol., 2016, s. 111) Autor Keřkovský dále zdůrazňuje další faktory, které odlišují tyto výroby. Rozdíl je v přidělování výrobních faktorů, které jsou potřeba pro jednotlivé typy. Například v charakteru uspořádání vybavení pro potřeby výroby, míra specializace pracovníků, nebo také strojní vybavení a speciální stroje. U hromadné a sériové výroby bývá většinou vysoká stupeň automatizace a nízký počet pracovníků.

(Keřkovský, 2001, str. 8)

**Kusová výroba:** Je charakteristická tím, že podnik vyrábí velké množství typově různých výrobků v malých výrobních dávkách. (Jurová a kol., 2016, s. 111) Dále Keřkovský dělí kusovou výrobu na opakovanou a neopakovanou. Opakovanou výrobu lze chápat jako výrobu jednoho druhu výrobku na základě jedné objednávky, ale s opakující tendencí. Tento jev můžeme pojmenovat jako zakázkovou výrobu. Neopakovaná kusová výroba je jediná výroba bez dalšího opakování. Díky tomu se výroba stále mění a je náročnější řídit tento typ výroby. (Keřkovský, 2001, str. 8)

**Sériová výroba:** Už z názvu vyplývá, že výroba je uskutečňována v sériích, kterou rozlišujeme podle velikosti na malou, střední a velkosériovou výrobu. (Jurová a kol., 2016, s. 111) Po dokončení určité série se plynule přechází na typově jinou sérii za relativně krátký čas oproti kusové výrobě. (Keřkovský, 2001, str. 8)

**Hromadná výroba:** Výroba jednoho druhu výrobku ve velkém množství. Nejstabilnější typ výroby. Za nejvyšší formu výroby z pohledu organizačního bývá označována proudová výroba. Charakteristikou proudové výroby bývá optimalizovaný a plynulý tok polotovarů mezi pracovišti. *„Rozdíly charakteru používaných technologií a organizace výroby v jednotlivých typech výroby se odrážejí ve struktuře výši nákladů.“*

(Keřkovský, 2001, str. 8)

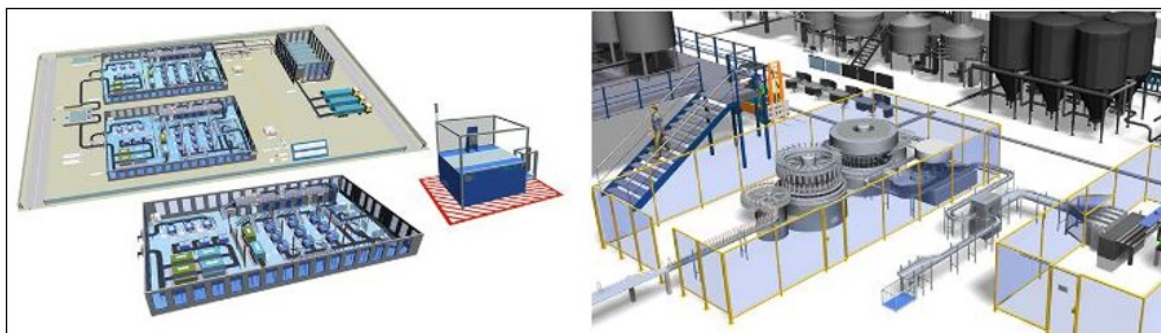
Tabulka 2 - Srovnání typů výrobního procesu (Jurová a kolektiv, 2016, str. 111)

Typ výrobního procesu	Charakteristika	Příklad
Zakázková (kusová) výroba	Jednotlivé zakázky nebo kusy	CNC obráběcí stroj, elektronový mikroskop
Sériová výroba	Více jednotek různých výrobků na různých zařízeních	Elektrotechnické spotřebiče pro domácnosti
Hromadná výroba	Neomezeně mnoho jednotek jednoho výrobku na stejných zařízeních	Spojovací materiál, elektrotechnické komponenty

## 4 TECHNOMATIX PLANT SIMULATION

Simulace vychází z metody Monte Carlo. Monte Carlo je numerické řešení úloh z pravděpodobnosti a determinace statistického experimentu. Metoda Monte Carlo byla vytvořena díky jadernému zbrojení a válce, kdy ji autoři poprvé převedli do počítačových algoritmů. Z počátku se jednalo hlavně o statistické výpočty a o odhadování náhodné veličiny než o simulační programy, jaké známe dnes. (Dlouhý a kolektiv, 2007, str. 8)

Technomatix Plant Simulation je softwarový nástroj, který pomáhá simulovat a analyzovat výrobní procesy ve virtuálním prostředí. Jeho hlavním účelem je pomáhat podnikům optimalizovat jejich výrobní procesy tím, že poskytuje vizuální reprezentaci jejich operací a umožňuje jim testovat různé scénáře, aby našli nejefektivnější a nákladově nejvýhodnější řešení. Lze jej mimo jiné použít pro úkoly, jako je plánování kapacity, návrh rozvržení, plánování a přidělování zdrojů. V podstatě umožňuje společností modelovat a testovat své výrobní procesy před provedením jakýchkoli změn v reálném světě, což snižuje riziko nákladných chyb a zvyšuje celkovou efektivitu. Technomatix Plant Simulation je pokročilý software, který lze využít pro simulaci a optimalizaci výrobních procesů a logistiky, také umožňuje inženýrům a manažerům analyzovat a optimalizovat průmyslové systémy. Tento software je součástí širšího portfolia Technomatix, které nabízí Siemens PLM Software a jeho hlavním úkolem je pomáhat podnikům zlepšit efektivitu výroby, snižovat náklady a zkrátit dobu uvedení produktu na trh. (Kliment, 2014, str. 222)



Obrázek 5 - Technomatix plant simulation (Siemens)

## 5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Na začátku teoretické části byl popsán obor průmyslové inženýrství, historie tohoto oboru, základní charakteristika a hlavní nástroje průmyslového inženýrství. Mezi hlavní nástroje byly vybrány line layout jako základní nástroj pro vizualizaci procesů, dále byl popsán standard a standardizace. Třetím nástrojem bylo Poka-Yoke, které je unikátní, protože se používá dodnes v nezměněné formě vzhledem k tomu, že jeho historie sahá až do 60 let minulého století. Na závěr teoretické části byla popsána Metoda 5S + 2S, které popisovaly základní metodu, tak jak ji známe a navíc i dvě S, které se v poslední době více a více skloňují. Jako poslední problematika byl zvolen Kaizen, který je také notoricky známý a hojně používaný. (Chromjaková, 2013)

V další kapitole byla popsána štíhlá výroba, kterou aplikuje do svých procesů drtivá většina průmyslových firem. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Ve třetí kapitole byla popsána výroba a výrobní proces, kde byl vysvětlen princip výroby a výrobní faktory, které se dělí do kategorií podle toho, jaký nám přináší užitek. (Jurová a kolektiv, 2016) Dále bylo popsáno rozdělení výroby na základní typy výrob jako je plynulá, přerušovaná, mechanická, chemická, biochemická, kusová, sériová nebo hromadná. (Keřkovský, 2001) Jako poslední je zmíněno srovnání typů výrobních procesů.

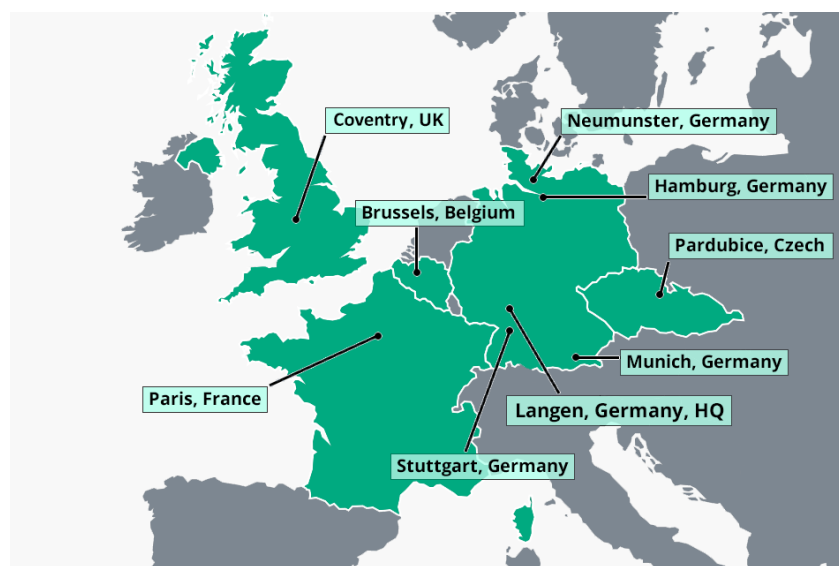
V poslední kapitole je popsán simulační program Technomatix plant simulation, který je později využit v praktické části. (Kliment, 2014)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI A JEJÍ PRODUKCE

Panasonic Automotive Systems Czech s.r.o má nejvyšší vedení sídlící v Langenu v Německu. Pobočka v Langenu zprostředkovává obchodní tendry na nové projekty, marketing a vývoj nových produktů. Cílem společnosti je poskytovat svými produkty větší pohodlí, bezpečí a ekologii koncovým uživatelům v automotive prostředí. Další z hlavních cílů je být nepostradatelným partnerem evropských výrobců a zůstat jedním z OEM .

Praktická část této bakalářské práce se věnuje výrobnímu procesu na lince projektu Toyota. Toyota je obchodním partnerem Panasonicu od samého začátku co začal Panasonic vyrábět pro odvětví v automotive. Vzhledem tom, že jsou obě společnosti založené v Japonsku, pro naši továrnu tedy získává Toyota projekty přímo Japonci. Mateřská továrna je lokalizovaná v Matsumotu. Panasonic, jako jedna z největších společností na světě, má pobočky prakticky po celém světě. Na obrázku 6 níže jsou zobrazeny pobočky, které jsou v Evropě.



Obrázek 6 - Panasonic lokace v EU (Panasonic)

### 6.1 Základní charakteristiky společnosti

Panasonic Automotive Systems Czech, s.r.o., (dále jen PASCZ) jak již z názvu vyplývá, že Česká pobočka v Pardubicích vyrábí elektroniku do automobilů. Primární výroba byla zpočátku soustředěna pouze na výrobu autorádií, ale postupem času se přijímaly další projekty jako head-up displeje, wireless charger, řídicí moduly pro elektromobily, nebo displeje s androidem na zadní sedačky.

V hospodářském roce 2021/2022 společnost dosáhla obratu ve výši 14 456 867 tis. Kč, což představuje 91,4 % plánu stanoveného pro rok 2021/2022. Nedosažení plánu je přisuzováno doznívajícím Covid-19 a probíhající válkou na Ukrajině. Na následující hospodářský rok společnost očekává obrat ve výši 15 809 853 tis. Kč. (Veřejný rejstřík, 2022)

K 31. březnu 2022 bylo ve společnosti zaměstnáno celkem 1 725 kmenových zaměstnanců. Stav agenturního personálu k 31. březnu 2022 činil 811 zaměstnanců. Průměrný věk zaměstnance ve společnosti byl 37,6 let. (Veřejný rejstřík, 2022)

Základní kapitál činil 80 000 000 Kč. Postupně se vložilo 3 680 000 000 Kč. (Veřejný rejstřík, 2022)

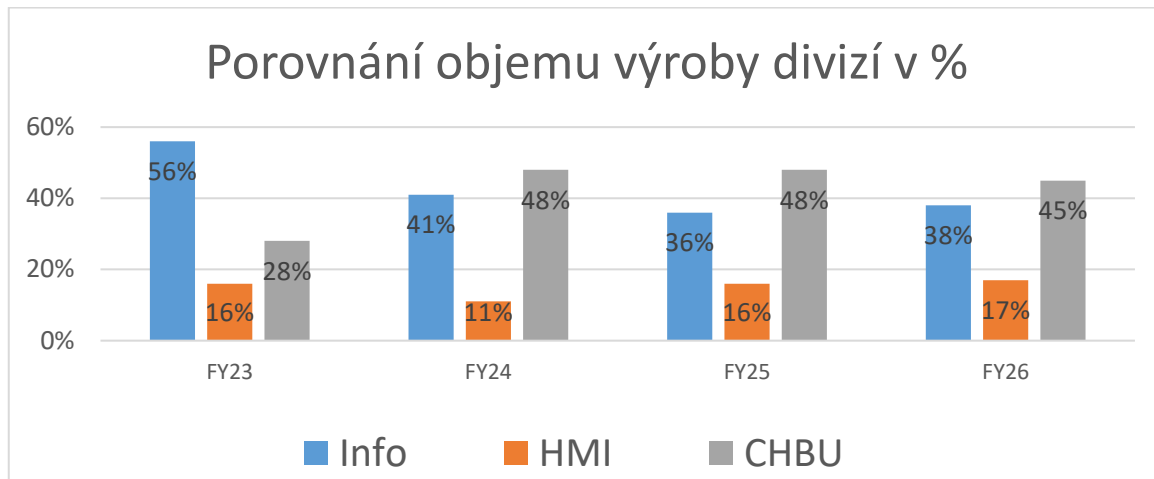
## 6.2 Produktové portfolio

Společnost PASCZ vyrábí hlavně z nakoupených dílů od svých dodavatelů. Produkty se tedy jen zkompletují na výrobních linkách, nahraje software, pokud je potřeba a otestují se. Jediné dvě oddělení, které si vyrábí vlastní materiál pro další produkci v PASCZ, jsou Molding a Insert.

- 1) Molding:** Jedná se o oddělení, které má aktuálně tři linky na výrobu plastů pomocí technologie vstřikování z plastových granulí. V tomto případě společnost zjistila, že výrobou těchto plastových dílů ušetří velké množství financí i za předpokladu investice do nového stroje.
- 2) Insert:** Jedná se o oddělení, které osazuje desky s plošnými spoji součástkami na automatických osazovacích strojích, které jsou paralelně napojeny na pece a následné pájení cínem. V drtivé většině se nahrává i nějaký SW na této úrovni, aby desky po vložení do jednotek byly schopny komunikovat a byly je možné „oživit“.



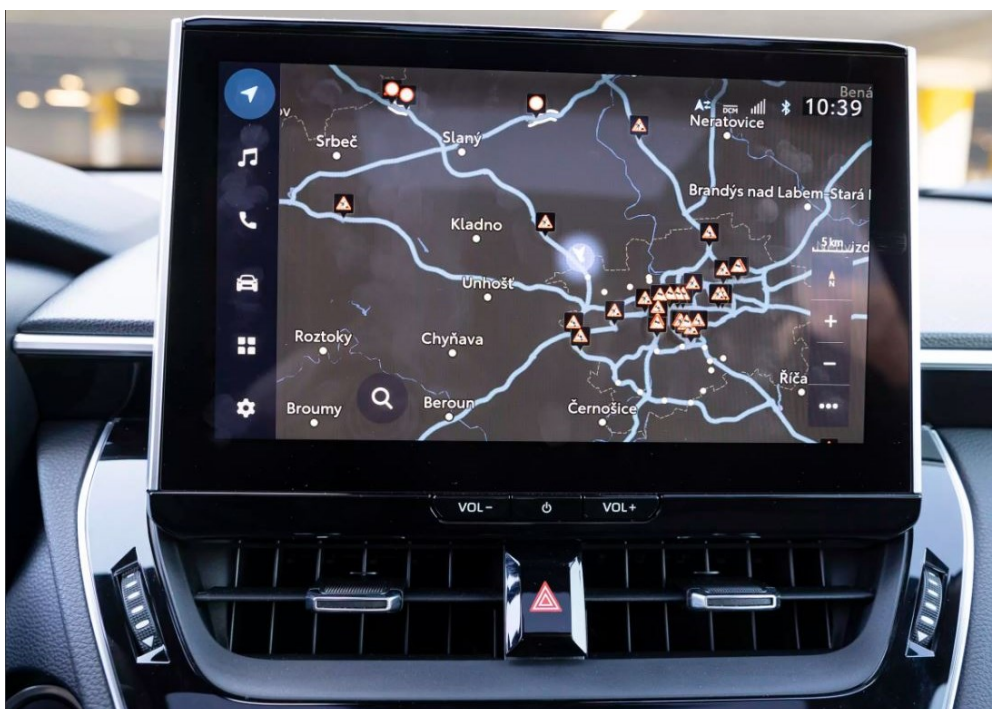
Na obrázku 7 níže je zobrazen poměr výroby jednotlivých divizí infotainment, human machine interface a charger bussines.



Obrázek 7 - Porovnání objemu výroby v % (vlastní zpracování)

### 6.2.1 Display audio (Infotainment)

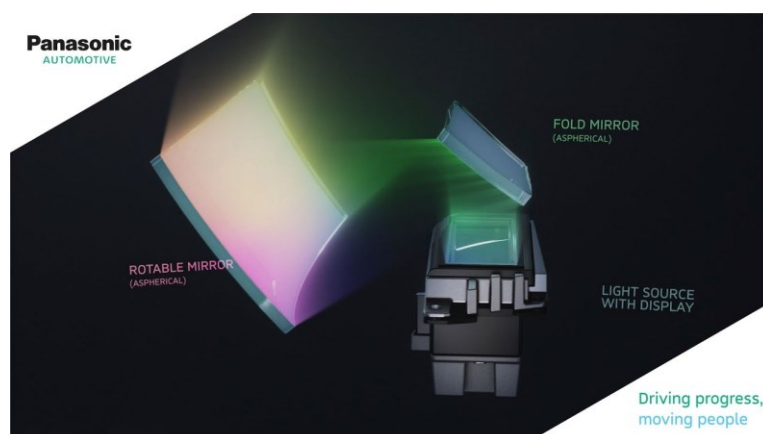
Nejrozšířenějším produktem je stále ještě klasické Display audio. Je to v podstatě obyčejné autorádio, jen se spousta nových funkcí, které jsou skrze tuto jednotku propojené. Současné funkce také umožňují zobrazení stavu vozidla, stav pneumatik, a další funkce. Ukázka display audia z automobilu Yaris Cross je na obrázku 8 níže.



Obrázek 8 - Display audio (Toyota)

### 6.2.2 Head-up displej (Human Machine Interface)

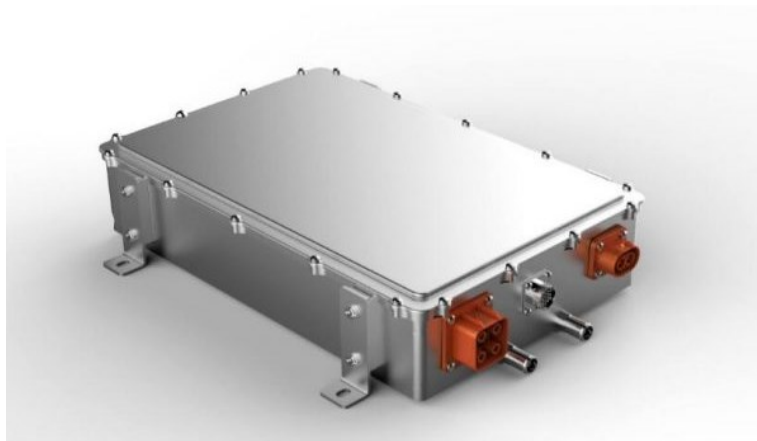
Raketově rostoucím produktem je stále oblíbenější head-up display. Tato technologie je spíše bezpečnostním prvkem vozidla, protože velice příznivě v zorném úhlu pro řidiče promítá přímo na přední sklo údaje o rychlosti, navigaci, čas apod. PASCZ má stále ten nejmenší procentuální podíl ve výrobě, protože je tato technologie stále většinou za příplatek pro koncového uživatele.



Obrázek 9 - HUD display (Panasonic)

### 6.2.3 Řídící moduly pro elektromobily (On Board Charger)

Řídící moduly pro elektromobily BMW a Mercedes, jsou pro PASCZ největším projektem v historii. Ve fiskálním roce 2024 překoná infotainment a z aktuálních předpovědí vyplývá, že bude dlouhodobě představovat kolem 50 % celkové výroby. Výrobní linka stála pro představu 605 621 tis. Kč, kdežto linka pro Toyotu, o které pojednává tato bakalářská práce, stála „jen“ 145 000 tis. Kč. PASCZ vyrábí tyto varianty modulů: 9,6 kW, 11 kW a 22 kW.



Obrázek 10 - OBC – On Board Charger 22kW (Panasonic)

#### **6.2.4 Wireless charger (Bezdrátová nabíječka)**

Doplňkový produkt společnosti je wireless charger, který zvyšuje komfort delšího cestování, pohodlným nabíjením mobilního telefonu posádky.

## 7 PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉHO PROCESU

Požadavek analýzy procesu na výrobní lince Toyota display audio vycházela z požadavku managementu, z důvodu špatné situace lidských zdrojů a vysoké fluktuace dělnických pozic. Každé snížení, byť jen jednoho člověka je velice ceněné a přináší firmě velké úspory. Hlavním cílem bakalářské práce je snížit počet operátorů na výrobním procesu montáže.

Linka vyrábějící displej audio byla navržena v Japonsku jako projekt pro všechny výrobní závody Panasonic na celém světě z důvodu požadavku zákazníka na standardní a co nejvíce stejný proces. Tato linka byla navržena během covid-19 a původně měla být plně obsazena pouze třemi operátory na směnu, kteří měli doplňovat materiál a starat se o chod linky. Bohužel během přípravy automatizace nastaly určité komplikace i díky covid-19, musela mateřská továrna Matsumoto, kde se tato linka stavěla, změnit plán. Z důvodu složité situace tato změna plánu přišla velice pozdě a vzhledem k tomu, že bylo nutné dodržet přesný datum přípravy linky, tak nezbývalo nic jiného než navrhnout poloautomatický proces. Tento poloautomatický proces se nakonec vyšplhal na 18 operátorů, tři jumpery, čtyři machine keepery a jednoho leadera. Tyto role jsou na výrobních linkách pevně dané a každá pozice má na starost jiné činnosti. Operátor je alokován na určité stanoviště v procesu na začátku pracovního dne, kde vykonává montážní, nebo kontrolní operace. Jumper má za úkol doplňovat materiál, kontrolovat chod procesu a pomáhat v případě problému, nebo zastavení procesu. Machine keeper je v procesu jako technická podpora, který se stará o běh strojů v procesu. Leader má na starost celý výrobní proces, kdy tvoří reporty o vyrobeném množství, alokuje operátory na svá pracoviště a celkově zastřešuje plynulý běh procesu.

Z procesního pohledu není tato linka dobře vybalancovaná je zde tedy spousta možností, jak využít nástrojů procesního inženýrství. Tato část bakalářské práce se bude věnovat rozboru pracoviště které je v části finální montáž. Tento proces je úzkým místem, proto bylo vybráno managementem. Zároveň tento proces je zařazen na seznamu kritických procesů, protože se jsou zde prováděny kritické operace, které mohou v případě špatného provedení ohrozit bezpečnost koncového uživatele.

Výrobní linka se skládá ze čtyř základních částí. První část je montáž předního panelu, druhá část je montáž a testování těla rádia, třetí část je kompletace předního panelu a těla rádia a poslední čtvrtá část je inspekce kompletního rádia a finálního balení do boxu. Všechny části jsou popsány v kapitole jednotlivé procesy výrobní linky.

Na výrobním procesu, který je předmětem analýzy této práce, obsluhují automatický stroj dva operátoři. Jejich úkolem je zapojit tři nebo čtyři flex pásky podle typu výrobku, provést kontrolní úkony a potvrdit automatickému stroji správné zapojení. Zapojování flex pásek patří k jedné z nejtěžších operací. V minulosti bylo hodně reklamací na špatně vložený, poškozený, nebo kontaminovaný flex pásek. Vada způsobila 0 km reklamaci, nebo field reklamaci. 0 km reklamace znamená, že rádio namontují v automobilce do palubní desky a poté neprojde na jedné z kontrol ještě na výrobní lince. Field reklamace znamená, že rádio reklamuje již koncový zákazník po určitém počtu kilometrů. Field reklamace je pro PASCZ větší problém, jelikož se za ní platí větší pokuty než za 0 km reklamaci.

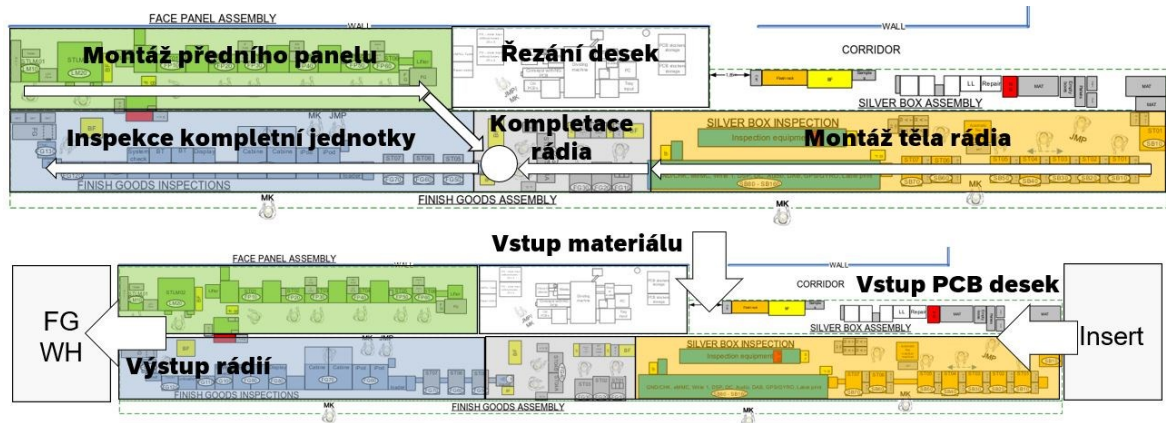
V následujících kapitolách je popsáno, jaké nástroje byly použity na analýzu tohoto stanoviště, objevení slabých míst a navrhnutí změn tohoto procesu tak aby bylo možné zredukovat jednoho operátora v tomto procesu a snížit cenu lidských zdrojů na tomto projektu ale nikoliv celé firmě, protože tento ušetřený operátor nebude propuštěn, ale využije se na jiném projektu.

## **7.1 Line layout výrobní linky**

Mezi hlavní nástroje procesního inženýra patří line layout. Účel line layoutu je popsán v teoretické části, kde je tomuto nástroji věnována kapitola s názvem line layout. Každý zákazník má vlastní nástroje pro analýzu ztrát, muda a podobně. Toyota požaduje, aby v rámci jejich projektu bylo využíváno jejich nástrojů jako Yamazumi chart, Element work analysis a standardized work combination table.

### 7.1.1 Jednotlivé procesy výrobní linky

Pro přehlednost procesu je výrobní linka rozdělena do pěti základních částí, jak je již zmíněno výše. Na obrázku 11 níže je kompletní layout výrobní linky s označením jednotlivých procesů, vstupu/výstupu materiálu a výrobní tok.



Obrázek 11 - Line layout (vlastní zpracování)

### 7.1.2 Montáž předního panelu

Zelená část line layoutu představuje montáž předního panelu. Veškerý materiál dopravuje oddělení logistiky ze skladu materiálu. PCB desky dováží sama výroba z oddělení Insert, kde PCB desky vyrábí. Konstrukce panelu se skládá z plastového rámečku s LCD displejem, který je jako jediný vidět v palubní desce automobilu. Dále z dvou PCB desek, fixačního plechu, flex pásků na elektrické propojení komponent a v poslední řadě lepidla se šrouby. Tato část procesu je poloautomatická. Operátoři podle pracovních instrukcí postupně vkládají ručně komponenty, zapojují flex pásky a kontrolují správnou pozici materiálu v panelu. Automatické je pouze šroubování, aplikace lepidla a kontrola správného zapojení flex pásků kamerou. Přední panel skládá dohromady osm operátorů.

### 7.1.3 Montáž a inspekce těla rádia

Oranžová část line layoutu představuje montáž a inspekce těla rádia. Stejně jako pro přední panel, materiál dodává sklad a PCB desky Insert. Tělo rádia se skládá ze čtyř fixačních plechů a dvou PCB desek s hlavními konektory pro připojení do palubní desky. Montážní část je principiálně stejná jako montáž předního panelu čili linka je poloautomatická. Inspekční část těla rádia je plně automatická. Inspekci obsluhují dva pojízdní roboti, kteří přesouvají rádia ze stanoviště na stanoviště a kontrolují základní funkce na základě specifikace od vývoje.

#### 7.1.4 Kompletace předního panelu a těla rádia

V této části se rádio po mechanické stránce dokončuje. Zde je největší počet kritických operací, protože se zde zapojují manuálně tři nebo čtyři flex pásy. Na stanovišti, které tato práce analyzuje probíhají tyto operace. Kritická je i díky designu konstrukce rádia, protože původně byla jednotka designovaná na automatické zapojení nějakým sofistikovaným mechanismem, který se nakonec nepoužil. V dalších kapitolách je popsána analýza tohoto stanoviště a metody, které byly použity. Zde vstupuje poslední materiál.

#### 7.1.5 Inspekce kompletního rádia

V poslední části je kompletní rádio testováno podle specifikace dané vývojem. Zde jsou jen rozpočítané jednotlivé stanice podle času testování rádia, aby linka splnila požadovaný výstup. Výstup z této linky je na obrázku 12 níže.

<u>Face panel line:</u>	
Line workers:	18
Jumper:	3
MK	4
Line Leader:	1
TCT (s)	54,8 s
Output/shift 8hr:	400 pcs
STD:	16,44 min
Planned LOT size:	12 pcs

Obrázek 12 - Výstup linky Toyota  
(vlastní zpracování)

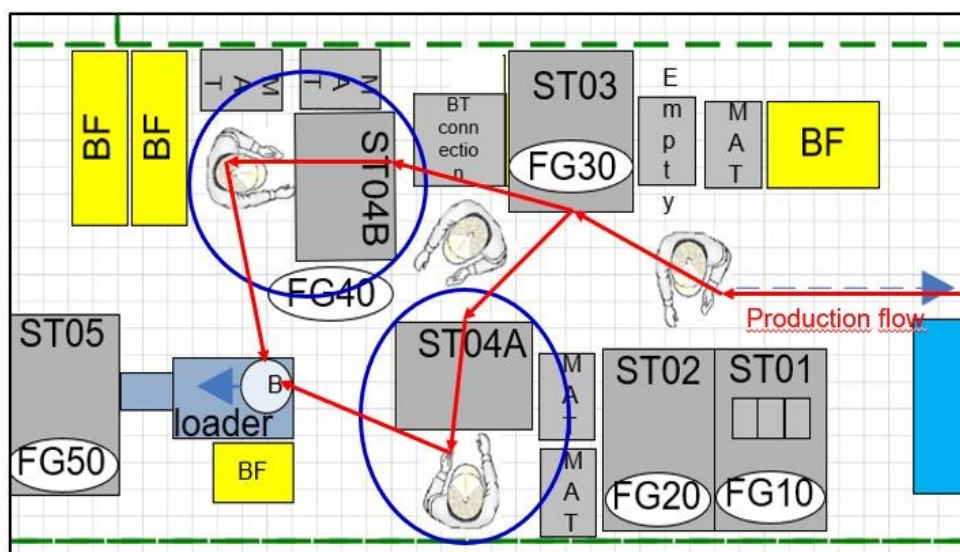
## 8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU

V následující kapitole 8.1 je vysvětlen výrobní proces, který je předmětem analýzy této práce. Dále jsou představeny nástroje pro analýzu, návrh budoucí podoby výrobního procesu a zhodnocení současného stavu. Vypracování celé analýzy proběhlo v období od 6.3. 2023 až 6.4.2023.

### 8.1 Layout současného stavu

Část výrobní linky kompletace předního panelu a těla rádia zahrnuje pět samostatných stanovišť. ST01 a ST02 obsluhuje jeden operátor, který vykonává dvě různé operace. Časové vytížení je téměř na hranici času taktu, ale z pohledu náročnosti práce jsou zde úkony s nízkou náročností. Operátor vyjme tělo rádia z inspekce, vloží jej do ST01, na tělo rádia nasadí fixační plech pro přední panel a stlačením tlačítka spustí automatické šroubování.

Na ST02 provádí operátor dodatečnou aplikaci plastových klipů do fixačního plechu pro přední panel a ty se automaticky zašrouboují. V této buňce s automatickým šroubováním se používají roboti typu Scara, které jsou určeny k jednoúčelovým operacím. Operátor pak předpřipravený kus přenese do ST03, kde se automaticky vkládají flex pásy do těla rádia. Druhý operátor na ST04A nejprve vyjme rádio ze ST03, zkontroluje správné vložení flex pásků, poté rádio vloží do přípravku na kontrolu zapojení Bluetooth antény. Po kontrole vyjme jednotku a vkládá jí buď do stanoviště ST04A, nebo ST04B, podle toho, kde je volná pozice. Dva operátoři z druhé strany obsluhují stanoviště, které je předmětem analýzy této bakalářské práce. Současný layout je zobrazený na obrázku 13 níže.



Obrázek 13 – Současný layout (vlastní zpracování)





manuálním a automatickým operacím v kombinaci. Jako druhý nástroj pro ověření návrhu změny, který musí splňovat požadovaný výstup za směnu, byl použit Technomatix plant simulation. Tento nástroj bylo možné použít až po zpracování EWA analýzy, protože je nutné nejprve provést analýzu procesu, kterou lze použít jako vstupy pro simulaci.

### 8.3.1 Analýza operací operátora

Manuální část provádějící operátor na tomto pracovišti řadí interní pravidla do kategorie kritické operace. Kritická operace, protože v PFMEA je vyhodnocena se severitou 9. Pokud operátor zapojí špatně flex pásek, může to způsobit zkrat, nebo nefunkčnost rádia. Na základě dohody s oddělením TIE se provedlo měření ve třech etapách. Linka vyrábí ve tří směnném provozu čili byla změřena směna A první týden, směna B druhý týden a směna C třetí týden. Pro měření byl zvolen model náměru pěti operátorů z každé směny, které se následně zprůměrovaly. Pro dostatečný statistický vzorek, bylo dohromady naměřeno 15 pracovních cyklů, které byly zbaveny extrémů a abnormalit. Dále bylo potřeba rozdělit výrobky do dvou kategorií. První kategorie je výrobek s názvem Non-VE model, protože se konstrukčně liší počtem flex pásků od VE modelu. Non-VE model má čtyři flex pásky, zatímco VE model má jen tři. Na obrázku 15 níže na samostatném listu je rozlišeno měření. V horní části je Non-VE model a v dolní VE model. Žlutě označené kolonky značí kritické operace. Odsávání flex pásků a zapojení flex pásků. Musíme započítat i vyjmutí výrobku, chůze k inspekcím, vložení výrobku do inspekcí a chůze zpět. To je v průměru 6,4 s.

Před měřením byla nastavena standardizace všech operací prováděných na daném pracovišti. Standardizace zajistí, že všechny operace bude dělat operátor každý měřený cyklus stejně. Bez standardizace by bylo nemožné provést analýzu z natočeného videa, protože je nezbytné, aby operátor opakoval jednotlivé operace vždy stejně. Data získaná z měření bez standardizace jsou zkreslená a ztrácí vypovídající hodnotu pro správnou analýzu procesu. Standard a standardizace je vysvětlena v teoretické části (1.1.2).

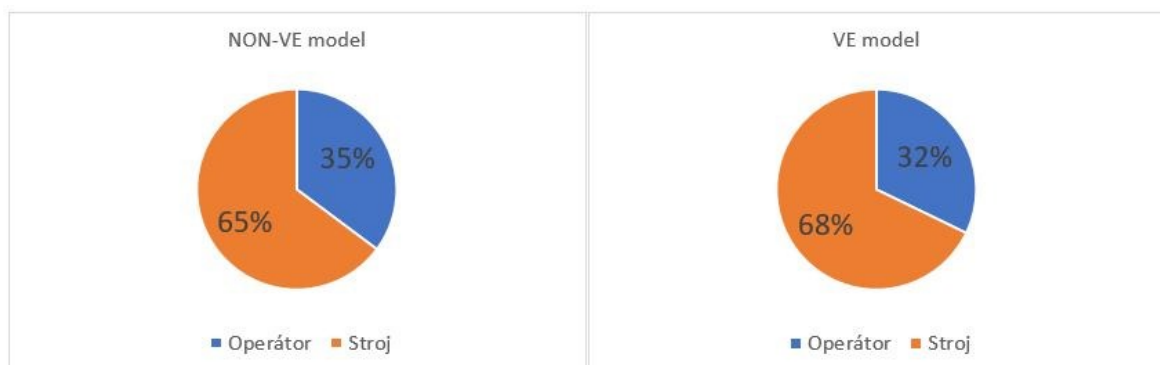
Na základě pozorování každého operátora bylo zjištěno, že právě kritické operace jsou zároveň i nejsložitější na provedení operátorem a mají tak největší časovou fluktuaci. Časy u Non VE modelu se pohybují od 31 s do 43 s. Časy u VE modelu se pohybují od 26 s do 36 s. Níže na již zmíněném obrázku 15 jsou výsledky měření těchto směn.

Směna	Non-VE model					Avg
	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	
A	0,8	1,1	0,8	1,1	1,2	1,0
Odebrání odsávek						1,1
Odsávání flex pásku ① ×3	1,8	2,4	3,1	1,8	1,9	2,2
Odsávání flex pásku ② ×3	2,2	2,6	2,8	1,9	2,6	2,4
Odsávání flex pásku ③ ×3	1,8	2,2	2,6	2	2,4	2,2
Odsávání flex pásku ④ ×3	1,9	2,7	2,2	2,2	1,8	2,2
Vřecení odsávek	1	1	1	1	1	1,0
Odebrání podprůměrného přípravku ①	0,7	0,6	1	0,6	0,8	0,7
Vložení podprůměrného přípravku ②	1,1	1	1,1	1	1	1,0
Zapojení flex pásku ①	3,7	2,8	4,2	4,5	2,8	3,6
Zapojení flex pásku ②	2,6	3,5	3,8	4,2	3,5	3,5
Zapojení flex pásku ③	4,8	3,7	5,2	5,6	3,7	4,6
Zapojení flex pásku ④	3,8	3,3	6,1	4,8	3,3	4,3
Spuštění programu	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Odebrání přípravku ③	1	1	1	1	1	1,0
Dotlačení všech flex pásků 4x	3,7	4,2	3,9	4,4	3,8	4,0
Odebrání podprůměrného přípravku ②	1	1	1	1	1	1,0
<b>Total (sec)</b>	<b>33,4</b>	<b>34,6</b>	<b>41,3</b>	<b>38,6</b>	<b>33,3</b>	<b>36,2</b>
<b>Průměr</b>						<b>36,2</b>
B	0,8	1,1	1	1,1	1,3	1,1
Odebrání odsávek						1,1
Odsávání flex pásku ① ×3	2,8	3,1	1,9	2,3	1,9	2,4
Odsávání flex pásku ② ×3	2,3	2,8	2,6	3,6	2,6	2,8
Odsávání flex pásku ③ ×3	3,3	2,6	2,4	3,4	2,3	2,8
Odsávání flex pásku ④ ×3	4,2	2,2	1,8	3,3	2,1	2,7
Vřecení odsávek	1	1	1	1	1	1,0
Odebrání podprůměrného přípravku ①	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6
Vložení podprůměrného přípravku ②	1,1	1	1,1	1	1	1,0
Zapojení flex pásku ①	4,5	2,8	2,6	3,3	3,6	3,4
Zapojení flex pásku ②	4,2	3,5	2,2	3	3,5	3,3
Zapojení flex pásku ③	5,6	3,7	2,7	4,1	3,3	3,9
Zapojení flex pásku ④	4,8	3,3	3,8	4,4	3,8	4,0
Spuštění programu	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Odebrání přípravku ③	1	1	1	1	1	1,0
Dotlačení všech flex pásků 4x	3,7	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7
Odebrání podprůměrného přípravku ②	1	1	1	1	1	1,0
<b>Total (sec)</b>	<b>42,5</b>	<b>34,8</b>	<b>31</b>	<b>38,3</b>	<b>34,2</b>	<b>36,2</b>
<b>Průměr</b>						<b>36,2</b>
C	0,8	1,1	0,8	1,1	1,1	1,0
Odebrání odsávek						1,1
Odsávání flex pásku ① ×3	2,6	1,8	3,1	1,9	2,3	2,3
Odsávání flex pásku ② ×3	3	2	2,8	2,6	2,4	2,8
Odsávání flex pásku ③ ×3	2,4	2,3	2,6	2,4	3,4	2,6
Odsávání flex pásku ④ ×3	2,9	2,7	2,2	1,8	3,3	2,6
Vřecení odsávek	1	1	1	1	1	1,0
Odebrání podprůměrného přípravku ①	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6
Vložení podprůměrného přípravku ②	1,1	1	1,1	1	1	1,0
Zapojení flex pásku ①	4,2	2,8	3,7	2,6	2,8	3,2
Zapojení flex pásku ②	4,1	3,5	2,6	2,2	3,5	3,2
Zapojení flex pásku ③	2,7	3,7	4,8	2,7	3,7	3,5
Zapojení flex pásku ④	3,8	3,3	3,8	3,8	3,3	3,6
Spuštění programu	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Odebrání přípravku ③	1	1	1	1	1	1,0
Dotlačení všech flex pásků 4x	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Odebrání podprůměrného přípravku ②	1	1	1	1	1	1,0
<b>Total (sec)</b>	<b>36,5</b>	<b>33</b>	<b>36,4</b>	<b>30,9</b>	<b>36,8</b>	<b>34,7</b>
<b>Průměr</b>						<b>34,7</b>
A	1,1	1,2	1	1,2	1,2	1,1
Odebrání odsávek						1,1
Odsávání flex pásku ① ×3	2,8	2,4	3,1	1,8	3,7	2,8
Odsávání flex pásku ② ×3	2,3	2,6	2,8	1,8	2,6	2,4
Odsávání flex pásku ③ ×3	3,3	2,2	2,6	1,8	4,8	2,9
Vřecení odsávek	1	1	1	1	1	1,0
Odebrání podprůměrného přípravku ①	0,7	0,8	1,1	0,7	0,9	0,8
Vložení podprůměrného přípravku ②	0,9	1,4	1,5	1,9	2,4	1,6
Zapojení flex pásku ①	3,4	3,1	3,8	2,8	2,5	3,1
Zapojení flex pásku ②	3	4,2	5,2	5,4	6,6	4,9
Zapojení flex pásku ③	2,7	3,2	6,1	3,7	4,2	4,0
Spuštění programu	1,1	0,9	1,5	0,7	0,5	0,9
Odebrání přípravku ③	1	1	1	1	1	1,0
Dotlačení všech flex pásků 3x	3,6	2,8	3,9	2,8	2,5	3,1
Odebrání podprůměrného přípravku ②	1	1	1	1	1	1,0
<b>Total (sec)</b>	<b>27,9</b>	<b>27,8</b>	<b>35,6</b>	<b>27,6</b>	<b>34,9</b>	<b>30,8</b>
<b>Průměr</b>						<b>30,8</b>
B	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2
Odebrání odsávek						1,2
Odsávání flex pásku ① ×3	3,1	1,8	2,8	3,7	2,4	2,8
Odsávání flex pásku ② ×3	2,8	1,8	2,3	2,6	2,6	2,4
Odsávání flex pásku ③ ×3	2,6	1,8	3,3	4,8	2,2	2,9
Vřecení odsávek	1	1	1	1	1	1,0
Odebrání podprůměrného přípravku ①	0,7	0,7	1,1	0,7	0,7	0,8
Vložení podprůměrného přípravku ②	0,9	1,4	1,8	1,9	2,4	1,7
Zapojení flex pásku ①	3,4	3,1	3,8	2,8	2,5	3,0
Zapojení flex pásku ②	3	4,2	4,1	5,4	6,6	4,7
Zapojení flex pásku ③	2,7	3,2	4,4	3,7	4,2	3,6
Spuštění programu	1,1	0,9	1,5	0,7	0,5	0,9
Odebrání přípravku ③	1	1	1	1	1	1,0
Dotlačení všech flex pásků 3x	3,3	2,8	3,7	2,8	3,2	3,2
Odebrání podprůměrného přípravku ②	1	1	1	1	1	1,0
<b>Total (sec)</b>	<b>27,8</b>	<b>25,8</b>	<b>32,2</b>	<b>33,2</b>	<b>31,5</b>	<b>30,1</b>
<b>Průměr</b>						<b>30,1</b>
C	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2
Odebrání odsávek						1,2
Odsávání flex pásku ① ×3	2,4	1,8	3,1	2,8	2,8	2,6
Odsávání flex pásku ② ×3	2,6	1,8	2,8	2,6	3,3	2,7
Odsávání flex pásku ③ ×3	2,2	1,8	2,6	3,3	3,7	2,7
Vřecení odsávek	1	1	1	1	1	1,0
Odebrání podprůměrného přípravku ①	0,7	0,7	1,3	0,7	0,7	0,8
Vložení podprůměrného přípravku ②	0,9	1,4	1,7	1,9	2,4	1,7
Zapojení flex pásku ①	3,4	3,1	3,5	2,8	2,5	3,1
Zapojení flex pásku ②	3	4,2	3,7	5,4	6,6	4,6
Zapojení flex pásku ③	2,7	3,2	3,3	3,7	4,2	3,4
Spuštění programu	1,1	0,9	1,5	0,7	0,5	0,9
Odebrání přípravku ③	1	1	1	1	1	1,0
Dotlačení všech flex pásků 3x	2,8	2,8	3,7	2,8	2,8	3,0
Odebrání podprůměrného přípravku ②	1	1	1	1	1	1,0
<b>Total (sec)</b>	<b>25,9</b>	<b>25,9</b>	<b>31,3</b>	<b>30,6</b>	<b>33,9</b>	<b>29,5</b>
<b>Průměr</b>						<b>29,5</b>

Obrázek 15 - měření výrobního stanoviště (vlastní zpracování)

### 8.3.2 Analýza operací operátora a stroje

Analýza pracovního cyklu stroje je omezena pouze na automatické úkony stroje, u kterých není potřeba součinnosti operátora. Jedná se o inicializaci na začátku pracovního cyklu, čištění a kontrola konektorů na předním panelu, kontrola zapojení flex pásků, sesazení kompletního výrobku a inicializace na konci pracovního cyklu. Tyto operace jsou nezbytné k dokončení výrobku. Nemůžeme je tedy z pohledu stroje zařadit do kategorie NVA operací. Avšak z pohledu operátora musí být zařazeny jako čekání NVA, protože během činnosti stroje operátor pouze čeká bez jakékoliv aktivity. Analýza ukázala, že celkový cyklus je u Non-VE modelu průměrně 110 s, z toho zhruba 65 % je činnost stroje a 35 % činnost operátora. U VE modelu se cyklus pohybuje průměrně 100 s, z toho zhruba 68 % je činnost stroje a 32 % je činnost operátora. Podíly modelů v procentech jsou zobrazeny na obrázku 16 níže. Čas taktu této linky je 54,8 s, aby linka splnila požadovaný výstup musí se dokončit každých 110 s dvě jednotky. Z tohoto důvodu musí být dva operátoři na obou pracovištích.



Obrázek 16 – Srovnání podílu činností operátora vs stroje (vlastní zpracování)

Časová redukce automatických operací stroje není z technologického pohledu možná, protože na základě informací z oddělení údržby jsou stroje v drtivé většině nastaveny na 70-75 % maximálního výkonu. Toto omezení je z důvodu opotřebení a možné poruchovosti stroje. Pohyblivé části se při 100 % výkonu příliš namáhají. Toto namáhání vede k výraznému zkrácení životnosti, a hlavně stability výrobního procesu.

Zrušení některých operací také nepřichází v úvahu, protože z pohledu kvality, nemůžeme snížit detekci v procesu. Podle pravidel tvorby procesu a tvorby PFMEA se nesmí zvýšit riziko už tak rizikové operace. Naopak u těchto operací se musí vždy uvažovat nad snížením rizika přidáním například nové přesnější technologie. Z těchto důvodů se strojovým časem nelze hýbat, proto je brán v tomto případě jako konstanta (neměnný).

Níže na obrázcích 17 a 18 je znázorněna časová analýza stroje společně s časem operátora pro Non-VE a VE model.

### M-M analysis

Products name	Non – VE Model	TCT:54.8
Analysis object	Operation name	Process name
Time (sec)	Operator	Docking MC ST04A
1,9	Odebrání předního panelu	
4	Vložení předního panelu	
1,4	Spuštění programu	Kontrola automatickou kamerou, automatické čištění konektorů. (35s)
33,6	Čekání	
1	Zmáčknutí čističů rukavic	
1	Odebrání odsavačky	
7,2	Odsávání flex pásků 4x	
0,8	Vrácení odsavačky	
0,7	Odebrání podpurného přípravku (1)	
1	Vložení podpurného přípravku (2)	
14	Zapojení flexů 4x	
1	Odebrání přípravku (3)	
3,7	Dotlačení všech flex pásků 4x	
1	Odebrání podpurného přípravku (2)	
1,5	Spuštění programu	Automatické sesazení jednotky (23,3s)
21,8	Čekání	
1,5	Vyjmutí jednotky	
0,7	Spuštění programu	Vrácení do pozice 0 (13s)
3,8	Kontrola stavu stroje	
2	Chůze	
1,7	Vložení jednotky do inspekci	
0,7	Spuštění programu	
2	Chůze	
54	108	

**1cycle: 108.0 s**

**1unit: 54.0 s**

**OP work: 36,7 s**

**Machine work: 71,3 s**

Obrázek 17 – Rozdělení manuálních a automatických operací pro Non-VE model (vlastní zpracování)

### M-M analysis

Products name	VE Model	TCT:54.8
Analysis object	Operation name	Process name
Time (sec)	Operator	Docking MC ST04A
1,9	Odebrání předního panelu	
4	Vložení předního panelu	
1,4	Spuštění programu	Kontrola automatickou kamerou, automatické čištění konektorů. (33,1s)
32,1	Čekání	
1	Zmáčknutí čističů rukavic	
1	Odebrání odsavačky	
5,4	Odsávání flex pásků 3x	
0,8	Vrácení odsavačky	
0,7	Odebrání podpurného přípravku (1)	
1	Vložení podpurného přípravku (2)	
9,8	Zapojení flexů	
1	Odebrání přípravku (3)	
2,8	Dotlačení všech flex pásků 3x	
1	Odebrání podpurného přípravku (2)	
1,5	Spuštění programu	Automatické sesazení jednotky (23,3s)
21,8	Čekání	
1,5	Vyjmutí jednotky	
0,7	Spuštění programu	Vrácení do pozice 0 (13s)
3,8	Kontrola stavu stroje	
2	Chůze	
1,7	Vložení jednotky do inspekci	
0,7	Spuštění programu	
2	Chůze	
<b>49,8</b>	<b>99,6</b>	

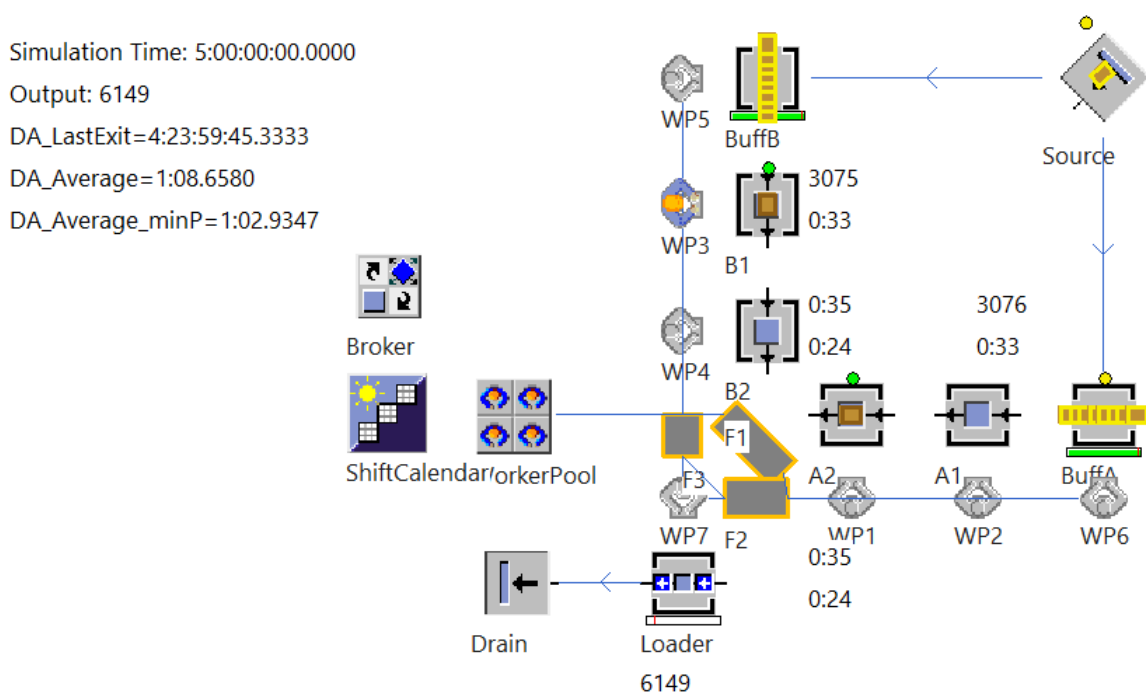
**1cycle: 99,6 s**  
**1unit: 49,8 s**  
  
**OP work: 30,2 s**  
**Machine work: 69,4 s**

Obrázek 18 – Rozdělení manuálních a automatických operací pro VE model (vlastní zpracování)

Obě analýzy potvrdily, že tento proces je schopen v rámci výstupu splnit normu, ale z pohledu procesního je tento proces špatně navržený, protože z celého cyklu operátor vykonává činnost jen zhruba třetinu času. Zbytek operací zastává stroj. Další kapitola (8.4) se věnuje simulaci v programu Technomatix plant simulation.

## 8.4 Technomatix plant simulation

Druhý nástroj, který je určený pro ověření navržené změny před její realizací je program Technomatix plant simulation. Základní charakteristika tohoto programu je popsána v teoretické části v kapitole Technomatix plant simulation. S využitím dat z předešlé analýzy bylo možné naprojektovat simulaci po redukcí operátorů ze čtyř na tři. Simulace je provedena oddělením PCE, které se specializuje na návrhy nových linek a v případě požadavku, který se poslední dobou stává již standardem, vytvořit i simulaci nového, nebo stávajícího výrobního procesu. Níže na obrázku 19 je zobrazen výstup z namodelované simulace pro tento montážní proces.

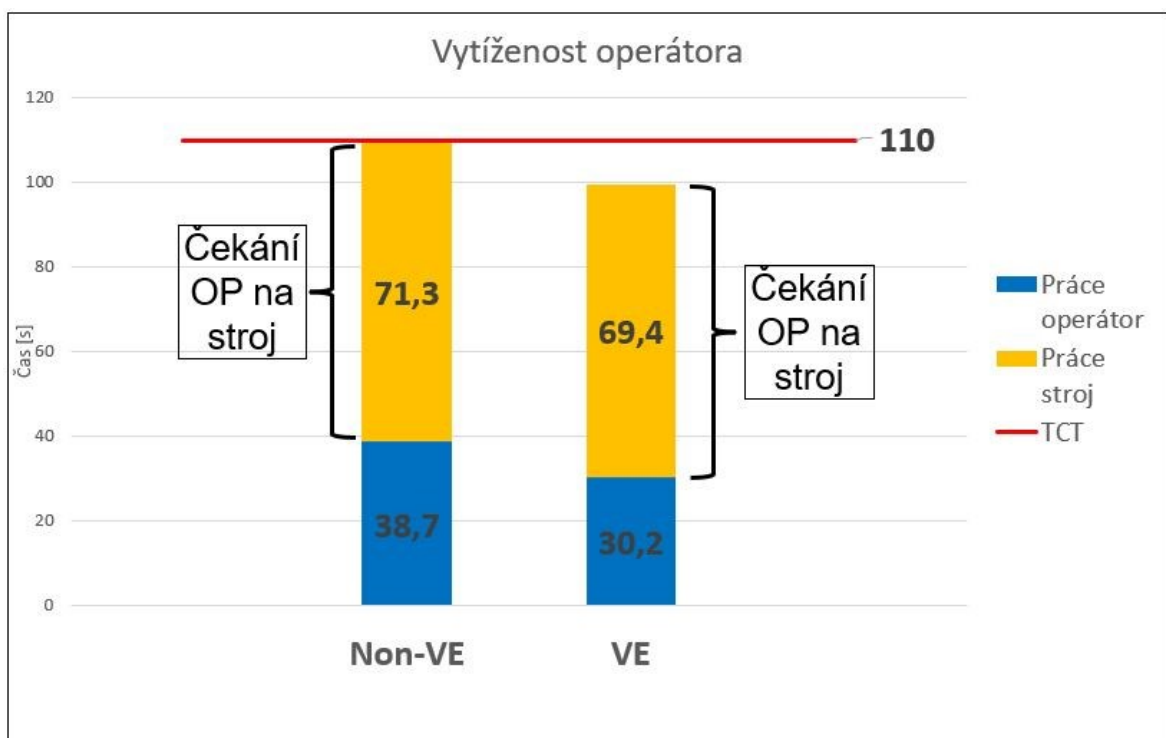


Obrázek 19 - Simulace výrobního procesu (zpracováno oddělením PCE)

Ze simulace vychází, že výstup za pět pracovních dní odpovídá 6149 kusům. Množství po přepočtení na jednu pracovní směnu odpovídá 409 kusům včetně ztrát, které jsou ve výši 15 %. Linka má mít výstup 400 kusů za směnu čili simulace potvrdila, že návrh na snížení počtu operátora je realizovatelný.

## 8.5 Zhodnocení současného stavu

Současný stav montážního procesu neodpovídá konceptu štíhlé výroby. Forma zdvojeného pracoviště se stejnými operacemi je v některých případech v pořádku. Například pokud je jedno stanoviště plně vybalancované, nelze žádné operace přesunout jinam, kde je časová rezerva a stále nesplňuje požadovaný výstup, musí se přidat totožné stanoviště se stejnými operacemi. V tomto případě se při návrhu pracoviště nevyužily nástroje průmyslového inženýra, které by zamezily navržení procesu s tak velkým poměrem čekání z pohledu operátora. Tento problém vytíženosti představuje největší slabinu procesu. Vytíženost operátora je zobrazeno na obrázku 20 níže. Druhý největší problém je velké množství NVA operací. Rozlišení VA a NVA operací je v další podkapitole.

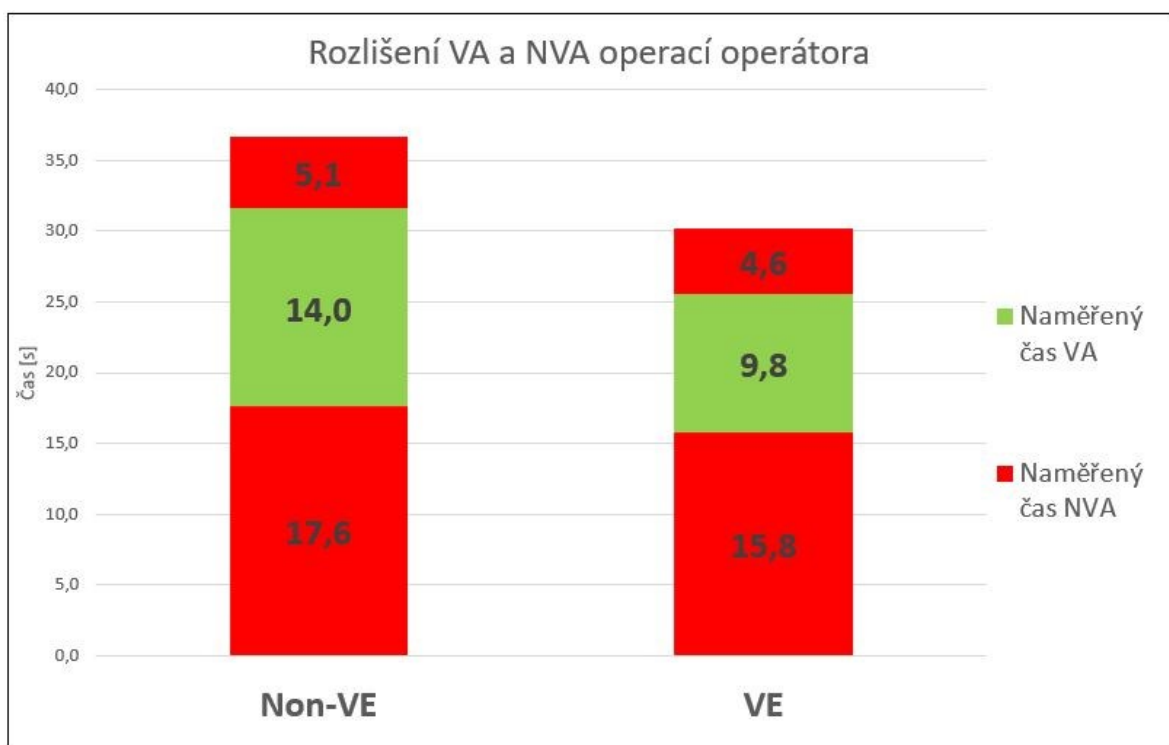


Obrázek 20 - Vytíženost operátora v rámci jednoho cyklu (vlastní zpracování)



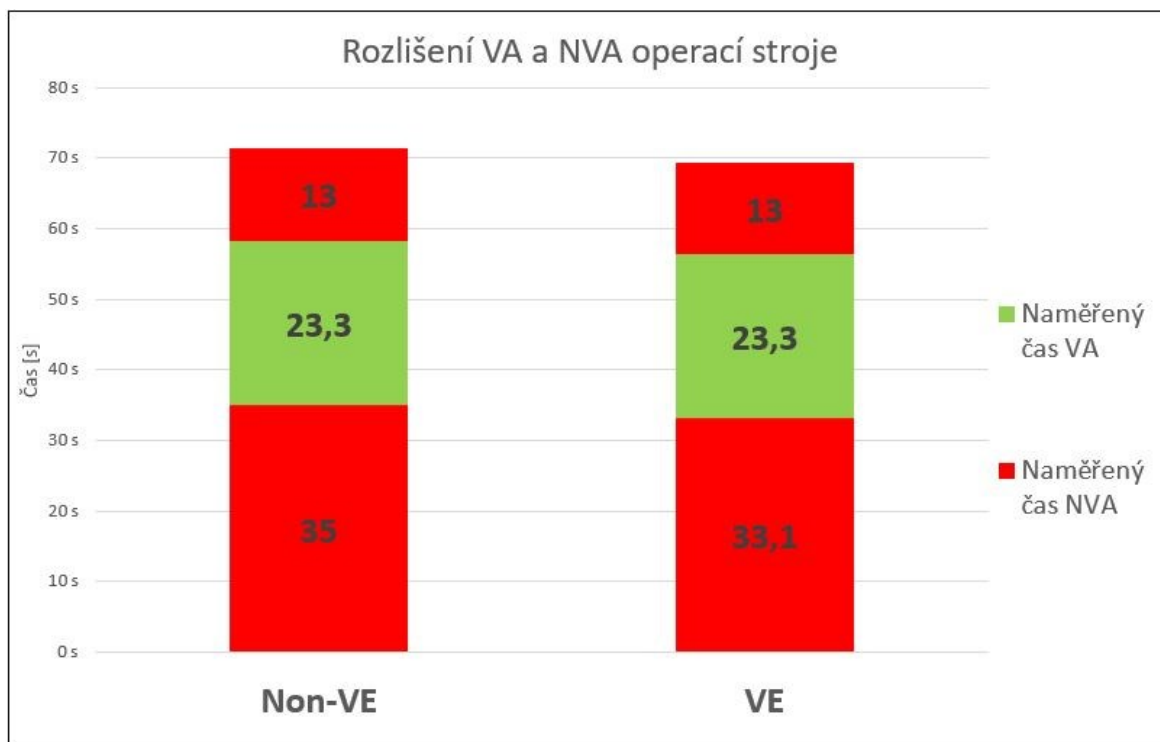
### 8.5.1 Poměr VA a NVA operací

VA operace neboli přidaná hodnota se rozumí činnosti, které zvyšují hodnotu zboží nebo služby každým stupněm výroby. Opak přidané hodnoty je NVA operace neboli operace, která nepřidává žádnou hodnotu. Poměr VA a NVA operací u operátora, který představuje zhruba 30 % z celkového času jednoho cyklu se skládají z montážních VA operací a z kontrolních NVA operací. Níže na obrázku 21 je zobrazen rozpad času operátora na operace, které přidávají hodnotu a na operace, které hodnotu nepřidávají.



Obrázek 21 - VA a NVA operace operátora (vlastní zpracování)

Práce stroje představuje zhruba 70 % z celkového času jednoho cyklu. Činnosti stroje se skládají podobně jako u činností operátora z montážních VA operací a z kontrolních NVA operací. Níže na obrázku 22 je zobrazen rozpad času stroje na operace, které přidávají hodnotu a na operace, které hodnotu nepřidávají.



Obrázek 22 – VA a NVA operace stroje (vlastní zpracování)

V obou případech není možné žádnou VA, nebo NVA operaci vyjmout, protože to není možné buď z technologického hlediska, nebo z hlediska interní kvality. Zbytečné pohyby, nebo špatně dostupná místa nebyly analýzou zjištěny.

## 9 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

Po naměření všech časů pro operace operátora a stroje bylo možné vypracovat analýzu pro jednoho operátora obsluhujícího ST04A a zároveň ST04B. Hlavním cílem bylo navrhnout standardizaci, tak aby operátor vykonával všechny operace vždy ve stejném pořadí čili byla možná redukce o jednoho operátora. Ze zkušební výroby vyplynulo, že pokud nedodrží stanovený sled operací, začne se tvořit časový prostoj, který časem narůstá a výsledkem je nesplnění požadovaného výstupu. Dalším cílem bylo navrhnout takový sled operací, kde by se co nejvíce eliminovaly časy čekání, nečinnost operátora, nebo nečinnost stroje. Musel tedy proběhnout balance dohromady dvou procesů a jednoho operátora. Na konci této kapitoly na obrázcích 24 a 25 je zobrazen výsledek této analýzy nejprve pro Non-VE model a poté pro VE model.

Metodou 5S + 2S, která je vysvětlena v kapitole Metoda 5S + 2S (1.1.4), je potřeba aplikovat na každodenní bázi. Vzhledem k náročnosti operací pro jednoho operátora, nesmí nic přebývat ani chybět v tomto výrobním procesu. Nesmí se stát, že operátor bude hledat nějakou pomůcku, přípravek, nebo místo kam odložit špatný kus a finálně zpracovanou jednotku. Je potřeba požádat PCE oddělení na vypracování pracovní instrukce na základě fotografií pořízených v procesu po implementaci 5S včetně detailů jednotlivých pracovních segmentů na které je třeba klást důraz při dodržování 5S na konci každé pracovní směny. Je potřeba zavést Kaizen tým a na pravidelné bázi kontrolovat linku a neustále zlepšovat výrobní proces. Níže na obrázku 23 je zobrazena ukázka pracoviště z celkového pohledu.



Obrázek 23 - Pracoviště po implementaci metody 5S (vlastní zpracování)

Dále je potřeba zavést vyšší frekvenci tréninku operátorů, aby se pravidelně ověřovalo dovedností operátorů, kteří zde pracují. Tréninkové centrum navrhne speciální kurz s vybranými operacemi. Po absolvování tohoto speciálního kurzu, budou operátoři označeni v systému dovedností operátorů jako způsobilí pro tento proces a budou primárně nasazováni na toto pracoviště. Každá směna by měla mít dostatečnou zásobu takových operátorů, aby se nestalo, že v případě výpadku zde bude pracovat operátor bez školení. V současné době je vypracovaná tato analýza a schválená managementem PASCZ. Na realizaci se aktuálně pracuje.

M-M analysis

		Production name:	NON-VE model	
Model		CN-SS1CEFAE	TCT:54.8	
		Operation name	Process name	
Analysis object Time (sec)	Operator	Docking MC① ST04A	Docking MC② ST04B	
1.9	Odebrání předního panelu			
4	Vložení předního panelu			
		Kontrola automatickou kamerou, automatické čištění konektorů. (35s)		
1.4	Spuštění programu			
1	Pohyb na ST04B			
1	Zmáčknutí čističů rukavic			
	Odebrání odsavačky			
	Odsávání flex pásků 4x			
	Vrácení odsavačky			
	Odebrání podpůrného přípravku ①			
31.9	Vložení podpůrného přípravku ②			
	Zapojení flexů 4x			
	Odebrání přípravku ③			
	Dotlačení všech flex pásků 4x			
	Odebrání podpůrného přípravku ②			
	Spuštění programu			Automatické sesazení jednotky (23,3s)
1	Pohyb na ST04A			
1	Zmáčknutí čističů rukavic			
	Odebrání odsavačky			
	Odsávání flex pásků 4x			
	Vrácení odsavačky			
	Odebrání podpůrného přípravku ①			
31.9	Vložení podpůrného přípravku ②			
	Zapojení flexů 4x			
	Odebrání přípravku ③			
	Dotlačení všech flex pásků 4x			
	Odebrání podpůrného přípravku ②			
	Spuštění programu			Automatické sesazení jednotky (23,3s)
1	Pohyb na ST04B			
1.5	Vyjmutí jednotky			
0.7	Spuštění programu			Vrácení do pozice 0 (13s)
3.8	Kontrola stavu stroje			
2	Chůze			
1.7	Vložení jednotky do inspekci			
0.7	Spuštění programu			
2	Chůze			
1.9	Odebrání předního panelu			
4	Vložení předního panelu			
				Kontrola automatickou kamerou, automatické čištění konektorů. (35s)
0.7	Spuštění programu			
1	Pohyb na ST04B			
1.5	Vyjmutí jednotky			
0.7	Spuštění programu			Vrácení do pozice 0 (13s)
3.8	Kontrola stavu stroje			
2	Chůze			
1.7	Vložení jednotky do inspekci			
0.7	Spuštění programu			
2	Chůze			
54,25	<b>108,5</b>			

**1cycle : 108,5 s**  
**1unit : 54,25 s**

Obrázek 24 - Analýza budoucího stavu pro Non-VE model (vlastní zpracování)

M-M analysis

		Production name:	VE model	
Model		CN-SS1CEFAE	TCT:54.8	
		Operation name		Process name
Analysis Object	Operator	Docking MC⊙ ST04A	Docking MC⊙ ST04B	
Time (sec)				
1.9	Odebrání předního panelu			
4	Vložení předního panelu			
1.4	Spuštění programu	Kontrola automatickou kamerou, automatické čištění konektorů. (33,1s)		
1	Pohyb na ST04B			
1	Zmáčknutí čističů rukavic			
	Odebrání odsavačky			
	Odsávání flex pásků 3x			
	Vrácení odsavačky			
	Odebrání podpůrného přípravku ①			
	Vložení podpůrného přípravku ②			
25.1	Zapojení flexů 3x			
	Odebrání přípravku ③			
	Dotlačení všech flex pásků 3x			
	Odebrání podpůrného přípravku ②			
	Spuštění programu			Automatické sesazení jednotky (23,3s)
1	Pohyb na ST04A			
1.7	Zmáčknutí čističů rukavic			
	Odebrání odsavačky			
	Odsávání flex pásků 3x			
	Vrácení odsavačky			
	Odebrání podpůrného přípravku ①			
	Vložení podpůrného přípravku ②			
25.1	Zapojení flexů 3x			
	Odebrání přípravku ③			
	Dotlačení všech flex pásků 3x			
	Odebrání podpůrného přípravku ②			
	Spuštění programu	Automatické sesazení jednotky (23,3s)		
1	Pohyb na ST04B			
1.5	Vyjmutí jednotky			
0.7	Spuštění programu			Vrácení do pozice 0 (13s)
3.8	Kontrola stavu stroje			
2	Chůze			
1.7	Vložení jednotky do inspekci			
0.7	Spuštění programu			
2	Chůze			
1.9	Odebrání předního panelu			
4	Vložení předního panelu			
				Kontrola automatickou kamerou, automatické čištění konektorů. (33,1s)
0.7	Spuštění programu			
1	Pohyb na ST04B			
1.5	Vyjmutí jednotky			
0.7	Spuštění programu			Vrácení do pozice 0 (13s)
3.8	Kontrola stavu stroje			
2	Chůze			
1.7	Vložení jednotky do inspekci			
0.7	Spuštění programu			
2	Chůze			
47,8	<b>95,6</b>			

1cycle : 95,6 s

1unit : 48 s

Obrázek 25 - Analýza budoucího stavu pro Non-VE model (vlastní zpracování)

## 10 ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

V následující kapitole je zpracováno finanční zhodnocení a v další kapitole zhodnocení procesu po změně.

### 10.1 Finanční zhodnocení

Důležitá část této práce je také zhodnocení analýzy z finančního pohledu. Předpokládaným výstupem této analýzy je ušetření jednoho operátora na směnu. Na základě informací z HR jsou náklady na operátora za jednu minutu 5,6 Kč bez DPH. V této částce je obsažen plat operátora, náklady na trénink, energie a ostatní náklady s nimi spojené. Dodatečné školení, které bude potřeba, není zahrnuto v kalkulaci, protože probíhá interně s vlastními zdroji, to samé platí pro tuto analýzu. Vzhledem k tomu, že tento výrobní proces používá tří směnný systém, můžeme počítat s ušetřením tří operátorů za každou směnu jeden. Všechny tři operátoři, kteří se ušetří, nebudou propuštěni, ale budou využity na jiných výrobních linkách. Tento výrobní proces bude vyrábět ještě čtyři roky sériovou výrobou. Proto je v tabulce 3 níže vypočítána finální úspora na jednoho operátora za čtyři roky.

Tabulka 3 – výpočet úspory po redukci jednoho operátora

Položka	18 Operátorů (v CZK bez DPH)	17 Operátorů (v CZK bez DPH)	Úspora 1 Operátor	Úspora 3 Operátoři
<b>Cena za minutu</b>	99,9	94,4	5,6	X
<b>Cena za směnu</b>	47 972	45 307	2665	
<b>Cena za měsíc</b>	959 445	906 143	53303	
<b>Cena za rok</b>	11 513 340	10873710	639630	
<b>Cena za 4 roky</b>	46 053 360	43 494 840	<b>2 558 520</b>	

Pro zjištění plné úspory za všechny tři směny bylo potřeba vynásobit úsporu za jednoho operátora třemi. Výsledná úspora by měla být 7 675 560 CZK bez DPH za čtyři roky a tím se i snížil standardní čas celého procesu z 16,4 min na 15,3 min. Standardní čas je časový ukazatel doby, za kterou projde jeden výrobek celým výrobním procesem a na základě tohoto času výroba počítá náklady na jeden výrobek.

## 10.2 Zhodnocení procesu po změně

Metoda EWA a simulace v programu Technomatix plan simulation ukázala, že provést změnu personálního obsazení výrobního procesu ze čtyř na tři operátory je možná, ale přináší sebou i své nevýhody.

### Výhody změny:

- ušetření nákladů za operátora v rámci výrobního procesu
- nižší standardní čas, nižší cena výroby
- vyšší efektivita a snížení NVA operací
- nastavení standardů a standardizace
- implementace Metody 5S + 2S
- zavedení Kaizen neustálého zlepšování

### Nevýhody změny:

- vyšší nároky na operátora
- větší riziko omylu v postupu vzhledem k vysokému počtu operací
- složitější a náročnější trénink
- nutnost fyzicky zdatnějšího operátora



## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce měla za úkol přiblížit problematiku výrobního procesu autorádia display audio pro zákazníka Toyota ve vybrané průmyslové společnosti. Vypracovaná analýza odhalila spoustu výzev, které bylo třeba pokořit, aby se z úzkého místa, které bylo bez využití nástrojů průmyslového inženýrství stal optimalizovaný výrobní proces zredukovaný o jednoho operátora. Použité metody, které jsem díky této práci nastudoval a osvojil si, přispěly k provedení správného náhledu na celý výrobní proces.

Největším přínosem pro mě byla příležitost využít veškeré metody popsané v teoretické části v praxi a také spolupráce s kolegy z ostatních oddělení. Komunikace s nimi mi přinesla pohled z jiného směru a pomohlo mi pochopit opravdové příčiny problémů v tomto výrobním procesu.

Hlavním cílem bakalářské práce bylo snížit počet operátorů na výrobním procesu montáže, který výrobní tým úspěšně splnil a dovedl do zkušební výroby. Aplikace do sériové výroby bude následovat v nejbližší době.

Teoretická část byla zpracována formou literární rešerše do čtyř hlavní kapitoly: průmyslové inženýrství, štíhlá výroba, metoda 5S + 2S a pojem výroba. Průmyslové inženýrství zahrnuje štíhlou výrobu, které se věnuje druhá kapitola teoretické části. V další kapitole je vysvětlen pojem metody 5S a všechny její části. V poslední části je vysvětlen pojem výroba, obecné pojmy a hodnoty ve výrobním procesu. Všechny tyto pojmy byly následně využity v praktické části této práce.

První kapitola praktické části se věnuje představení společnosti Panasonic, základní charakteristice, výrobnímu portfoliu společnosti a představení výrobního pracoviště. Druhá kapitola pojednává o již zmíněné analýze výrobního procesu. Pro analýzu byl použitý nástroj EWA, ze kterého vyplanulo zjištění velkého množství čekání z pohledu operátora a neefektivní využití lidských zdrojů. Dále také zajistil dostatek vstupů pro simulaci v Technomatix plant simulation, který potvrdil teoreticky redukci operátora a dodržení daného výstupu. V poslední řadě byla vyčíslena úspora po redukci jednoho operátora.

Na závěr je vypracován návrh na zlepšení výrobního procesu, tak aby výsledek splňoval požadavky managementu společnosti. Mimo návrhu jsou zmíněné doporučení jako je dodržování metody 5S + 2S a vypracování instrukce jak jej dodržovat a zesílení důrazu na trénink operátorů, kteří budou pracovat na tomto výrobním procesu.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ANJALI, J. Just-in-Time Manufacturing. The investors book [online]. 2022, 8.7.2022 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://theinvestorsbook.com/just-in-time-manufacturing.html>

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 978-802-6500-292.

BURIETA, Ján. FRAUNHOFER IPA SLOVAKIA. Svět produktivity: 5S, 6S, nebo dokonce 7S [online]. 2012, 2012 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/clanek/5s-6s-nebo-dokonce-7s.htm/>

Desco Europe: Organising your Workstation Using 5S method. Desco Europe [online]. [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://www.descoeurope.com/5S-Workplace-Method.aspx>

DLABAČ, Jaroslav, 2015. Články: Štíhlá výroba - používané metody a nástroje. E-api.cz [online]. [cit. 2020-01-23]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25786n-stihla-vyroba-pouzivane-metody-a-nastroje>.

DUGGAN, Kevin J., 2013. *Creating Mixed Model Value Streams: Practical Lean Techniques for Building to Demand*. North Kingstown: Taylor & Francis, 238 s. ISBN 978-1-4398-6843-0.

GREENE, Jack, 2013. *Industrial Engineering: Theory, Practice & Application: Business and Production Management, Productivity and Capacity*. North Charleston: CharlestonSpace, 411 s. ISBN -13: 978-14-823-0179-3.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. 1. vyd. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

JEŽEK, Otakar. Produktivita: Co je průmyslové inženýrství a čemu slouží?. Produktivita.cz [online]. Bukovina, 2019, 20.12.2019 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://www.produktivita.cz/l/co-je-prumyslove-inzenyrstvi-a-cemu-slouzi/>

JOSHI, Ajay Anantrao. Ijiet: A Review on Seven S (7S) as a tool of Workplace Organization [online]. 2015, 2015 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <http://www.ijiet.com/wp-content/uploads/2015/12/4.pdf>

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.

KAPUSTA, Petr, 2020. Co komu přidává „přidaná hodnota“?. Academy of productivity and innovations [online]. Želečovice, 2020, 1.4.2020 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25929n-co-komu-pridava-pridana-hodnota>.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2001. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN 80-717-9471-6.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902-2350-8.

MAŠÍN, I., KOŠTURIÁK J., DEBNÁR, P, 2007. *Zlepšování nevýrobních procesů - Úvodní program pro servisní a procesní týmy*. 1. vydání. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-3-9.

OUDOVÁ, Alena, 2016. *Logistika: základy logistiky*. Aktualizované 2. vydání. Prostějov: Computer Media, 104 s. ISBN 9788074022388.

Panasonic automotive. Panasonic [online]. Langen, 2023, 2023 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://eu.automotive.panasonic.com/about-us/facts-figures>

Siemens: TECNOMATIX Plant Simulation [online]. 2023 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://plm.sw.siemens.com/es-ES/tecnomatix/products/plant-simulation-software/>

Six Sigma daily: What are the Seven Basic Tools of Six Sigma?. Six Sigma daily [online]. 2022, 25.7.2022 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://www.sixsigmadaily.com/what-are-the-seven-basic-tools-of-six-sigma/>

Veřejný rejstřík a sbírka listin. Justice [online]. Ministerstvo spravedlnosti České republiky, 2022, 29.9.2022 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-detail?dokument=73505498&subjektId=116658&spis=623832>

WANG, Yu Ning. SAP community: Poka-Yoke in UX Design. SAP community [online]. 2021, 1.11.2021 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://blogs.sap.com/2021/11/01/poka-yoke-in-ux-design/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

EWA	Element work analysis
HR	Lidské zdroje
LCD	Liquid crystal display
NVA	Operace nepřidávající hodnotu
OBC	On board charger
OEM	Originální dodavatel dílů
PASCZ	Panasonic Automotive Systems Czech
PCB	Printed circuit board
PCE	Procesní inženýring
PFMEA	Analýza rizik procesu
TIE	Total industrial engineering
TPM	Totálně preventivní údržba
TQC	Total quality control
VA	Operace přidávající hodnotu

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 - Trojdimenzionální rozměr .....	13
Obrázek 2 - Sled kroků při metodě 5S.....	19
Obrázek 3 - Just in time .....	22
Obrázek 4 - Koloběh výrobních faktorů ve firmě.....	24
Obrázek 5 - Technomatix plant simulation.....	28
Obrázek 6 - Panasonic lokace v EU.....	31
Obrázek 7 - Porovnání objemu výroby v % .....	33
Obrázek 8 - Display audio .....	33
Obrázek 9 - HUD display .....	34
Obrázek 10 - OBC – On Board Charger 22kW .....	34
Obrázek 11 - Line layout .....	38
Obrázek 12 - Výstup linky Toyota .....	39
Obrázek 13 – Současný layout.....	40
Obrázek 14 – Nový layout.....	41
Obrázek 15 - měření výrobního stanoviště .....	43
Obrázek 16 – Srovnání podílu činností operátora vs stroje .....	44
Obrázek 17 – Rozdělení manuálních a automatických.....	45
Obrázek 18 – Rozdělení manuálních a automatických.....	46
Obrázek 19 - Simulace výrobního procesu.....	47
Obrázek 20 - Vytíženost operátora v rámci jednoho cyklu .....	48
Obrázek 21 - VA a NVA operace operátora.....	49
Obrázek 22 – VA a NVA operace stroje .....	50
Obrázek 23 - Pracoviště po implementaci metody 5S .....	51
Obrázek 24 - Analýza budoucího stavu.....	53
Obrázek 25 - Analýza budoucího stavu.....	54

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 - Seznam klíčových kompetencí průmyslového inženýra .....	14
Tabulka 2 - Srovnání typů výrobního procesu.....	27
Tabulka 3 – výpočet úspory po redukci jednoho operátora.....	55