

Projekt racionalizace výrobního procesu ve vybrané společnosti

Bc. Pavel Holan

Diplomová práce
2025



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: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Pavel Holan
Osobní číslo: M23325
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Projekt racionalizace výrobního procesu ve vybrané společnosti

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši zabývající se výrobním procesem a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části diplomové práce.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výrobního procesu ve vybrané společnosti.
- Vypracujte návrh řešení na racionalizaci výrobního procesu ve vybrané společnosti.
- Provedte zhodnocení navrhovaného řešení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

BARTODZIEJ, Christoph Jan. *The concept industry 4.0: an empirical analysis of technologies and applications in production logistics*. BestMasters. Wiesbaden: Springer, 2017. ISBN 978-3-658-16502-4.
BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean*. Boca Raton: American Lean SD, 2016. ISBN 978-15-393-2294-8.
DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: A Plain – Language Guide to the world's most Powerful Production System*. 3rd edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016. ISBN 978-1-4987-0887-6.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
TARANTINO, Anthony. *Smart manufacturing*. New Jersey: Wiley, 2022. ISBN 9781119846642.

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

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2025**
Termín odevzdání diplomové práce: **25. dubna 2025**

L.S.

doc. Ing. Michal Pilík, Ph.D.
děkan

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové 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, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá projektem racionalizace výrobního procesu ve vybrané výrobní společnosti. Teoretická část poskytuje podpůrné informace pro praktickou část, využívající knižní a odborné zdroje, zejména metody a nástroje průmyslového inženýrství, štíhlé výroby a další metody aplikované v praktické části. Hlavním cílem této diplomové práce je transformace ručního montážního pracoviště na automatické, což povede ke zvýšení výstupu o 50 %. Vedlejší cíle zahrnují snížení nákladů na výrobu unašeče s pružinou, úpravu logistického toku materiálu, navržení opatření ke zlepšení a zhodnocení navrhovaných řešení. Pro realizaci všech cílů poskytují data metody průmyslového inženýrství, VSM mapa, Spaghetti diagram a snímek pracovního dne. Práce se zaměřuje na analýzu současného stavu, identifikaci klíčových oblastí pro zlepšení a implementaci navržených změn s cílem racionalizovat výrobní proces a zvýšit efektivitu. Na základě analyzovaných dat se poté projektová část věnuje přípravě a plánování projektu a uskutečnění stanovených cílů.

Klíčová slova: automatizace, štíhlá výroba, efektivita, finanční úspora

ABSTRACT

This thesis deals with the project of rationalizing the production process in a selected manufacturing company. The theoretical part provides supporting information for the practical part, using book and professional sources, especially methods and tools of industrial engineering, lean manufacturing, and other methods applied in the practical part. The main goal of this thesis is the transformation of a manual assembly workstation into an automatic one, which will lead to a 50% increase in output. Secondary goals include reducing the production costs of the spring carrier, adjusting the material logistics flow, proposing improvement measures, and evaluating the proposed solutions. To achieve all the goals, data from industrial engineering methods, VSM map, Spaghetti diagram, and workday snapshots are provided. The work focuses on analyzing the current state, identifying key areas for improvement, and implementing the proposed changes to rationalize the production process and increase efficiency. Based on the analyzed data, the project part then deals with the preparation and planning of the project and the achievement of the set goals.

Keywords: automatization, lean production, effectiveness, financial savings

Zde bych rád poděkoval celé své rodině a přítelkyni za podporu při mém studiu celých 5 let. Byla to nesmírně zajímavá a přínosná zkušenost plná radostí, ale i starostí. Na náročné zkoušky brzo zapomenu a zůstanou už jen ty hezké vzpomínky na super lidi, které jsem za tu dobu potkal.

Obrovské díky patří mé nejdražší vedoucí paní Ing. Lucii Macurové Ph.D., která mě podržela jak při psaní bakalářské práce, tak i při psaní diplomové práce. Děkuji!

OBSAH

ÚVOD.....	11
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	15
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	16
1.1 TÝMOVÁ PRÁCE	16
1.2 ZNALOSTI PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRA	17
2 VÝROBA A VÝROBNÍ PROCES.....	20
2.1 VÝROBNÍ PROCES	20
2.2 VÝROBA A PRŮMYSL 4.0	23
3 LEAN MANAGEMENT.....	25
3.1 ŠTÍHLÉ MYŠLENÍ (LEAN THINKING)	26
3.2 DRUHY PLÝTVÁNÍ	26
3.3 METODA 5S + 1S.....	29
3.4 TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS).....	31
3.5 KANBAN (PULL SYSTÉM)	33
3.6 PUSH A PULL SYSTÉM	36
4 LOGISTIKA	37
4.1 SPAGHETTI DIAGRAM	37
4.2 VSM MAPA	38
4.3 ŘÍZENÍ ZÁSOB.....	40
5 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ	41
5.1 PRINCIPY PROJEKTOVÉHO ŘÍZENÍ	41
6 TEORETICKÁ VÝCHODISKA	44
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	45
7 SPOLEČNOST ALPHA CORPORATION.....	46
7.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI FAB	46
7.2 HISTORIE SPOLEČNOSTI ALPHA	47
7.3 ZÁKLADNÍ ÚDAJE ALPHA V TÝNIŠTI NAD ORLICÍ.....	48
7.4 VÝROČNÍ ZPRÁVA Z ROKU 2023 FIRMY ALPHA	48
7.5 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	49
7.6 ALPHA WAY.....	50
7.7 PRODUKTOVÉ PORTFOLIO	51
7.8 PODÍL PRODUKTŮ NA TRHU	56

8	PŘEDSTAVENÍ VÝROBNÍHO PROCESU UNAŠEČE S PRUŽINOU.....	59
8.1	TECHNOLOGIE FIRMY	60
8.2	VÝROBNÍ ODDĚLENÍ	60
8.3	INTERNÍ LOGISTIKA	63
8.4	ODDĚLENÍ SKLADU	63
9	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY UNAŠEČE S PRUŽINOU	64
9.1	METODY POUŽITÉ PRO ANALÝZU SOUČASNÉHO STAVU	65
9.2	VÝROBA ZÁMKOVÝCH SAD.....	66
9.3	ŘÍZENÍ ZÁSOB VE VÝROBĚ	75
10	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI.....	81
11	PROJEKT RACIONALIZACE VÝROBY A LOGISTICKÉHO TOKU PODSESTAVY	83
11.1	DEFINICE PROJEKTU	83
11.2	RIPRAN ANALÝZA	84
11.3	PROJEKTOVÝ PLÁN	88
12	IMPLEMENTACE NÁVRHŮ RACIONALIZACE V RÁMCI PROJEKTU	93
12.1	NÁVRH NOVÉHO VÝROBNÍHO PRACOVISTĚ	93
12.2	NÁVRH ÚPRAVY LOGISTICKÉHO TOKU	97
12.3	ÚPRAVA PŮVODNÍHO SPAGHETTI DIAGRAMU	98
13	ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO PROJEKTU	101
13.1	ZHODNOCENÍ ZMĚNY MONTÁŽE.....	101
13.2	ZHODNOCENÍ ZMĚNY LOGISTICKY PODSESTAVY	103
13.3	DOPORUČENÍ A NÁVRHY FIRMĚ	105
	ZÁVĚR.....	107
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	109
	SEZNAM OBRÁZKŮ	113
	SEZNAM TABULEK.....	115
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	116
	SEZNAM PŘÍLOH.....	117

ÚVOD

Zatím co svět se stále vyrovnává s krizí Covid-19, zasáhla ho další rána v podobě války na Ukrajině, kterou rozpoutal Putinův režim. Celý svět byl v šoku, když Ruské tanky vjeli na území Ukrajiny a už vůbec nikdo nečekal, že to potrvá přes dva roky a stále bez vidiny konce. Veškerá dění ve světě ovlivňují náš každodenní život a průmysl není žádnou výjimkou. Cílem všech firem v průmyslu je maximalizace zisku, a tak i kvůli těmto krizím je stále větší tlak na pracovníky pro optimalizaci procesů a hledání úspor v procesu výroby. Již pár desítek let jsou ve většině průmyslových firmách zavedené pozice průmyslových inženýrů, kteří se této problematice věnují. Současný trend v průmyslových firmách je automatizace procesů, kde je vyšší počáteční investice, ale při správném výpočtu, je návratnost vyšších počátečních investic v řádech jednotkách let a následně firma po splacení začne generovat zisk.

Tato diplomová práce je zaměřena na automatizaci procesu montáže unašeče s pružinou, která byla vybrána vedením firmy pro její časté opakování v řadě výrobních procesů ve firmě. Změna spočívá v zavedení automatického pracoviště na tuto podsestavu a pokrytí veškeré výroby z jednoho centralizovaného pracoviště. Změna je řízena projektově v rámci stanoveného projektového týmu. Pro vytvoření odpovídajícího projektového plánu poskytují informace vypracované metody průmyslového inženýra.

Hlavním cílem je transformace ručního montážního pracoviště na automatické s cílem zvýšení výstupu o 50 %. Dílčími cíli byly určeny snížení nákladů výroby unašeče s pružinou, které se váží hlavně na automatické pracoviště a její nižší pracnost v porovnání s ručním stanovištěm. Dále úprava logistického toku materiálu pro optimalizaci celkové délky trasy skladníků a v poslední řadě zhodnocení navrhovaných řešení.

Práce je rozdělena na dvě části teoretickou a praktickou. Teoretická část podporuje praktickou část informacemi, které jsou čerpány z odborné literatury. Z dostupných zdrojů je provedena literární rešerše na téma metod a nástrojů průmyslového inženýrství, štihlé výroby a dalších metod využitých později v praktické části. V závěru teoretické části je úvod k projektové části, která je v praktické části nezbytnou součástí navržených změn pro racionalizaci. Praktická část navazuje na seznámení s metodami již uvedenými v předchozí části a uvádí je do praxe. První kapitoly se věnují analýze současného stavu pomocí metod VSM mapa toku hodnot, snímek pracovního dne pracovníka a Spaghetti diagram pro analýzu logistického toku podsestavy. Na to poté navazuje projektová část, která je v první řadě

podrobena analýzou rizik RIPRAN a poté popisuje, jakým způsobem plánuje projektový tým racionalizovat pracoviště montáže unašeče s pružinou.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ

Hlavním cílem této diplomové práce je transformace ručního montážního pracoviště na automatizované, s cílem zvýšit výstup o 50 %. Automatizovaný stroj bude schopen zásobovat ostatní výrobní linky, kam unašeč s pružinou vstupuje, s termínem dokončení začátkem února 2025.

Dílčí cíle zahrnují snížení nákladů na výrobu unašeče s pružinou, optimalizaci logistického toku materiálu, návrhy zlepšení přispívajících k vyšší efektivitě výroby a zhodnocení navrhovaných řešení.

Níže je uveden seznam metod průmyslového inženýrství využitých k dosažení stanovených cílů této diplomové práce. V úvodu praktické části bude provedena analýza rizik metodou RIPRAN. Následuje analýza hodnotového toku pomocí metody VSM (Value Stream Mapping), a poté byly pomocí Gemby, snímku pracovního dne a videozáznamu provedeny rozboru pracoviště, které jsou nedílnou součástí návrhu a implementace pozdějších řešení v rámci projektové části. Pro optimalizaci logistického toku byla rovněž využita metoda Spaghetti diagram, která spolu s poznatky z teoretické části bude sloužit k vypracování návrhu úpravy logistického toku podsestav.

- **Gemba ve výrobě a skladu**

Shromáždění projektového týmu přímo v místě výroby a skladu je nenahraditelná metoda pro získání cenných dat pro budoucí práci na realizaci projektu.

- **Shromáždění dat**

Doplňkem ke Gembě ve výrobě a skladu bylo shromáždění dat z interních systémů firmy zejména pro získání přehledu o dlouhodobých datech.

- **VSM (Value Stream Mapping)**

VSM (Value Stream Mapping) je grafický nástroj, který umožňuje zobrazit a analyzovat klíčové prvky procesů, zejména výrobních. Pomáhá identifikovat přidanou hodnotu, úzká místa, plýtvání a další cenné informace. Tato metoda je základním prvkem lean managementu a je využívána k eliminaci plýtvání a zlepšení efektivity procesů

- **Snímek pracovního dne**

Snímek pracovního dne poskytuje konkrétní informace o délce trvání operací, plýtvání a nadbytečných pohybech na pracovišti, které vykonává pracovník. Metoda zahrnuje záznam

činností s tužkou a papírem, nebo video kamerou, časové měření za pomoci stopek a analýzu získaných dat.

- **RIPRAN analýza**

Metoda RIPRAN (Risk Project Analysis) je nástroj pro analýzu rizik projektů. Slouží k identifikaci, kvantifikaci a návrhu opatření ke snížení rizik, čímž zvyšuje pravděpodobnost úspěšného dokončení projektu. RIPRAN využívá systémového a procesního přístupu k analýze rizik a respektuje mezinárodní normy ISO. Tato metoda je široce používána v projektovém řízení a je součástí výuky na mnoha vysokých školách v ČR.

- **Spaghetti diagram**

Spaghetti diagram je vizuální nástroj, který mapuje fyzický tok materiálů, lidí a dokumentů v procesu. Pomáhá identifikovat nadbytečné pohyby a optimalizovat rozložení pracoviště, čímž snižuje plýtvání a zvyšuje efektivitu. Tento diagram je často používán v lean managementu ke zlepšení procesů a eliminaci neefektivních pohybů

- **Brainstorming s projektovým týmem**

Brainstorming je proces myšlenkové bouřky, kdy se za určitý časový úsek spontánně navrhuje co nejvíce nápadů na dané téma, nebo problém.

- **Kontrola aplikovaných opatření (audit)**

Ověření dosažení výsledků by nemělo chybět v žádném projektu. Je důležité zhodnotit, zda opatření byla efektivní a přínosná pro budoucí vývoj firmy.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Mladý multidisciplinární obor s názvem průmyslové inženýrství se zaměřuje na optimalizaci využití klíčových zdrojů v produkci firem, včetně lidských zdrojů (práce), strojů, materiálů, informací a energie, aby firma efektivně vytvářela své výrobky, nebo poskytovala služby za které je finančně oceněná. Zrod průmyslového inženýrství se datuje do průmyslové revoluce v 19. století. Tento obor prošel dynamickým vývojem a přizpůsoboval se vývoji technologickému a průmyslovému prostředí. Průmyslové inženýrství zformovalo dnešní tvář průmyslu a silně ovlivnilo chápání odvětví výroby ve společnosti. Jeho principy a techniky byly klíčové při zlepšování produktivity, kvality a udržitelnosti, čímž přispěly k ekonomickému růstu a zlepšení životní úrovně. Průmyslové inženýrství je připraveno hrát klíčovou roli při řešení výzev 21. století. Pokročilé technologie, jako je AI a automatizace umožňuje přístup k novým metodám optimalizace procesů a systémů. (Borthakur, 2023, s.1) Hlavní postavou průmyslového inženýrství je průmyslový inženýr, který je svou rolí jednou z nejdůležitější osobou pro výrobní společnost, protože spojuje jednotlivá oddělení a tvoří pomyslný most mezi nimi. Jeho úkolem je správně navrhnout cestu, kterou se jeho tým vydá s pomocí metod průmyslového inženýrství. Pomocí těchto metod má za cíl eliminovat plýtvání, optimalizovat výrobní procesy a propojit administrativní část společnosti s výrobní částí. (Chromjaková, 2013, s.4)

1.1 Týmová práce

Pro správné fungování a nedílnou součást průmyslového inženýrství považovala autorka Bonnie Boardman týmovou práci jako fundamentální prvek průmyslového inženýrství. Tým je uskupení lidí s určitým zaměřením, kteří pracují spolu a řeší každý svoji část na kterou jsou specializovaní. Týmy jsou odpovědné za dosažení konkrétních společných cílů a obvykle mají pravomoc přijímat rozhodnutí potřebná k dokončení svých pověřených úkolů. Mimo doporučení, jak má tým fungovat, jaké pravidla mají lidé v týmu dodržovat, autorka zmiňuje hlavně důvody neúspěchu týmu. V začátku by si měli dát členové týmu pozor hlavně na tyto chyby. (Boardman, 2020, s.16)

- **Neochota spolupracovat**

Selhání spolupráce může nastat, když členové nechtějí nebo nejsou ochotni se zavázat ke společnému cíli nebo souboru aktivit. Co když například polovina členů týmu pro vývoj produktů chce vytvořit zcela nový produkt a polovina chce vylepšit stávající produkt? Celý tým může uvíznout na tomto bodě sporu týdny nebo dokonce měsíce.

- **Nedostatek manažerské podpory**

Každý tým potřebuje organizační zdroje k dosažení svých cílů, a pokud vedení není ochotno poskytnout potřebné zdroje, například financování nebo klíčový personál, pak tým pravděpodobně nedosáhne těchto cílů.

- **Selhání manažerů při delegování pravomocí**

Vedoucí týmů jsou často vybíráni z řad úspěšných supervizorů a manažerů první linie, kteří dávají pokyny na denní bázi a očekávají, že budou splněny. Tento přístup k pracovním činnostem nemusí fungovat dobře při vedení týmu. Tato pozice, ve které úspěch závisí na budování konsensu a umožnění lidem dělat vlastní rozhodnutí.

- **Selhání týmů spolupracovat**

Pokud jste v jednom týmu ve firmě, pak jsou pravděpodobně další týmy v rámci firmy a firma je závislá na týmech, aby vykonávaly velkou část práce organizace a dosahovaly mnoha jejích cílů. Jinými slovy, do určité míry se jedná o týmově orientovanou organizaci, a jako taková vyžaduje dosažení jejích celkových cílů vysokou úroveň spolupráce mezi týmy. Když se týmy nemohou dohodnout na společných cílech, týmy a poté i firma pravděpodobně nedosáhnou velkého úspěchu. (Tarantino, 2022, s.4)

Chieh-Peng Lin (2015, s.57) doplňuje svým výzkumem, že vedoucí daného týmu, v tomto případě průmyslový inženýr musí mít určité charisma a předpoklady pro dobré vedení týmu. Hlavní výstup z jeho výzkumu byl, že charisma vedoucího týmu a jasnost cílů pozitivně souvisí s týmovým plánováním a vzbuzuje týmového ducha členů týmu. Týmové plánování dále pozitivně souvisí s výkonností týmu a napomáhá schválení vrcholovým vedením.

1.2 Znalosti průmyslového inženýra

Průmyslový inženýr se musí neustále vyvíjet a vzdělávat se, jinak není možné, aby udržel krok s vývojem nových technologií. Oblast průmyslového inženýrství prochází významnou transformací díky novým trendům a technologiím každý den. Internet věcí, umělá inteligence, robotika, aditivní výroba, analýza velkých dat a další technologie revolucionizují tradiční průmyslové postupy. Průmysloví inženýři hrají klíčovou roli při přijímání a implementaci těchto technologií za účelem optimalizace procesů, zlepšení efektivity a podpory udržitelné výroby. Jak se průmyslová krajina nadále vyvíjí, průmysloví

inženýři musí držet krok s těmito novými trendy, aby zůstali na špici inovací a podporovali neustálé zlepšování v průmyslu. (Borthakur, 2023, s.1)

Autor Borthakur je toho názoru, že průmyslový inženýr by měl ovládat sadu technik a znalostí, aby zvládal odborně vést projekt a implementovat správná řešení. Tyto nástroje a techniky tvoří páteř práce průmyslových inženýrů a mohou být aplikovány v různých odvětvích, včetně výroby, zdravotnictví, logistiky a služeb. Zde jsou některé klíčové nástroje a techniky používané průmyslovým inženýrem. (Borthakur, 2023, s.7)

- **Studie a seberozvoj**

Udržitelný rozvoj je hlavním klíčem k úspěchu pro průmyslového inženýra. V této dynamické době musí být schopen držet krok s vývojem nových technologií a ty, které jsou nezbytné pro jeho práci si i osvojit a použít pro svou práci. (Borthakur, 2023, s.8-9) Autoři Chikasha a spol. dodávají, že internet věcí je dalším klíčem budoucího úspěchu pro zvládnutí budoucích výzev v průmyslovém inženýrství. Internet věcí je označení pro síť fyzických zařízení jako AGV vozíků, počítačů ve firmě, strojů ve výrobě a podobně. (Chikasha a spol., 2021)

Tato technika zahrnuje studium metod a měření práce. Studium metod zahrnuje zkoumání posloupnosti operací v procesu za účelem snížení plýtvání zdroji a zvýšení efektivity. Měření práce zahrnuje určení času, který kvalifikovaný pracovník potřebuje k dokončení úkolu, a stanovení standardů pro měření výkonu. Poznávání nových procesů, mechanik a porozumění chodu výrobní linky. (Borthakur, 2023, s.8-9)

- **Operační výzkum (OR)**

OR využívá matematické modely a analytické metody k rozhodování o složitých systémech. Zahrnuje lineární programování, teorii rozhodování, teorii her, teorii front a simulaci modelování. Tyto techniky mohou pomoci optimalizovat přidělování vzácných zdrojů, řídit riziko a zlepšit provozní efektivitu.

- **Statistické procesní metody (SPC)**

SPC používá statistické metody k monitorování a řízení procesu, aby zajistila, že proces funguje podle očekávání a produkuje vysoce kvalitní výstup. Nástroje používané v SPC zahrnují kontrolní diagramy, histogramy, bodové diagramy a Pareto diagramy.

- **Lean production**

Lean techniky mají za cíl minimalizovat plýtvání v rámci výrobního systému a zároveň maximalizovat produktivitu. Klíčové principy zahrnují výrobu just-in-time (JIT), Kanban systémy, 5S, mapování hodnotového toku a neustálé zlepšování (Kaizen).

- **Six Sigma**

Six Sigma je disciplinovaný, datově řízený přístup k eliminaci vad v jakémkoli procesu, od výroby po transakční a od produktu po službu. Používá různé nástroje, jako jsou DMAIC (Definovat, Měřit, Analyzovat, Zlepšovat a Řídit) a DMADV (Definovat, Měřit, Analyzovat, Navrhnout a Ověřit).

- **Ergonomie**

Také známá jako inženýrství lidských faktorů, ergonomie zahrnuje navrhování pracovních míst a pracovních procesů tak, aby odpovídaly schopnostem pracovní síly, s cílem zvýšit bezpečnost, pohodlí a produktivitu. (Borthakur, 2023, s.8-9)

Podobná skladba znalostí průmyslového inženýra se objevuje v knize autorky Chromjakové (2013), která potvrzuje správnost těchto znalostí a technik průmyslového inženýra. Další znalosti, které se objevují v knize jsou například plánování a řízení projektů, technická a technologická příprava výroby, řízení produktivity procesů, analýza a měření práce, flexibilita, a jiné. (Chromjaková, 2013)

- **Kaizen**

„Myšlení a zlepšování orientované ne na výsledky, ale na dobře fungující procesy.“
(Chromjaková a Rajnoha, 2011, s.82)

Kaizen je postupné zlepšování procesu, který svou definicí není designován k tvorbě velkých a revolučních změn. Toto je hlavní rozdíl mezi Japonským a západním myšlením. Průmyslový inženýr musí myslet každý den jak a co změnit k lepšímu i kdyby jen o 1 %, nebo posunutím krabíčky o 1 cm. Z toho důvodu akce Kaizen trvají nejvýše pár dní. Samozřejmě Japonci mají slovo, které vyjadřuje opačný význam pro velké věci Kaikaku. (Tarantino, 2022, s.84)

2 VÝROBA A VÝROBNÍ PROCES

Výroba nebo v angličtině „manufacturing“ vychází z latinského slova „manufactus“ což v překladu znamená „ruční výroba“. Výroba se po dobu své existence několikrát přeměnila prakticky k nepoznání hlavně díky technologickému pokroku, tak se již v dnešní době s ruční výrobou až na nějaké výjimky v průmyslu nesetkáme. Tento pokrok lze jednoduše rozdělit na tři základní milníky na mechanizaci, automatizaci a nástup IT a internetu. V dnešní době je standard pro výrobní společnosti vyrábět své produkty v sériové výrobě za kterou je jako průkopník považován Henry Ford. (Badiru, 2013, s.337) Výrobu dle Vávrové a Tomka lze charakterizovat jako *„výsledek cílevědomého lidského chování, kdy použitím vstupních faktorů zajišťuje příslušný transformační proces co nejhodnotnější vstup. Výroba je tedy ve své podstatě účelná kombinace faktorů za účelem vytvoření věcných výkonů či služeb.“* (Vávrová a Tomek, 2014, s.61) Pro řízení výroby a zhodnocení její efektivity výroby se používá parametr produktivita výroby. Produktivitu charakterizuje Patermann jako poměr mezi výstupem a vstupem například práce, materiál, nebo energie. Produktivita je rozdělena následně na dílčí produktivitu a celkovou produktivitu. Dílčí produktivita se měří například u stroje ve výrobě. (Patermann, 2022, s.21) Elshennawy a Weheba (2015) vykládají výrobu jako přeměnu faktorů vstupů na produkty, ze kterých má zákazník užitek a za který zaplatil.

2.1 Výrobní proces

Dle Jurové a kol. lze výrobní procesy a organizační uspořádání rozdělit do čtyř různých kategorií na základě vztahu k zákazníkovi. Jestliže je produkt vybrán přímo zákazníkem, označuje se proces jako zakázková výroba. Pokud probíhá ve firmě výroba pro trh bez předem známého zákazníka, pak se proces označuje jako výroba na sklad. (Jurová a kol., 2016, s. 110) Následující podkapitoly se věnují dalšímu rozdělení výrobních procesů.

2.1.1 Obecné rozdělení procesů

Dle Janušky (2018) je níže uvedeno obecné rozdělení procesů, které lze identifikovat v každé výrobní společnosti. (Januška, 2018)

- **Hlavní procesy** – tyto procesy jsou zaměřeny přímo na zákazníka a vytváří přidanou hodnotu. (Januška, 2018)
- **Podpůrné procesy** – tyto procesy slouží k zajištění hladkého chodu firmy, jsou vázány na konkrétní procesy a podporují všechny činnosti. (Januška, 2018)

- **Řídící procesy** – tyto procesy nejsou vázány na jeden konkrétní proces. Patří do skupiny podpůrných procesů a procházejí celou organizací. (Januška, 2018)

2.1.2 Dle míry hladkého průběhu technologického procesu

První rozdělení na základě konkrétní charakteristiky je vztaženo k technologičnosti procesu. Dle Jurové a kol. (2016) se dělí procesy následovně.

- **Plynulá (kontinuální) výroba** – pro tento typ výroby platí, že se prakticky nezastavuje a nepřetypovává jako standardní, přerušovaná výroba. Výrobní proces probíhá v zařízeních propojených potrubími a skladovacími systémy. Technologické a manipulační procesy jsou zde těsně propojeny. Produkty kontinuální výroby se obvykle vyrábějí ve velkém množství. Kontinuální výroba poskytuje ideální půdu pro automatizaci. Proto také již v minulosti dosáhla vysoké úrovně automatizace. Tento typ se objevuje nejčastěji v chemické, nebo hutní výrobě. (Jurová a kol., 2016, s.110)
- **Přerušovaná (diskrétní) výroba** – druhý typ přerušovaná výroba je k nalezení ve výrobních společnostech strojních, elektrotechnických, stavebních a podobně. Je to častější způsob výroby, právě kvůli různým typům v portfoliu společnosti. Diskontinuální, nebo diskrétní výroba je často zastavena a přetypována na jiný typ výrobku. Tyto výrobní procesy jsou na tento způsob výroby designovány, protože je pro společnost výhodnější vlastnit jeden univerzální proces za cenu prostojů než více procesů podle různého typu výrobku. V tomto případě je automatizace více komplikovaná, díky různorodosti operací, ale není nemožná. (Jurová a kol., 2016, s.110)

2.1.3 Dle typu použité technologie

V této kategorii lze rozeznat tři druhy výrobního procesu podle typu použité technologie. (Jurová a kol., 2016, s.110)

- **Mechanická výroba** – zde zůstává nezměněna látková podstata, ale mění se tvar a jakost (strojírenská výroba, stavební apod).
- **Chemická výroba** – zde probíhá látková podstata surovin a materiálu (chemický průmysl apod).

- **Biochemická a biologická** – u tohoto typu využívají přirozené procesy dané přírodou jako je zrání, kvašení, fermentace apod. Probíhá zde změna látkové podstaty surovin a materiálů (zemědělství, potravinářství apod). (Jurová a kol., 2016, s.110)

2.1.4 Dle typu výroby

Členění této kategorie (tabulka 1) je dle rozsahu provedených výkonů, tedy objem výrobků vyráběných v jedné dávce na základě požadavku zákazníka. (Jurová a kol., 2016, s.110)

- **Kusová výroba** – výroba v jednotkách kusů, typicky pro jednorázové zakázky.
- **Sériová výroba** – stejný produkt opakující se v sériích, může být dále rozlišována na malo sérii, středně a velkosériovou v závislosti na velikosti dávky.
- **Hromadná výroba** – velké množství výrobků s malým počtem přetypování na jiný výrobek během výroby. (Jurová a kol. 2016, s.111) V tomto typu výroby je automatizace na vysoké úrovni. Problém u tohoto druhu je monotónnost a práce a získání úměrně kvalifikovaných pracovníků. (Vávrová a Tomek, 2014, s.163)

Tabulka 1 Druhy procesů ve výrobě dle Jurové, 2016

Druh výroby	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

(zdroj: Jurová, 2016, s.111)

Vávrová a Tomek (2014) rozšiřují ve své knize rozdělení o dvě další kategorie dle typu výroby. (Vávrová a Tomek, 2014, s.167)

- **Druhov**á výroba – oproti hromadné výrobě jsou zde změny v daném druhu výrobku. Je to speciální případ předchozí kategorie výrobního procesu, kde probíhá výroba více druhů jednoho hromadně produkovaného výrobku.
- **Výroba partií/šarží** – zde se jedná o rozdílné výroby z pohledu kvality mezi výrobními dávkami, nebo je rozdíl přímo ve vstupním materiálu, které pak způsobí i rozdílnou kvalitu finálního produktu. (Vávrová a Tomek, 2014, s.167)

2.1.5 Dle typu výrobního procesu v organizaci

- **Proudová výroba** – výroba na výrobních linkách, které vyrábí jeden, nebo několik málo výrobků. Jednotlivé výrobní fáze jsou na sebe napojené a bez využití mezioperačních zásob.
- **Skupinová výroba** – výroba vícero druhů výrobku v malém množství, je ekonomicky nevýhodné tyto výrobky vyrábět na výrobní lince.
- **Fázová výroba** – výroba celé řady výrobků v nižším množství od každého druhu. (Jurová a kol. 2016, s.111)

2.2 Výroba a průmysl 4.0

V současné době je lze sledovat trend ve světě průmyslu s názvem průmysl 4.0, která charakterizuje čtvrtou průmyslovou revoluci. Průmysl 4.0 vznikl jako reakce na potřebu integrace pokročilých digitálních technologií do výrobního procesu. Poprvé byl tento koncept představen v roce 2011 trojicí Německých inženýrů. Průmysl 4.0 zahrnuje vrchol technického pokroku jako je IoT (internet věcí), AI (umělá inteligence) a strojové učení. (Bartodziej, 2017, s.27)

„Na internet se napojují měřicí přístroje i výrobní stroje, automobily homologované pro provoz v EU od dubna 2018 jsou povinně vybaveny SIM kartami pro zajištění funkce nouzového eCall. Celý svět je prosítován a propojen.“ (Mařík a kol., 2024, s.469) V reálném světě kvůli internetu začal být složitějším než kdy dříve, více neprůhledným a hůře říditelným. Jsme zahlceni velkým množstvím dat, kterým nerozumíme ani není v našich silách vše přijmout a porozumět jim. Je nezbytné naučit se filtrovat data podle toho, které nám jsou užitečné a které ne.

Pozitivní stránkou tohoto pokroku je, že v dnešní době umí komunikovat i stroje mezi sebou, uvažovat, řešit problémy, vyjednávat a optimalizovat. To vše bez zásahu člověka.

Hlavním motorem této možnosti je AI. Průmysl 4.0 absorbuje vše nové a použitelné. Vize všech průmyslových inženýrů je začlenit AI do automatických strojů a naučit ji autonomně reagovat na výpadky, závady a jiné pro zdokonalení stroje a optimalizaci procesu k eliminaci těchto chyb. (Mařík a kol., 2024, s.469)

2.2.1 Základní technologické předpoklady

Níže jsou podle autorů Mařík, Trčka, Černý a kol vypsány základní technologické předpoklady, které jdou směrem k prosazení konceptu průmyslu 4.0. (Mařík a kol., 2024, s.474)

- **Digitalizace a virtualizace** – v průmyslu 4.0 je bezpodmínečné propojení systémů internetem a je nezbytné přenést data do virtuálního světa.
- **Nové technologie** – nebát se nových technologií, objevovat a poznávat.
- **Rozvoj robotiky** – dalším krokem k usnadnění práce člověka je skrze robotiku.
- **Nové obchodní modely** – zjednodušení obchodu bez fyzické přítomnosti a zbytečného papírování.
- **Decentralizované rozsáhlé systémy** – hierarchický způsob řízení nefunguje, do popředí se tlačí nové autonomní systémy, to je budoucnost.
- **Multiagentní systémy** – robotizovaná zařízení jako samostatné jednotky učení se o světě. (Mařík a kol., 2024, s.474-478)

3 LEAN MANAGEMENT

Lean management neboli štíhlá výroba se ozývá dnes a denně ve většině výrobních firmách. Každý z nás to jistě již slyšel, ale dokázal by to také každý z nás definovat? Níže jsou dvě definice pojmu lean management. „*Existuje mnoho relevantních definic toho, co lean je a co lean není. Lean přístup je postaven na respektu k jedinečnosti každého z nás a k přirozené různorodosti lidské společnosti. Je vyjádřením schopnosti zlepšovat svět, v němž žijeme, a proto ho nelze redukovat jen na metody a techniky průmyslového inženýrství, ačkoliv je mu objektivnost a exaktnost vědeckého přístupu vlastní.*“ (Patermann, 2022, s.15)

Kratší a stručnější definici lean managementu, která však není méně vystihující zformuloval i Pascal. „*Lean production, also known as the Toyota Production System, means doing more with less-less time, less space, less human effort, less machinery, less materials-while giving customers what they want.*“ (Pascal, 2016, s. 65) Brau doplňuje, že jde hlavně o to vyrábět ve stejném, nebo menším prostoru, se stejným vybavením, stejným, nebo nižším počtem lidí a s vyšší přidanou hodnotou, jak již zmiňuje Pascal v citaci, ale nejedná se o šetření jako takové, ale celkové zvýšení efektivity výrobního procesu. (Brau, 2016)

Co naopak lean není? Americký odborník ve zdravotnictví Mark Graban si vytvořil akronym pro definici špatně uchopeného leanu – L.A.M.E. Anglický překlad zní ubohý a lze to přeložit i jako nesprávně prováděný lean. Zeštíhlování procesů se totiž v mnoha případech chápe velmi špatně. (Patermann, 2022, s.18)

- Firmy častokrát propustí pracovníky a nazývají to leanem.
- Organizování workshopů pro zavádění nástrojů štíhlé výroby bez předchozího porozumění těchto nástrojů.
- Zavádění lean nástrojů bez definovaného cíle a očekávání.
- Přiřazení lean implementaci pouze jednomu oddělení, které plošně zavede lean, ale bez přičinění a pochopení ostatních ve firmě.
- Považování čistého a dobře organizovaného pracoviště se zavedenou standardizací za příkladně implementovaný lean.
- Zavádění standardů a vyžadování dodržovat ho bez předchozího vysvětlení a pochopení pracovníka daného pracoviště.

- Vytvoření Potěmkinovo vesnice je starý pojem z oblasti komunismu kdy se stavěly falešné vesnice, aby to na oko vypadalo dobře. (Patermann, 2022, s.18)

3.1 Štíhlé myšlení (Lean thinking)

Samostatná kapitola v knize autora Farrokha nese název Lean thinking. V překladu jde o štíhlé myšlení, kterým autor klade důraz mimo ovládání potřebných metod i na nastavení mysli nejen průmyslového inženýra, ale i pracovníků výroby, a hlavně vedení celé společnosti. Je opravdu důležité, aby měla celá společnost štíhlé myšlení a chápala směr a souvislosti operací, které provádí průmyslový inženýr. Vedení společnosti musí být připraveno poskytovat zařízení a určitou úroveň svobody, kapitálu a personálu, pro efektivní vývoj společnosti. (Farrokh, 2017, s.235)

3.2 Druhy plýtvání

Patermann (2022, s.19) rozděluje plýtvání do tří základních kategorií 3M z japonského jazyka Muda (plýtvání), Mura (nerovnoměrnost) a Muri (přetíženost) a označuje je jako „nepřátelé“. Bližší vysvětlení může být, že pokud nastane výrazná změna (mura) množství požadovaných dílů v krátkém období, tak následně pak můžou být některá pracoviště příliš vytížená z pohledu kapacity (Muri). To má poté za následek plýtvání jako je čekání, přílišné zásoby, chyby, nebo velkého transportu (muda). Poznáním těchto škůdců pomáhají lépe pochopit obecné problémy dílenského vedení a provázanosti mezi sebou. (Patermann, 2022, s.19)

Podle Pascala je sběr dat z procesu základním nástrojem pro odhalení těchto plýtvání, které způsobují problémy v procesu a neproduktivitu. Není však nutné mít ve firmě systém za miliony, protože v dnešní době již technologie výrazně pokročily a lze je aplikovat pomocí drobné úpravy prakticky do každého systému, relativně levně. Podle autora je zásadní myslet na dobrou údržbu, statistiku chování stroje, a nejen závady a výpadky v procesu. Právě drobné, často opakující se závady zrychlují ztráty. „*A minority measures speed losses.*“ Tyto cenné informace načerpal z časem ověřeného systému Toyota production system. (Pascal, 2016, s. 55)

Níže jsou rozebrány konkrétní druhy plýtvání objevující se ve výrobním procesu, nebo v jakémkoli jiném, kde proudí data skrz proces. Někteří autoři uvádějí 7 až 8 druhů plýtvání, nadprodukcí, zásoby, pohyby, doprava, čekání, zmetky, nevyužitý lidský potenciál a nadbytečné zpracování. (Imai, 2005, s.82) Nicméně Patermann sice nevyvrací tyto druhy

plýtvání, ale rozdělení podle něj je, jak už bylo zmíněno do tří základních kategorií 3M, které poté dělí do dalších podkategorií.

3.2.1 Muda – plýtvání

Aktivita nepřinášející zákazníkovi hodnotu (NVA), může to být jakákoliv činnost, operace, pohyb. (Patermann, 2022, s.19)

- **Nadvýroba**

Zbytečná výroba na sklad, která není připravená na základě objednávky od zákazníků, tedy není jasné, kdy se zboží prodá a jestli vůbec. Dennis Pascal doplňuje ve své knize tvrzení podporující Patermanna od autora Taiichi Ohno, že nadprodukce znamená jádro veškerého zla ve výrobě, které doslovně znamená výrobu něčeho, co se neprodává. (Dennis, 2015, s.33)

- **Vady**

Výrobek s vadou, která neumožňuje pokračování ve výrobě, nebo není slučitelný s požadavkem zákazníka. (Patermann, 2022, s.19)

- **Transport**

Zbytečný transport materiálů, nebo informací z důvodu špatného nastavení procesu. (Patermann, 2022, s.19)

- **Čekání**

Rozpracovaná výroba, která čeká kvůli úzkému místu v procesu, závadě na stroji, nebo nečinnosti pracovníka. (Patermann, 2022, s.19)

- **Zbytečný pohyb**

Obecně špatné rozvržení materiálů, přípravků a strojů nutící konat zbytečný pohyb a konzumace času. (Patermann, 2022, s.19)

- **Nadbytečné zpracování**

Operace s výrobkem, které nejsou určeny procesním technikem, nebo specifikace zákazníka. (Patermann, 2022, s.19)

- **Nadbytečné zásoby**

Opak just in time, kdy jsou skladovány materiály a informace v místě kde nejsou aktuálně potřeba a zabírají místo. Lze hovořit o přímém důsledku nadvýroby a čekání. (Patermann, 2022, s.19)

3.2.2 Mura – nerovnoměrnost

Nerovnoměrná práce lidí a strojů. Materiál rovněž nepřichází plynule do procesu výroby. (Patermann, 2022, s.19)

- **Nerovnoměrný plán výroby**

Časté změny ve výrobním plánu způsobené malým množstvím ve výrobním mixu produktů. „Změny v požadavcích zákazníků nejsou tlumeny vyrovnávací zásobou finálních výrobků.“ (Patermann, 2022, s.19)

- **Špatně vybalancované výrobní linky lidskými zdroji**

Týmy na výrobních linkách bývají pod stavem optimální úrovně, ale i nad stavem optimální úrovně obsazení dané výrobní linky. (Patermann, 2022, s.19)

- **Špatné rozložení pracovních směn**

Konec pracovního týdne v různé dny. Příčinou bývají různé požadavky zákazníka a nerovnoměrný výrobní plán. (Patermann, 2022, s.19)

- **Špatné rozložení pracnost dílů mezi pracovníky**

Ideální příklad je výrobní linka s vyšším počtem pracovníků, která je konstruována sériově. Pracovníci pak čekají na toho s nejdelším pracovním cyklem. Toto místo se projeví jako úzké místo procesu. (Patermann, 2022, s.19)

3.2.3 Muri – přetíženost

Přetížení nebo nadměrné zatížení pracovníků a strojů. (Patermann, 2022, s.19)

- **Přetížení pracoviště**

Práce potřebná na určitý stroj je vyšší než kapacita stroje. (Patermann, 2022, s.19)

- **Transport těžkých břemen**

V mnoha případech porušování legislativy o transportu těžkých břemen pracovníkem během směny. Firma riskuje právní důsledky v případě úrazu na pracovišti. (Patermann, 2022, s.19)

- **Náročné pracovní návodky**

Špatný sled operací komplikující plynulý chod výroby. (Patermann, 2022, s.19)

- **Nepořádek na pracovišti.**
- **Stres.**
- **Hluk.**

Autor i přes dlouhý výčet všech plýtvání výše dodává, že seznam ani tak není úplný a lze jej doplnit o další relevantní příklady. (Patermann, 2022, s.19-20) Například plýtvání může být označeno i nevyužitý lidský potenciál dodávají autoři Altman (2017, s.143) a Karen s Osterling (2007, s.10).

Eliminaci plýtvání se věnuje i autor Badiru ve své knize, kdy klade důraz na 6S. Standardně se používá 5S, které je známé z Japonského systému výroby a některé firmy zařazují i šesté S. Dodržování těchto zásad v kombinaci s přidanou hodnotou pracovníka, společným cílem a myšlením za hranice poznání, považuje za nezbytné nástroje pro redukci plýtvání a přispívá k efektivnímu výrobnímu procesu. Musíme pamatovat na to, že neustálé zlepšování je esence konceptu štíhlé výroby. (Badiru, 2014, s.296)

3.3 Metoda 5S + 1S

Metoda 5S je systematický přístup k organizaci pracovního prostoru, který pochází z Japonska a je často používán v průmyslových a výrobních prostředích. Název 5S je odvozen od pěti japonských slov, která začínají na písmeno "S" (Seiri – třídění, Seiton – uspořádání, Seiso – čištění, Seiketsu – standardizace, Shitsuke – udržování). Tento systém je designován pro tvorbu přehledného soběstačného pracoviště s neustálým zlepšováním. Každá abnormalita je ihned vidět a dokáže ji identifikovat a eliminovat každý pracovník. Autor toto nazývá jako vizuální management. (Pascal, 2015, s.42)

„Akce 5S je základním kamenem pro další implementaci pokročilých metod Kaizen, ale i jiných optimalizačních metod a přístupů „zeštíhlování“. Kde není základní systém založený na dodržovaných standardech práce, tam nemá smysl zavádět např. Metodu toku – FLOW. 5S je součástí „základní stability procesů.“ (Bauer a spol., 2012, s.31)

Posledním S může být safety (obrázek 1), tedy bezpečnost ve firmě. Bezpečnost je za poslední roky logickou prioritou pro společnosti a začíná se běžně objevovat v této notoricky

známé metodě. Pro společnosti se stal tento ukazatel jedním z velice důležitých parametrů pro měření úrovně práce ve firmě. (Škŕrková, 2022, s.2)



Obrázek 1 Metoda 6S

(zdroj: dycem.com)

3.3.1 Seiri (整理) – Sort and clear out

Oddělení potřebných věcí od nepotřebných a odstranění nepotřebných položek. Tyto položky zvyšují cenu produkce, ale nezvyšují přidanou hodnotu produktu. (Badiru, 2014, s.294) V tomto kroku se většinou používají červené karty pro označení nepotřebných položek. Všechny položky nalezené na pracovišti mohou být hodnoceny podle určité frekvence použití. Položky, které jsou používány několikrát za směnu nebo jednou za směnu, by měly být ponechány a umístěny na tabuli nebo na stůl. Pokud je položka používána jednou týdně nebo jednou měsíčně, mělo by se rozhodnout o jejím umístění v dílně nebo poblíž pracoviště. Pokud je položka používána několikrát za rok nebo méně než jednou za rok, měla by být odstraněna z pracoviště a umístěna do skladu. (Burieta, 2017)

3.3.2 Seiton (整頓) - Set in Order

Uspořádání potřebných věcí tak, aby byly snadno dostupné a přehledné. (Badiru, 2014 s.294) Zatímco je vše uspořádané, nepotřebné věci jsou odstraněny, je potřeba definovat umístění všech nástrojů, aby je bylo možné najít pokaždé na svém místě. Za tímto účelem lze použít 6S mapu. Tato mapa slouží k definování ideálního místa pro umístění přípravků. Stejným způsobem lze pak označovat i podlahy a zařízení umístěné na chodbách firmy. (Škŕrková, 2022, s.3)

3.3.3 Seiso (清掃) – Shine

Čištění pracovního prostoru a udržování čistoty. Čisté prostředí napomáhá dobré atmosféře ve firmě, produktivitě a redukuje stres. (Badiru, 2014, s.294) V tomto kroku se jedná o hloubkové čištění, aby bylo pracoviště v čistém stavu. Jakmile je čištění dokončeno, jednotlivé části jsou vyfotografovány, aby fotografie mohly být použity ve standardech pracoviště. V budoucnu je důležité provádět čištění systematicky a plánovaně, aby byla špína pravidelně odstraňována z pracoviště. Čištění vyžaduje čisticí prostředky a vybavení, které by měla společnost zajistit pro všechna pracoviště. (Burieta, 2013)

3.3.4 Seiketsu (清潔) – Standardize

Vytvoření standardů pro organizaci napomáhá eliminovat variabilitu procesu a non-VE operace. (Badiru, 2014, s.294) V tomto bodě je nejdůležitější rozhodnout o tom kdo bude zodpovědný za kontrolu 3S zmíněných výše, pro zamezení regrese do původního stavu. Z tohoto důvodu je nutné zavést implementované 3S jako standard. (Škŕrková, 2022, s.4)

3.3.5 Shitsuke (躰) – Sustain

Udržování disciplíny a pravidelné provádění 5S aktivit. Jedná se o zajištění zlepšeného stavu dlouhodobě. V japonských společnostech toto pravidlo pravděpodobně funguje automaticky, ale v našich podmínkách je potřeba nějakého kontrolního mechanismu. Nejčastěji je kontrola druhou směnou při předání na konci směny, nebo kontrola mistrem směny. (Škŕrková, 2022, s.4)

3.3.6 Safety (安全)

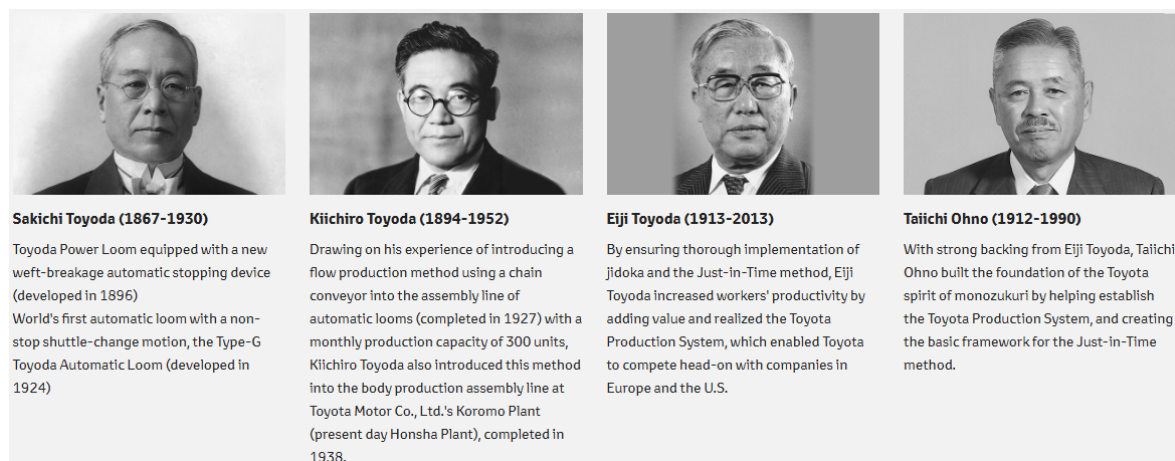
Safety first – tato fráze je známá snad úplně všem, kdo se pohybuje, nebo pohyboval v průmyslové výrobě. Je důležité, aby tato fráze nebyla jen prázdnými slovy, ale aby ji každý den měli všichni na paměti. Není totiž výjimečné, že právě při chvíli nepozornosti se stane neštěstí. Po implementaci všech S je velmi snadné rozpoznat potenciální bezpečnostní riziko a eliminovat jej. Ne všechna nebezpečí lze eliminovat, a tak je nutné stanovit i standard bezpečného chování na pracovišti. (Škŕrková, 2022, s.4)

3.4 Toyota Production System (TPS)

Na webových stránkách Toyoty je TPS rozčleněn do dvou základních pilířů. První pilíř se nazývá Jidoka a druhý Just in Time. Za otce tohoto systému se považuje pan Taiichi Ohno

(obrázek 2), který byl na pozici manažera společnosti. Toyota představila tento koncept TPS zhruba

v roce 1950. Původně, než se stal tento koncept celosvětově uznávaným jej nazývali jen Japonci tzv. „přímá výroba“, protože v podstatě šlo o napřímení a zkrácení cesty z firmy k zákazníkům. Jejich cílem bylo vyšší flexibilita dodávek, rychlejší průběžná doba výroby, personalizace výrobků a zrychlení vývoje nových výrobků. Hlavním důvodem zavedení TPS bylo narůstající počet pracovních pozic, kde pracovník obsluhoval více jak jeden stroj. (Nenadál, 2018, s.316) TPS se ve světě používá dodnes a slouží jako vzor pro mladé firmy. Neustálé zlepšování Kaizen posouvá firmy krok po kroku dál k dokonale fungujícímu systému TPS.



Obrázek 2 Tvůrci TPS systému

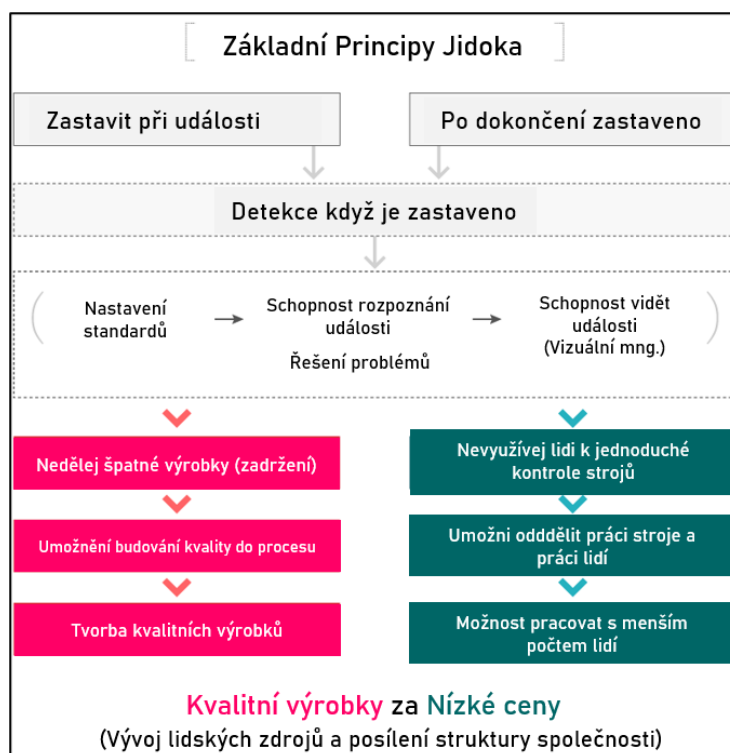
(zdroj: *Global.toyota*)

3.4.1 Just in Time (JIT)

Just in time výroba znamená vyrábět správný výrobek, ve správný čas a ve správném množství. Vše ostatní je považováno za muda. JIT musí být podpořen celým systémem štíhlé výroby pro jeho správné fungování uvádí autor, když se seznámil se systémem Toyota. Pokud je podpořen, pak lze eliminovat problémy jako náhlé změny v poptávce, snižování cen produktů, nízké a často se měnící množství. (Pascal, 2015, s.89) Pro úspěšný JIT systém doplňuje autorka Banton, že je nutné mít zavedenou stabilní výrobu, dobře zaškolené pracovníky, vyladěné stroje s vysokým OEE a spolehlivé dodavatele. (Banton, 2025) Avšak pro správné fungování tohoto konceptu, Toyota požadovala a kontrolovala dodržování i své dodavatele, kteří se podílejí v konečném důsledku na stavbě automobilu. (Global.toyota, 2025)

3.4.2 Jidoka

Pojem Jidoka znamená automatizovat za částečné asistence pracovníka. Stroj rozpozná sám abnormalitu a sám se zastaví, nebo ho zastaví pracovník. Ten pak posuzuje, co je špatně a řeší problém. Účel Jidoky je eliminovat výrobu špatných výrobků co nejvíce. (Nenadál, 2018, s.319) Na webových stránkách je k nalezení schéma základních principů Jidoka systému (obrázek 3), který doplňuje Nenadálovo tvrzení. Tím že se stroj zastaví sám umožňuje firmě ušetření za lidské zdroje a daly důvod k vzniku pozice seřizovačů, kteří kontrolují chod stroje a opravují je v případě zastavení, nebo poruchy a nejsou vázáni pouze na jedno pracoviště. Pro neustálé zlepšování je zde pojem Kaizen, který říká, že i kdyby se firma, nebo sám člověk posunul jen o 1 % je to stále obrovský úspěch a za nějaký čas to dělá obrovský rozdíl. (Toyota, 2025)



Obrázek 3 Jidoka vývojový diagram

(zdroj: Global.toyota)

3.5 Kanban (pull systém)

Systém zvaný kanban je rovněž součástí lean managementu, JIT systému a pochází z Japonské automobilky Toyota. Taiichi Ohno byl opět ten, kdo stál za implementací tohoto systému. Tarantino se ve své knize detailně zaměřuje na tento systém a zmiňuje, že dokonce i Británie využila kanban za druhé světové války ve své produkci letadel typu Spitfire.

Kanban znamená v překladu tabule, nebo billboard. Pan Ohno vytvořil systém kartiček ve výrobě pro přehledné trasování materiálu ve výrobě, který je tažen skrz celou továrnu a určen ke splnění zákaznických požadavků. Opět smysl tohoto je redukce takzvaných WIP (work in process) zásob, které jsou nezbytné k dokončení výrobku. Tento systém byl inspirovaný Japonskými obchůdky, které pravidelně kontrolovaly své regály, zda není nějaký box prázdný. Pokud byl, tak zaměstnanec doplnil do boxu příslušné zboží. Nikdy však více než byla kapacita boxu. Poté na základě zákaznických požadavků je box vyměněn za jiný typ, aby odpovídal požadavkům. Kanban systém řídí výrobu na základě zákaznických objednávek. Byl to významný odklon od tradičního systému, který tlačil výrobu na základě prodejních prognóz. Kanban bude fungovat za předpokladu, že se dodržuje disciplína a neustálé zlepšování, podobně jako u JIT. (Tarantino, 2022, s.74) Váchal a Vochozka ještě doplňují, že největší síla kanbanu spočívá v redukci zásob na pracovištích a s nimi i spojené snížení nákladů. (Váchal, 2013, s. 281)

Kanban může být také elektronický. V začátcích se mohl využívat fax jako typ elektronického kanbanu místo papírové objednávky, ale dnes už je technologie úplně někde jinde. Dnešní kanbany využívají chytré technologie, jako počítačové monitorování skrz kamery nasměřované na paletový prostor, které vyhodnocují stav zásob (obrázek 4). V případě nízké zásoby materiálu, počítač pošle automaticky upozornění na potřebu doplnění zásob. (Tarantino, 2022, s.74)



Obrázek 4 Kanban chytré kamery

(zdroj: Tarantino, 2022, s.76)

3.5.1 6 pravidel kanbanu

Podle Pascala (2016), členové týmu a supervizoři musí perfektně znát tyto pravidla stejně tak, jako musí mít dobré schopnosti řešení problémů. Níže jsou Murphyho zákony během implementace kanbanu do procesu. (Pascal, 2015, s.102-104)

- **Nikdy neposílej vadné výrobky**

Výroba na neodladěném procesu způsobuje chyby, které pak znamenají, že produkt není prodejný. V takovém případě je nezbytné implementovat rychlou kontrolu, automatizaci, schopnost rychle vyřešit problém, třídění špatných dílů od správných. (Pascal, 2015, s.102-104)

- **Zákazník si vezme jen to, co potřebuje**

Zásadní změna našeho myšlení je nezbytná pro splnění tohoto pravidla. Pokud se tak nestane bude se stále dít to, že nevyrobíme ve správný čas, správném množství a v požadované kvalitě. (Pascal, 2015, s.102-104)

- **Vyrob jen takové množství, co si objedná zákazník**

Toto pravidlo je odvozené z toho předchozího a říká, že v případě správného nastavení kanbanu, vyrobí jen množství určené kanban kartami. Kanban karty jsou pomyslný most mezi výrobou a zákazníkem. (Pascal, 2015, s.102-104)

- **Plánuj výrobu**

Pro výrobu správného množství, ve správný čas a v požadované kvalitě, nelze splnit, pokud není nastaveno standardní množství bez abnormalit. Nemůžeme jednu hodinu objednat 50 ks a za další dvě hodiny například 250 ks. (Pascal, 2015, s.102-104)

- **Použij kanban pro optimalizaci procesu**

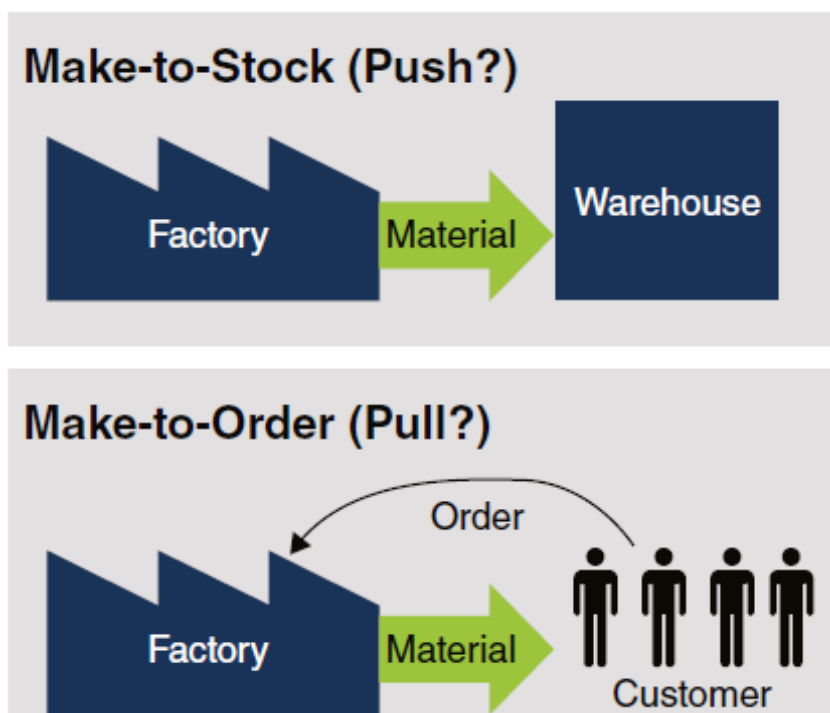
Kanban je určen k pro doladění daného procesu, ale není designován k řízení velkých změn ve výrobě. Na řízení velkých změn slouží plánování výroby. (Pascal, 2015, s.102-104)

- **Stabilizuj proces**

Poslední pravidlo vychází ze základních pravidel TPS, kdy je zásadní nastavený proces stabilizovat, aby se časem nezdeformoval. (Pascal, 2015, s.102-104)

3.6 Push a pull systém

Na obrázku 5 níže je graficky znázorněn rozdíl mezi push a pull systémem. Push systém znázorněný v horní polovině obrázku je tradiční systém výroby na základě prognóz na trhu. V případě, že se situace na trhu změní, pak výrobky zůstávají na skladě a v některých případech se třeba vůbec neprodají. Pull systém znázorněný v dolní polovině obrázku přidáno schéma se zákazníkem, který nejprve objednává konkrétní produkt a až poté co je objednávka potvrzena, firma je začíná vyrábět. Na tomto systému je založen TPS a umožňuje eliminovat různé typy plýtvání a umožňuje být flexibilní v nabídce a poptávce na trhu. (Tarantino, 2022, s.25) Jako příklad ze světa vybrala autorka Toneva společnost Apple, která v době vydání nové řady produktů naskladní jen určitý počet a čeká, zda bude o ně zájem. V případě, že je a zákazníci chtějí koupit (pull) větší množství produktů, navýší produkci pro uspokojení poptávky zákazníků. (Toneva, 2025)



Obrázek 5 Push vs Pull systém

(zdroj: Tarantino, 2022, s.25)

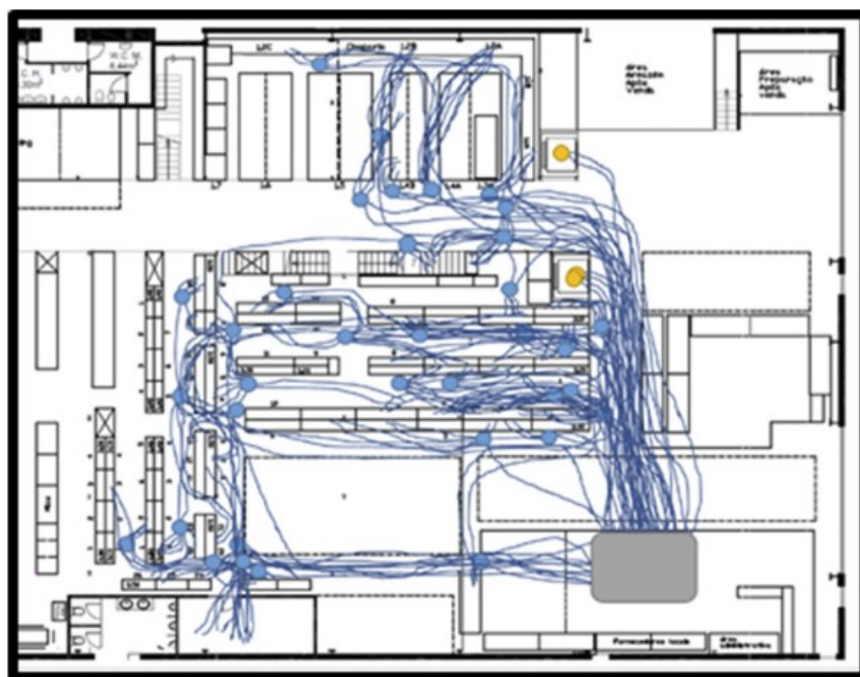
4 LOGISTIKA

Definice logistiky může mít různé podoby. Logistika je dle Jurové (2013) proces, který má z úkol zajištění plynulého materiálového toku. (Jurová, 2013) Může vycházet z Řeckého slova „logos“ (logický), nebo později z Francouzského slova „logis“ (ubytování vojáků). V kontextu pro lepší pochopení druhého slova se tento pojem začal používat v armádě v 19. století, kdy bylo používáno jako plánování zásob a pohyb vojáků. Tento pojem stále někteří z nás nedokážou vysvětlit a neznají pravý význam. (Malejčiková, 2015, s. 5) Stručně je možné definovat logistiku jako pohyb něčeho, na určené místo, který má smysl. (Bartodziej, 2017, s.19) Definice logistiky podle Nenadála podporuje a rozvíjí předchozí definici o to, že logistika je oblast, která má za úkol doručit jakýkoliv předmět ve správném čase, na správné místo, v požadované kvalitě a množství. To potvrzuje i Lalwani a Mangan (2016, s.9) Když půjdeme více do hloubky, tak zjistíme, že to není jen o těchto základních věcech, ale povinnost logistiky je i zajištění správných dokumentů z pohledu legislativy, dodržení bezpečnosti, ochrany zdraví a ekologie. (Nenadál, 2018, s.282) Logistika je nezbytnou součástí Supply Chain Managementu (SCM) zejména v dnešní době globalizace. Mnoho let nebyla logistika chápána jako rozdílový hráč na poli výrobců, vykazovala stabilní ceny a stálou úroveň servisu, ale to se rapidně změnilo v době pandemie Covid-19, která zasáhla svět logistiky a zastavila většinu dodávek po celém světě. Mnoho výrobců bylo těmito přerušeny dodávkami překvapeno, ochromeno a zastavilo jim to výrobu jejich produktů. O té doby výrobci zvýšili pozornost ke světu logistiky, aby se v případě další krize tento scénář neopakoval. (Tarantino, 2022, s.149)

4.1 Spaghetti diagram

„Je jednou nejjednodušších metod analýz materiálového toku, která se používá při mapování interního materiálového toku a hledání nejvhodnější přepravní cesty či návrhu layoutu pracoviště, je Spaghetti diagram.“ (Jurová a kol., 2016, s.219) Princip metody je založen na zakreslení tras pracovníků na pracovišti včetně časového údaje (obrázek 6). Každá trasa má určitou barvu podle jasně daných kritérií. Černá a červená může značit zbytečnou, nebo přetíženou trasu. Modrá a žlutá může naopak značit trasy dostatečně nevytížené a optimální pro pracovníky. (Jurová a kol., 2016, s.219) Skrze vizualizaci tohoto typu je možné zachytit statický stav procesu, navrhnout skladová místa a eliminovat trasy, které jsou komplikované a časově náročné. Co však není možné zachytit standardním Spaghetti diagramem je dynamika procesu. Dynamika výrazně ovlivňuje logistický proces. Proto autoři Silva

a spol. navrhli dynamickou formu Spaghetti diagramu, která v reálném čase pomocí GPS systému zaznamenává důležitá data. Tuto úpravu testovali autoři v jedné firmě na textilní průmysl. Za úkol měli restrukturalizovat sklad této firmy. Dospěli ke skvělému výsledku a velké úspory, a to vše za pomoci dynamického Spaghetti diagramu. (Silva et al., 2018, s.4) Závěrem je nutné poukázat na to, že je nezbytné stále vyvíjet a zdokonalovat, byť časem osvědčené nástroje, protože vždy je možnost vytvořit lepší a efektivnější podobu. (Poláková a Bobák, 2013, s.89)



Obrázek 6 Spaghetti diagram

(zdroj: Silva et al., 2018, s.11)

4.2 VSM mapa

Zmapování hodnot proudící ve firemním procesu pomocí Value Stream Mapping (obrázek 7) má být jedním ze základních kroků k poznání jakým způsobem firma funguje. Není překvapení, že má tato metoda kořeny v TPS, jakou součást štíhlého řízení podniku. (Jurová a kol., 2016, s.221) Podobně jako u Spaghetti diagramu odlišujeme typy informací různými symboly. Jedná se o grafické zobrazení celého procesu tvorby hodnoty. Vzniká identifikací všech kroků od prvního kontaktu zákazníka s organizací až po doručení produktu nebo služby zákazníkovi. (Charron, 2015) Metodou lze popsat všechny aspekty procesu firmy podle důležitosti a řadí se mezi ně například sled procesů, celková průběžná doba, operace přidávající hodnotu (VA) a operace nepřidávající hodnotu (NVA). (Jurová a kol., 2016, s.221)

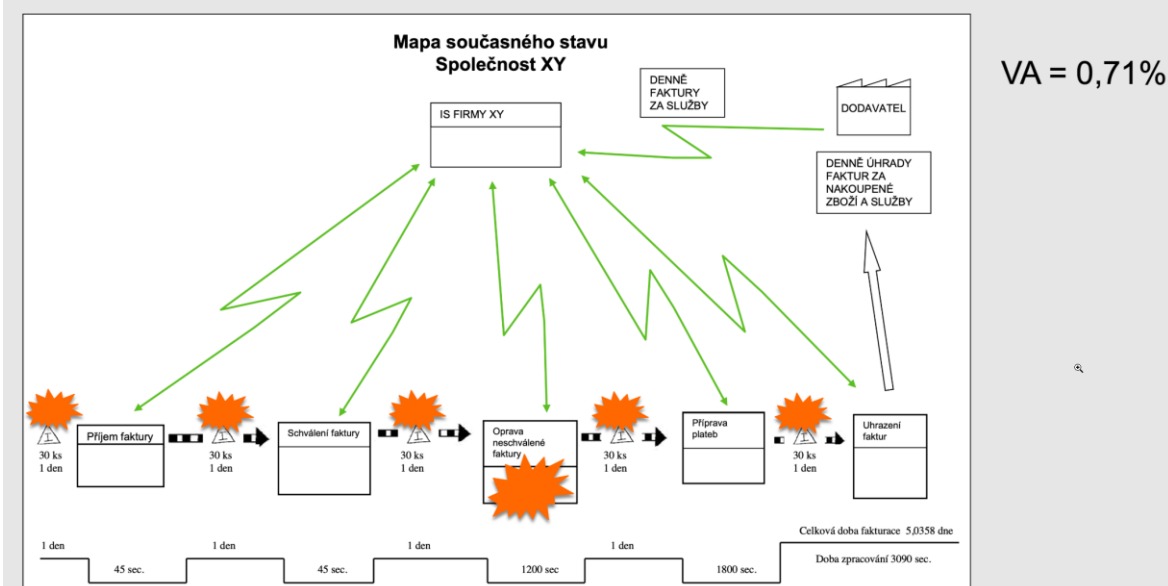
Cílem této metody je eliminovat plýtvání v procesu a nejjednodušším způsobem, jak identifikovat plýtvání je porovnání cyklového času s pracovním časem. Pracovní čas je brán jako operace VA a cyklový čas zas jako NVA. Dříve měly firmy i 80 % plýtvání ve své firmě, než se dostal do popředí lean, Six sigma a kontinuální zlepšování. (Tarantino, 2022, s.65-66)

Organizace musí všechny aktivity rozdělit na ty, které přidávají hodnotu, a ty, které ji nepřidávají. Nicméně existují také aktivity, které nejsou VA, ale jsou nezbytné. Aktivity s přidanou hodnotou musí splňovat následující kritéria. (Tarantino, 2022, s.65-66)

- Veškerá práce, nebo činnosti za kterou zaplatí zákazník
- Veškerá práce nebo činnosti, které fyzicky transformují produkt nebo službu
- Práce nebo činnost dokončené správně na první pokus

Aktivity nepřidávající hodnotu jsou poté ty, které je nutné odstranit beze zbytku. Jak už však bylo zmíněno jsou zde i takové aktivity nepřidávající hodnotu, které jsou nezbytné. Ty jsou daleko těžší identifikovat a zařadit správně. Můžeme se je pokusit co nejvíce zmenšit. Například transport mezi pracovišti přizpůsobit co nejbližší k sobě, aby byl minimální. (Tarantino, 2022, s.65-66)

Mapa současného stavu – proces fakturace



Obrázek 7 Ukázka VSM mapy

(zdroj: escare.cz)

4.3 Řízení zásob

Řízení zásob je jednou z nezbytných činností pro správné fungování firmy. Společnost provádí řízení zásob od výběru dodavatele, výroby, doplňování zásob až po řízení dodavatelů. Na širší úrovni existují dva aspekty funkcí řízení dodavatelského řetězce. První se zabývá funkcemi řízení dodavatelského řetězce a určení nejlepších zdrojů zboží, jeho nákup a globální obchod. Druhá část funkcí řízení dodavatelského řetězce se zabývá samotnými dodavateli a řízením vztahů s nimi. (Sehgal, 2009, s.75) *„Pojem zásob (inventory) může být chápán jako neoddělitelná součást výrobních, obchodních, či distribučních subjektů, které takto označují materiál, suroviny, paliva, nářadí, obaly, náhradní díly, polotovary a hotové výrobky.“* (Jurová a kol., 2016, s.221)

5 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

Řízení projektů (obrázek 8) je plánování a uskutečnění určitých kroků, které dohromady tvoří projekt. Cílem je úspěšně dokončit projekt s co nejméně odchylkami od původního zadání. Projekt lze rozdělit do různých fází. Stanovit cíl projektu, definování účelu projektu, výběr metod a technik, sestavení týmu, naplánování harmonogramu, rozdělení úkolů, vytvoření rozpočtu, naplánování komunikace, identifikace rizik. Každý projekt je jedinečný, a tak k němu nelze přistupovat vždy stejně. (Freelo, 2022)

O začátku projektového řízení, nebo projektovém managementu lze mluvit v období po druhé světové válce. Avšak činnosti projektového řízení už probíhaly v dávné minulosti, například při stavbě pyramid, nebo prvních měst. Už tenkrát si museli lidé vyvinout určité postupy a metody pro zvládnutí větších organizačně náročnějších akcí. (Doležal a kol., 2023, s.16)



Obrázek 8 Řízení projektu

(zdroj: icontio.com)

5.1 Principy projektového řízení

Autorka Jurová a kol. (2016), uvádí ve své knize sedm principů projektového řízení. Tyto principy lze použít na všechny typy projektů, tedy jsou univerzální. Následování těchto principů nezajistí automatický úspěch projektu, ale určitě k němu hodně dopomohou. Důležité je správně je pochopit a dodržovat. Tyto principy jsou podle metodiky Prince 2. (Jurová a kol. 2016, s.78)

- **Proč?**

Je důležité vědět důvod projektu hned při začátku projektu. Tento důvod musí být znám celému týmu po celou životnost projektu. Sledování důvodu pomáhá ke kontrole správného směru vývoje projektu a zda projekt neuhýbá z cesty. Pro tento účel může být použita logická rámcová matice. (Jurová a kol. 2016, s.78)

- **Učit se.**

Zkušeností není nikdy dost a každý z nás se učí každý den. S probíhajícím projektem můžou přijít chyby, ze kterých je potřeba se poučit, ale i dobré nápady. „Měli bychom tyto znalosti zachytit a znovu je využít i v následujících projektech.“ (Jurová, 2016) Není cílem objevovat již známé techniky a informace, důležité je umět je využít. (Jurová a kol. 2016, s.78)

- **Kdo?**

Rozdělení odpovědností je esencí dobře fungujícího projektu. V případě, že nejsou rozděleny všechny činnosti mezi členy týmu, pak je velké riziko, že se nějaký úkol nedokončí a projekt se zpozdí. Vždy je nutné s týmem diskutovat o úkolech obsahující projekt. (Jurová a kol. 2016, s.78)

- **Princip etap**

Autorka přirovnává princip etap ke sněžení slona. Najednou to jde jen těžko, ale po kouskách už to jde snadněji. Rozdělením projektu na etapy se zlepší přehlednost a lze projekt v každé etapě zhodnotit mnohem snáze než celý rozpracovaný projekt. (Jurová a kol. 2016, s.78)

- **Delegace a eskalace**

Bez delegování úkolů v projektu by nebylo možné pro projektového manažera splnit projekt, nebo by nevyužil plný potenciál členů týmu. (Sangok a kol., 2022) Eskalace je potřebná ve chvíli, kdy nefunguje delegování a tým nedělá to, co projektový manažer požaduje. Existuje nástroj, který pomáhá řídit tyto výjimky. Společnost nastaví finanční úroveň pro identifikaci změn, které jsou v kompetenci projektového manažera a které už jsou nad jeho kompetenci. V případě vyšší částky, než je v kompetenci projektového manažery, nastává výjimka a eskaluje změnu na vyšší úroveň vedení společnosti. (Jurová a kol. 2016, s.79)

- **Co je priorita?**

Zaměření se na prioritu projektu, nebo jinak řečeno požadavku zákazníka. V průběhu projektu se hodnotí, zda je to operace přidávající hodnotu (VA) pro zákazníka, nebo sice nepřidávají hodnotu (NVA), ale jsou nezbytné pro dokončení. (Jurová a kol. 2016, s.79)

- **Přizpůsobení prostředí.**

Jak už bylo řečeno, žádný projekt není stejný a z toho důvodu je potřeba ke každému projektu přistupovat individuálně a s vlastní metodologií. Častou chybou je právě řešení projektu stejně jako u jiného s menším rozsahem. „*Metodika musí být přiměřeně aplikována na řešený projekt a nikoli, aby projekt byl aplikován na metodiku.*“ (Jurová a kol., 2016, s.80)

6 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Literární rešerše teoretické části diplomové práce se zaměřila na klíčové aspekty průmyslového inženýrství, výrobu a výrobní procesy, rozšířené o koncepty průmyslu 4.0, lean managementu, TPS, logistiky a projektového řízení. Literární rešerše poskytuje informace pro praktickou část práce. V závislosti k tématu práce je pozornost literární rešerše vztažena zejména k průmyslovému inženýrství a metodám přispívajícím k racionalizaci procesu. Dále se zaměřuje na odstranění plýtvání, které způsobuje neefektivitu procesů ve výrobě. V dnešní době je důležitým trendem automatizace, kterou popisuje literární rešerše v další kapitole jejichž informace jsou využité později v praktické části práce.

Doplňující informace ohledně TPS, metod a štíhlého myšlení, podporují racionalizaci výrobního procesu rovněž později řešeného v praktické části. Další samostatná kapitola byla v rámci literární rešerše zpracována logistika a její metody, jelikož se posledních pár let dostala do popředí s čím dál větší důrazem v průmyslu, kdy jako bod zlomu byla pandemie Covid-19 a kdy se dostal průmysl do celosvětové krize. Mimo obecných informací o logistice byla také představena VSM mapa, Spaghetti diagram a řízení zásob, které jsou použity později v praktické části pro identifikaci potenciálního Kaizenu a navržení standardizace tras ve výrobě.

V poslední části literární rešerše je přiblížen další obor s názvem projektové řízení a jeho činnosti a principy. Projektové řízení je aplikováno v rámci v praktické části diplomové práce pro koordinaci jednotlivých úkolů v rámci projektu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 SPOLEČNOST ALPHA CORPORATION

Alpha Corporation je v současné době předním výrobcem automobilových zámků a zabezpečovacích systémů, s výrobní pobočkou v Týništi nad Orlicí a dalšími pobočkami po celém světě. Pobočka, ve které se uskutečňuje vybraný projekt má bohatou historii, která je představená v následujících kapitolách. Historie firmy je rozdělena do dvou částí, protože historie pobočky v Týništi nad Orlicí byla spjata s ASSA ABLOY až do roku 2016, kdy se díky akvizici stala součástí Alpha Corporation a tím její spojení s ASSA ABLOY skončilo. Na obrázku 9 je vyobrazeno logo FAB (vlevo) a aktuální logo Alpha (vpravo). (kk-Alpha.com, 2025)



Obrázek 9 FAB + Alpha

(zdroj: firemní)

7.1 Historie společnosti FAB

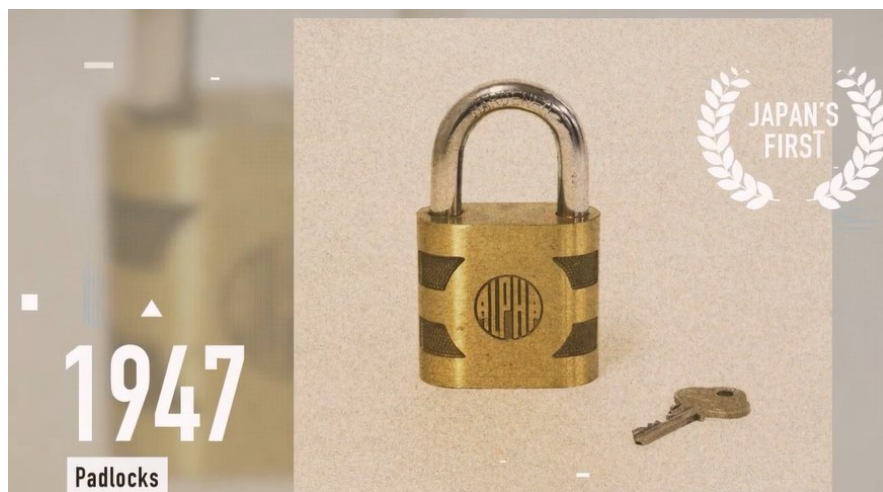
Společnost byla založena v roce 1911 s původním názvem FAB. Společnost byla tehdy součástí Švédské skupiny ASSA ABLOY. Od počátku společnost vyráběla stavební, zadlabací a nábytkové zámky včetně kování. Od roku 1958 přibýly i zámky pro automobilový průmysl. V tehdejší Československu se firma postupně stala výhradním dodavatelem vložkových zámků. Společnost vlastnila několik patentů na různé druhy zámků. Po dlouhou dobu se společnosti dařilo a v roce 2007 se úspěch ještě více umocnil díky spojení společnosti s CE Marshall Ltd., jedním s předních britských dodavatelů zámkových systémů pro automobilový průmysl. Pro další růst společnosti bylo nutné expandovat za hranice Evropy, proto společnost založila další pobočky v Číně a Mexiku. (Alpha, 2022)

Neustálý vývoj ve výrobním průmyslu hnala firmu k vývoji nových a lepších produktů. Společnost postupně integrovala výrobu elektronickou, vývoj mechanických a elektronických plastových klik. Dále se se firma začala zaměřovat na bez klíčové startování, dálkové odemykání automobilu, systém pasivního přístupu a mnoho dalšího. V roce 2016 se rozhodla skupina ASSA ABLOY k akvizici automotive odvětví ve prospěch

Japonské společnosti ALPHA Corporation. Od té doby nese pobočka v Týništi nad Orlicí jméno Alpha Vehicle Security Solutions s.r.o. (Alpha, 2022)

7.2 Historie společnosti Alpha

Alpha Corporation byla založena v dubnu 1923 v Japonsku a začala s výrobou a prodejem zámků a stavebního kování. V prosinci 1933 zahájila výrobu automobilových cylindrických zámků a klíčových sad pro společnost Nissan. V roce 1982 společnost zaznamenala velký růst, jelikož bylo postaveno hned několik poboček na území Japonska. Společnost začala s výrobou visacích zámků (obrázek 10), dílů pro pračky, trubkových zámků a mincovních skříněk. (Alpha, 2022)



Obrázek 10 Visací zámek

(zdroj: *kk-Alpha.com*)

Společnost má současně velmi široké portfolio výrobků, proto jsou zde zmíněny jen ty nejvýznamnější. V roce 2010 vydala společnost svůj kodex s názvem Alpha Way, který popisuje, jaké chování společnost preferuje, jaký člověk by měl pracovat ve společnosti a také jaké hodnoty by měli všichni zaměstnanci sdílet. V roce 2016 získala společnost FAB ASSA ABLOY v akvizici automotive část a s ní i pobočku v Týništi nad Orlicí. Souhrn historie celé společnosti naleznete na obrázku 11. V současné době má Alpha corporation ve světě zastoupení v 11 zemích, 15 výrobních poboček, 5 vývojových center a přes 4200 zaměstnanců. (Alpha, 2022)



Obrázek 11 Historie společnosti

(zdroj: firemní)

7.3 Základní údaje Alpha v Týništi nad Orlicí

Automotive část společnosti v Týništi nad Orlicí zaměstnává dnes zhruba 350 zaměstnanců s výrobní plochou 10 000 m², produkcí denně přes 12 000 cylindrických vložek a bezmála 18 000 klíčů. Klíčů je více, protože s cylindrickou vložkou se prodávají většinou dva klíče v sadě, občas i tři. V roce 2023 dosáhla výroby 2,5 milionu produktů. Hlavní výrobní procesy zahrnují ruční i automatizovanou montáž, lisování drobných plastů, CNC řezání klíčů, robotizovaná pracoviště a laboratoře. Zákazníky jsou VW Group, Renault, Nissan, DAF trucks, Ford a Honda. Díky velkému podílu na automotive trhu je objem výroby společnosti zhruba 80 % automobilové díly a 20 % bezpečnostní zařízení. (autozámky, 2025)

7.4 Výroční zpráva z roku 2023 firmy Alpha

Hlavní předmět podnikání firmy je nástrojářství, zámečnictví a obrábění. Jediný jednatel společnosti jen pan Masayoshi Yamaguchi, který plní tuto funkci od 1. dubna 2023. Firmě se v roce 2023 podařilo udržet pevnou pozici dodavatele pro VW skupinu a podařilo se jí zahájit dodávky pro skupinu Renault a Nissan. Zpráva dále říká, že společnost zaznamenala nárůst tržeb o 20 % prodejem vlastních výrobků a služeb a dokonce o 1 050 % vyšší tržby z prodeje náradí než v předchozím roce. Celková suma činila 1 519 665 tis. Kč. Tak vysoký nárůst je způsoben tím, že v předešlém roce 2022 byl prodej náradí velice nízký,

skoro nulový. I přes lepší výsledky z pohledu prodeje výrobků a poskytování služeb než v předchozím roce 2022 měla firma v konečném výsledku negativní zisk, a to zejména kvůli nevýhodnému kurzovému vlivu silnější koruny a dolaru vůči euru na přímé materiálové náklady a nezrealizování očekávaných tržeb z prodeje náradí. Hlavní důvod nižších tržeb z prodeje náradí je, že společnost nedosáhla očekávané kvality náradí pro nový projekt zákazníka Renault a tím pádem neobdržela souhlas k fakturaci tohoto náradí a vykázání tržeb. (Justice, 2024)

Společnost se dále snaží získat nové projekty od VW skupiny a Renault skupiny. Společnost získala nominaci pro výrobu plastových klik zákazníkovi Renault, ale nemá potřebné vybavení pro výrobu tohoto produktu, proto bude výroba probíhat v Alpha Slovakia, nicméně koordinace projektu bude v zodpovědnosti Alpha Týniště nad Orlicí. Na obrázku 12 je společnost vyfocena z ptačí perspektivy. (Alpha, 2025)



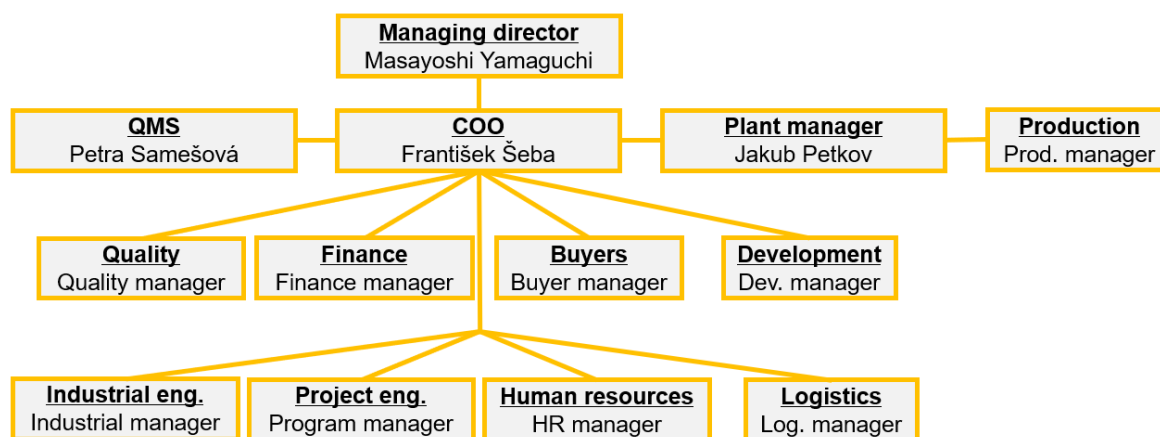
Obrázek 12 Alpha Týniště nad Orlicí

(zdroj: firemní)

7.5 Organizační struktura

Společnost má více než 4200 zaměstnanců po celém světě, jak už bylo zmíněno v kapitole 6.3, ale samostatná pobočka v Týništi nad Orlicí jen 350 zaměstnanců. Řadí se tedy do kategorie středních podniků, co se velikosti týče. Alpha je výrobní firma, proto je nezbytné, aby pokryla veškeré aktivity s výrobou spojené, a to zejména kvalita, cena a dodání. Každá výrobní společnost se řídí tímto zlatým pravidlem – kvalitně vyrobit, prodat se ziskem a včas dodat. Nabízí se tedy, že mezi oddělení, které mají své místo ve společnosti

jsou kvalita zákaznická, kvalita dodavatelská, výrobní oddělení, oddělení logistiky, plánování výroby, oddělení nákupu, oddělení prodeje, procesní oddělení, projektové oddělení a vývojové oddělení. Níže na obrázku 13 je zjednodušená organizační struktura podle tohoto popisu. Hlavní oddělení, kterým se bude věnovat tato práce je projektové oddělení, oddělení výroby a oddělení logistiky. Projekt, který je popsán níže v dalších kapitolách se věnuje racionalizaci výrobního pracoviště a také logistice pro přesun výrobku z pracoviště na pracoviště jiných výrobních programů. (Alpha, 2025)



Obrázek 13 Organizační struktura Alpha

(zdroj: vlastní)

7.6 Alpha Way

Alpha Way je firemní „bible“, která popisuje pravidla, zásady, filozofii, řízení a poslání firmy Alpha, autorem je zakladatel společnosti pan Waichi Wada. Poslední aktualizace proběhla v rámci oslav 100 let od založení firmy. Ve zkratce se jedná o základní filozofii firmy, zásady řízení v rámci morálních pravidel, zásady řízení lidských zdrojů, vize v budoucnost společnosti, poslání a společenský přínos. Na obrázku 14 lze vidět pyramidu Alpha Way bible. (Alpha, 2025)



Obrázek 14 Alpha Way

(zdroj: firemní)

7.7 Produktové portfolio

Alpha disponuje širokým portfoliem výrobků, níže jsou popsány hlavní výrobky, které nabízí na evropském a světovém trhu.

7.7.1 Zámkové sady

Zámkové sady jsou spjaty se společností už od dob kdy se společnost ještě jmenovala FAB a patřila do skupiny ASSA ABLOY. Zámkové sady se skládají z několika částí. Zámek je složitý mechanismus, který zajišťuje bezpečnost a ochranu. Jeho klíčovou součástí je bubínek s lamelami, které zajišťují unikátnost každého zámku. Tyto lamely jsou uspořádány tak, aby odpovídaly specifickému klíči, což zajišťuje, že pouze správný klíč vyřezaný z automatických řezaček a naprogramovaný pro imobilizér konkrétního automobilu, může zámek a spínací skříňku odemknout. Pro odemykání a zamykání auta je část, která se nazývá pádlo, které je navrženo tak, aby pasovalo do dveří a nebylo v kolizi s ostatními částmi ve dveřích. Tělesa na ochranu bubínku chrání vnitřní mechanismus zámku před poškozením způsobeným neoprávněným přístupem a pomocí těles je zámek uchycen do dveřního kování. Celý systém je navržen tak, aby byl co nejbezpečnější a nejspolehlivější. Tento komplexní mechanismus zajišťuje, že aniž by byl zámek zničen, nikdo se do automobilu nedostane, tedy alespoň ne před zámek dveří. Tyto zámky jsou v dnešní době v drtivé většině už jen nouzové. To znamená, že jsou namontovány jen do dveří řidiče a používají se jen v případě, že se řidiči vybije baterka v klíči, například vlivem přímého mrazu. V tomto případě nemusí panikařit a jednoduše si odemkne klíčkem mechanicky přes

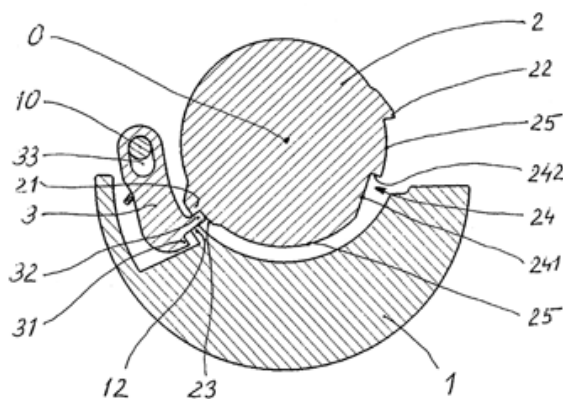
nouzový zámek. Imobilizér pak zajistí, že auto i tak nastartuje, protože v klíčku je nějaké zbytkové napětí, které umožní rozpoznat správný klíček. Funguje to i se startováním přes tlačítko start. Níže je obrázek 15 zámkové sady pro VW skupinu.



Obrázek 15 Ukázka zámkové sady VW skupiny

(zdroj: vlastní)

Tento produkt společnost vyvinula od nuly a vlastní, dnes již už zaniklé, patenty a v české patentové databázi je lze stále dohledat. Stále platný patent, který je vedený již pod novým názvem společnosti, a tedy i novější jsou kombinace válcového zámku a klíče a spínací skříňka motorového vozidla. První patent byl zveřejněn 22.9.2022 (obrázek 16) a představuje samotné srdce zámkové sady. Jádrem zámku je uloženo ve válcové dutině skříně a obsahuje řadu radiálních šachet, ve kterých jsou umístěny odpružené lamely s bočními nosy. Lamely jsou odpruženy buď ve stejném, nebo opačném směru a mají řídicí výstupky, které zasahují do klíčového kanálu a spolupracují s řídicími dráhami na klíči. V lichých šachtách jsou lamely odpruženy jedním směrem, zatímco v sudých šachtách opačným směrem. Řídicí výstupky lamel směřují proti sobě a spolupracují s řídicími dráhami na klíči, což umožňuje správné fungování zámku. Kombinace proti sobě jdoucích šachet zajišťuje zabezpečení na vysoké úrovni a zajišťuje velmi silnou pozici na trhu oproti konkurenci. (patentový úřad, 2022)



Obrázek 17 Spínací mechanismus

(zdroj: patentový úřad)

7.7.2 Dálkové ovládání a klíče

Kategorii klíčů a dálkového ovládání lze rozdělit do tří typů. Nejnižší třídu reprezentují mechanické klíče bez elektronického kontejneru. Kontejneru se říká tělu dálkového ovládání s tlačítky, většinou obsahují otevření/zavření automobilu a otevření kufru automobilu. V některých případech mají funkci vyhledání vozidla, která rozsvícením světel nebo zapnutí klaksonu napomáhá najít vozidlo na velkém parkovišti, nebo je dokonce možné i nastavit různé komfortní funkce, jako je například nastavení sedadel nebo klimatizace. Střední třídu reprezentují klíče s již zmíněným kontejnerem (obrázek 18), který má základní funkce, v některých případech jsou s pevným klíčem nesklopným anebo se sklopným klíčem. Nejvyšší kategorie jsou inteligentní klíče s technologií Kessy (keyless entry start and exit system), která umožňuje odemknout a zamknout automobil pouhým dotykem kliky automobilu na straně řidiče, nebo spolujezdce. Tento systém rovněž umožňuje nastartování vozidla bez nutnosti fyzického použití klíče. Nevýhodou této technologie je, že se vybíjí daleko rychleji, protože kontejner obsahuje stejnou baterii jako obvyčejné kontejnery a musí napájet více funkcí oproti standardnímu kontejneru. (autozámky, 2022)



Obrázek 18 kontejner s klíčem

(zdroj: autozámky)

Vyřezané dřívky z automatické řezačky jsou součástí klíčů a spadají do speciální kategorie WFS dílů. WFS díly mají zvláštní dopad na bezpečnost, v tomto případě je to imobilizér a podléhají přísnějším pravidlům a normám než běžné díly. Tyto díly jsou často kritické pro bezpečnost a funkčnost vozidla, a proto musí splňovat vysoké standardy kvality a přesnosti. Výroba těchto dílů vyžaduje precizní obrábění a kontrolu kvality, aby byla zajištěna jejich spolehlivost a dlouhá životnost. (Alpha, 2025)

7.7.3 Plastové kliky

Mezi nejnovější produkty společnosti Alpha patří plastové kliky. Pro výrobu plastových klik jak vnějších, tak i vnitřních je využívána kompletně jiná technologie než pro zinkové díly zámkových sad. Alpha má ve svém portfoliu hned několik druhů klik, jako jsou kliky uvnitř interiéru auta, vnější kliky, nebo také elektronické kliky, které vyjízdí při otevření a zajíždí při zavření automobilu. Díky rozdílné technologii vstřikování plastů pod vysokým tlakem, je firma nucena nakupovat polotovary od různých výrobců všude po světě a provádí pouze finální montáž. To je jedna ze slabých stránek, která má výrazný dopad na zisk firmy. Proto se před dvěma lety provedla podobná akvizice jedné slovenské firmy původně SPPP vstřikoliso- lisovna a lakovna. Kliky se postupně začínají vstřikovat a lakovat v rámci jedné společnosti, což přinese další zisk navíc. Po akvizici se SPPP přejmenovalo na Alpha Slovakia. (autozámky, 2025)

7.7.4 Domovní elektronické zámky a zásilkové boxy

Mimo automotive odvětví, firma vyrábí na několika místech na světě, ale hlavně v Japonsku domovní elektronické zámky a zásilkové boxy. Domovní elektronické zámky jsou high-end trend ve světě, kdy uživatel nemá běžné klíče, tak jak jsme na ně zvyklí, ale vlastní kartu s čipem, nebo aplikaci v mobilním telefonu, která je naprogramovaná k odemčení vchodových dveří objektu, který vlastní. Zásilkové boxy jsou v poslední době velmi žádané společnostmi na doručování zásilek a balíků, kdy si objedávající jednoduše vybere kde si chce balík vyzvednout a po doručení si pro něj může kdykoliv přijet. Odpadá tak složité domlouvání s kurýrem, na jakou hodinu může balík doručit. Tyto produkty však Alpha v Týništi nad Orlicí nevyrábí, tak se jim již dále věnovat nebudeme. (autozámky, 2025)

7.8 Podíl produktů na trhu

Jak už bylo zmíněno výše, hlavními produkty jsou zámkové sady a dveřní kliky. Níže jsou srovnány roky 2023 (tabulka 2 a obrázek 19) a 2024 (tabulka 3 a obrázek 20). Z porovnání vyplývá, že jsou zámkové sady stále nejvíce vyráběné produkty, druhé jsou plastové kliky a poslední ostatní produkty, které nelze nikam zařadit. Porovnání lze srovnat do dvou základních bodů, firma vyrobila celkově více než předešlý rok a plastové kliky jsou na vzestupu. Oba faktory jsou pro firmu pozitivní.

V roce 2023 byly s největším podílem vyráběny zámkové sady s 89,3 %, celkovým počtem 2 313 432 kusů, jako druhé plastové kliky s 9,3 %, celkovým počtem 240 929 kusů a ostatní výrobky s 1,4 %, celkovým počtem 36 269 kusů. (autozámky, 2025)

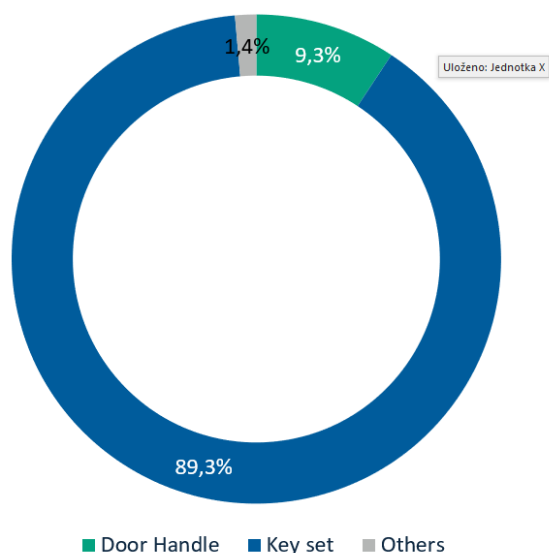
Tabulka 2 Podíl produktů v roce 2023

Popisky řádků	Množství produktů v kusech	Podíl v %
Zámkové sady	2 313 432	89,3 %
Plastové kliky	240 929	9,3 %
Ostatní	36 269	1,4 %
Celkový součet	2 590 630	100 %

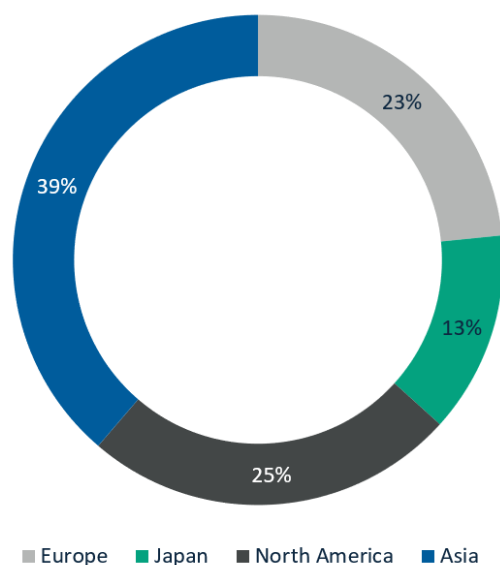
(zdroj: vlastní)

2023

Product Share in Automotive



Market share by Region



Obrázek 19 Podíl výroby v roce 2023

(zdroj: vlastní)

V roce 2024 byly s největším podílem vyráběny zámkové sady s 85,9 %, celkovým počtem 3 280 754 kusů, jako druhé plastové kliky s 12 %, celkovým počtem 459 839 kusů a ostatní výrobky s 2,1 %, celkovým počtem 80 471 kusů. Celkově bylo vyrobeno 3 821 064 kusů a o 32,2 % více než v předchozím roce. Zámkových sad se v kusech vyrobilo více než předchozí rok, ale celkový podíl se zmenšil o 3,4 %, protože plastové kliky zaznamenaly nárůst o 47,6 %.

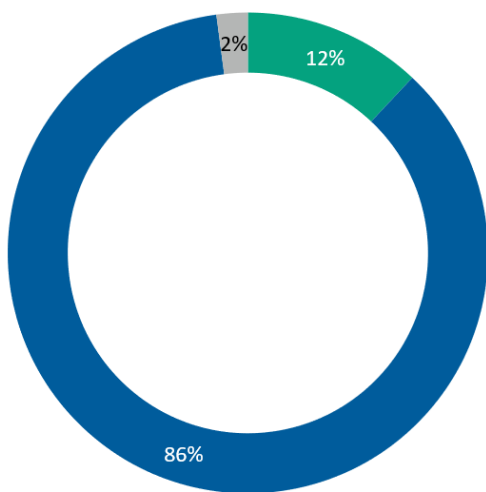
Tabulka 3 Podíl produktů v roce 2024

Popisky řádků	Množství produktů v kusech	Podíl v %
Zámkové sady	3 280 754 $\Delta \uparrow 29,4\%$	85,9 % $\Delta \downarrow 3,4\%$
Plastové kliky	459 839 $\Delta \uparrow 47,6\%$	12 % $\Delta \uparrow 2,7\%$
Ostatní	80 471 $\Delta \uparrow 54,9\%$	2,1 % $\Delta \uparrow 0,7\%$
Celkový součet	3 821 064 $\Delta \uparrow 32,2\%$	100 %

(zdroj: vlastní)

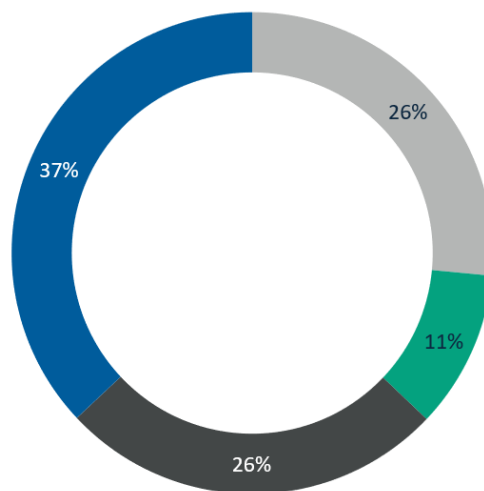
2024

Product Share in Automotive



■ Door Handle ■ Key set ■ Others

Market share by Region



■ Europe ■ Japan ■ North America ■ Asia

Obrázek 20 Podíl výroby v roce 2024

(zdroj: vlastní)

8 PŘEDSTAVENÍ VÝROBNÍHO PROCESU UNAŠEČE S PRUŽINOU

Projekt v této diplomové práci se bude zabývat výrobní linkou pro skupinu VW, Škoda a Seat. Zámkové sady vyrobené na této lince jsou určeny do elektro aut pro evropský trh. Na základě nominačního dopisu, který je oficiálním dokumentem byla firma nominovaná na zhruba 1 mil. zámkových sad až do roku 2033. Jedná se o nejnovější z linek, kterou disponuje firma v současné době. Tuto linku nazýváme pracovně BEV (battery electric vehicles).

V dnešní dynamické a konkurenční výrobní sféře je klíčové neustále hledat způsoby, jak zvýšit efektivitu a snížit náklady. Tento projekt se zaměřuje na racionalizaci montážního stanoviště, kde je zadání přetypování z ručního na automatickou montáž. Přetypování se uskuteční na již zmíněné výrobní lince BEV. Na této lince jsou některá automatická zařízení konstruovaná pro vyšší výstup, než je nominace projektů určených této výrobní lince. Tato automatická zařízení mají potenciál pro využití výroby i jiným výrobním procesům uvnitř společnosti, dosažení úspor.

Automatizace montážního procesu unašeče s pružinou přináší řadu výhod, včetně zvýšení přesnosti, snížení chybovosti a zlepšení pracovních podmínek pro zaměstnance. Tento projekt analyzuje současný stav montážního stanoviště, identifikuje klíčové oblasti pro zlepšení a navrhne optimální řešení pro implementaci automatizace a také zajistí distribuci připravených podsestav unašeče s pružinou do dalších linek, které také spotřebovávají unašeče s pružinou, ale mají manuální proces, který je dražší než automatický proces. Tento projekt se tedy bude zabývat také logistickým tokem těchto podsestav. Obrázek 21 ukazuje manuální pracoviště ve společnosti.



Obrázek 21 Alpha výrobní prostor

(zdroj: vlastní)

8.1 Technologie firmy

Firma využívá širokou škálu technologií, které zahrnují jak manuální, tak automatizované procesy. Mezi manuální technologie patří přípravky, lisy, kontrolní zařízení a manuální baličky sad. Tyto nástroje umožňují provádět přesné a kvalitní operace, které jsou nezbytné pro výrobu produktů.

Firma investuje do automatizovaných stanovišť, které zahrnují pokročilé technologie jako je Fanuc robot, karuselová zařízení a dopravníky. Tyto automatizované systémy pomáhají zvýšit efektivitu výroby, snížit chybovost a zlepšit celkovou produktivitu. Díky kombinaci manuálních a automatizovaných technologií je firma schopna pružně reagovat na požadavky trhu a poskytovat zákazníkům produkty nejvyšší kvality.

8.2 Výrobní oddělení

Výrobní oddělení je jediný tvůrce přidané hodnoty firmy, jelikož jako jediné oddělení tvoří hodnotu důležitou pro zákazníka, který za finální produkt zaplatí. Proto je bez nadsázky tím nejdůležitějším oddělením firmy. Výrobní oddělení firmy Alpha lze rozdělit do tří částí.

8.2.1 Řezání dříků na CNC strojích

Pro řezání dříků vlastní firma CNC (Computer Numerical Control) stroje výhradně od firmy Silca, která poskytuje širokou škálu zařízení pro různé typy průmyslových výrob. Pro potřeby Alpha na řezání spousty typů dříků v sériové výrobě je navržen speciální typ řezačky KCM (Key Cutting Machine), která je unikátní a není jinde v žádné výrobě. Ve výrobním procesu jsou již čtyři CNC tohoto typu. Každý nový stroj je něčím unikátní, konstrukčně jiný, přesnější a rychlejší.

Dříky, které firma nakupuje od dodavatele bez vyřezání výroba nechává vyřezat podle plánu od plánovacího oddělení. Výroba přesně ví na základě rozpisek, jaký typ použít na projekt, který mají v plánu, aby byl dostatek vyřezaných dříků pro potřeby montážních linek. Po vyřezání dříku se tento díl zařadí do WFS dílů. WFS díl je speciální kategorie, která podléhá přísným pravidlům, aby se nedostaly do špatných rukou a nebyly zneužity. Proto se ihned po výrobě zamykají do příslušných regálů a mohou je vyzvednout a převést na montáž produktů jen skladníci, kteří vždy skenují šarži a typ uzávěru. Typů uzávěru je okolo třiceti a zákazník požaduje striktní střídání uzávěrů, aby se snížila pravděpodobnost, že se dvě auta povede otevřít jedním klíčem. Tyto případy se již v minulosti staly, protože vždy je tu určitá pravděpodobnost, nicméně auto by s druhým klíčem uživatel nenastartoval.

8.2.2 Montáž produktů

Po přípravě dříků a převezení do speciálních uzamykatelných regálů v části montáží produktů, tedy na samotné výrobní linky, zajistí skladník zbytek potřebného materiálu, který však už nepodléhá tomuto přísnému pravidlu a uskládá se buď na paletu pro větší díly odkud si je výrobní vedoucí přesouvá na konkrétní stanoviště, nebo do polic regálů (obrázek 22). S každou dávkou materiálu skladník skenuje na příslušný regál, aby se dodrželo FIFO (First in First out) a bylo vidět v systému, kde se daný materiál nachází a jaké jsou zásoby.



Obrázek 22 Uskladněný materiál

(zdroj: vlastní)

Napříč výrobním oddělením se používá široká škála strojů a zařízení. Nejčastější jsou ruční zařízení v kombinaci s polo automatickými, které vyžadují přítomnost obsluhy. Tyto stanoviště pomalu ustupují novým linkám a projektům, které využívají více automatizace jako karuselová zařízení, kolaborativní roboty, nebo robotická ramena Fanuc. Jednou z linek využívající větší míru automatizace bude využívat i linka BEV o které je tato práce. Na této lince proběhne automatizace na více operacích mimo jiné i na stanovišti montáže unašeče s pružinou.

8.2.3 Servisní část výroby

V servisní části probíhá výroba starých projektů, které vybíhají ze sériové výroby. Tyto projekty musí uvolnit potřebné místo pro nové projekty, jelikož množství výroby těchto projektů značně klesá po ukončení sériové výroby. Vzhledem k nízké výrobě se musí co nejvíce zredukovat počet zařízení v případě, že jsou zdvojené, kvůli potřebnému výstupu v sérii, nebo je potřeba dále využít některý ze strojů a zařízení na stejné lince, nebo na nové do budoucna. Tato výroba probíhá hlavně manuálně na jednoduchých přípravcích a jen jednou za čas. Důvodem servisní výroby je, že automotive odvětví v drtivé většině musí firmy zajistit výrobu náhradních dílů 5 až 10 let v závislosti na smlouvě a potřebě daného zákazníka.

8.3 Interní logistika

Toto oddělení má na starost nastavení vnitropodnikové logistiky, která pomocí ERP systémů řídí distribuci materiálu na správné výrobní linky, aby měli pracovníci skladu jasně dané zodpovědnosti a pomocí správného nastavení logistických toků nemohli přesunout nesprávný materiál. Firma používá program TPV2000 pro tvorbu technologických postupů, změnového řízení, pracovních postupů a oceňování práce.

Dále firma používá systém MAX, který automatizuje dodavatelský řetězec na základě výrobních dat a automaticky upozorňuje oddělení zákaznického servisu o potřebě výroby daného produktu. Systém MAX přebírá schválená data z TPV2000 a ve spolupráci s odvolávkami EDI (Electronic Data Information) od zákazníka automaticky upozorňuje na potřebu specifické výroby. Systém MAX je ERP systém. ERP systémy jsou klíčové ke správnému řízení firemních procesů. Správně nastavený ERP systém dává potřebné informace o kvalitě výroby, řízení lidských zdrojů, řízení zásob a další důležité parametry.

8.4 Oddělení skladu

Poslední důležité oddělení se stará o rozvoz materiálu na výrobní linky, jak už bylo zmíněno v přechozích kapitolách, nejen pro dodávání materiálu, ale i sběr hotových výrobků připravených na expedici k zákazníkovi. Pro systémové přesouvání materiálu a hotových výrobků sklad používá přenosné PDA skenery, které komunikují s ERP systémem. Pomocí čárových kódů, které obsahují informace o typu položky, počtu a stáří, identifikuje aktuální pozici ve výrobě, nebo skladu. Hotové výrobky připravené k expedici, pak sklad balí na paletu a zajišťuje pro bezpečný převoz k zákazníkovi.

9 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY UNAŠEČE S PRUŽINOU

V současné době na trhu automotive roste krize, kterou odstartovala pandemie covid-19. Tuto krizi pocítil každý na celém světě a ekonomika se z ní dodnes vzpamatovává a v některých odvětvích ještě dlouho bude. K této krizi se připojily další vlivy, které postupně stahují automobilový trh do ještě náročnější situace, která nutí automobilky, ale i své dodavatele k úsporám, vyšší efektivitě, větší kvalitě, a hlavně levnějším produktům.

Další vlivy, které negativně ovlivňují trh jsou:

- **Investice do elektromobility**

Většina automobilek vsadila na elektromobilitu jako jednu z možných alternativních způsobů dopravy mimo spalovacích motorů. Zároveň chtějí mít větší portfolio pro své zákazníky a konkurenční výhodu před ostatními. Elektromobilita vyžaduje vysoké investice, u kterých většina automobilek předpokládala návratnost z prodeje automobilů zákazníkům, jenže to se ve většině případů bohužel pro ně nestalo.

- **Konkurence z Číny**

Nástup nových značek z Číny znamená další ráno pro evropský a americký trh. Čínské značky zvládají vyrábět automobily za daleko nižší cenu než konkurence, protože v Číně mají celkově nižší náklady na práci a energie.

- **Regulace Evropské unie**

Dalším důležitým faktorem jsou regulace od Evropské unie, které svými přísnými emisními normami zvyšují náklady Evropských automobilek a tlačí k ukončení výroby automobilů se spalovacími motory do roku 2035. Na to automobilky chtěly odpovědět elektromobilitou, ale jak se ukazuje, není na to ještě zdaleka připravena infrastruktura a pořizovací ceny jsou příliš vysoké pro většinu zákazníků.

- **Válka na Ukrajině**

Válka na Ukrajině způsobuje hned několik potíží na Evropském trhu. Sankce, které jsou uvaleny na Rusko vedou k narušení dodavatelských řetězců a zvýšení cen komodit. Závislost Evropy na ruském plynu způsobuje energetickou krizi, která zvyšuje náklady na výrobu. Postupně se Evropa snaží přerušit dodávky plynu z Ruska, ale proces je pomalý.

Hlavním smyslem této práce je racionalizace vybraného výrobního procesu montáže unašeče s pružinou, která zajistí úsporu v podobě zrychlení, zlevnění a zefektivnění výrobního procesu, který je jako jedna z podsestav zámkové sady nejčastějším stejným dílem napříč všemi sadami. Zámkové sady jsou totiž navrženy, aby bylo co nejvíce dílů stejných a liší se většinou jen tělesy, které chrání tělo zámku a pádla, která ovládají otevírání a zavírání dveří auta. Tělesa s pádly se designují kvůli různým podobám dveří, ale také jako dobré Poka-Yoke mezi různými typy dveří.

9.1 Metody použité pro analýzu současného stavu

Správné zvolení metod a postupů pro realizaci projektu, aby jeho výsledky byly pozitivním přínosem pro firmu, je jeden z nejdůležitějších kroků již na začátku projektu a v případě, že jsou zvoleny nesprávné nástroje, postupy, může být výsledek zkreslený, nebo může mít dokonce i negativní dopad na firmu a její finanční výsledky. Proto jsou ve firmě nastaveny pravidla, která určují mantinely a doporučené postupy, aby se předešlo co nejvíce těmto chybám, ale žádný projekt není stejný, a proto se i přes veškerou snahu projektového týmu a vedoucího projektu chyby stávají. Z toho důvodu by měl být určený projektový tým, který je složen ze zástupců jednotlivých oddělení a je nutné vypracovat analýzu rizik. V tomto případě je použita RIPRAN analýza v podkapitole 11.2.

Hlavní nástroj pro analýzu je zvolen snímek pracovního dne, videozáznam a VSM (Value Stream Mapping), teorii naleznete v podkapitole 4.2. Pro dílčí úkol nastavení logistického toku je zvoleno pozorování v procesu, natočení videa a Spaghetti diagram, který poskytne informace o toku materiálu, vytiženosti jednotlivých cest a jako vizuální pomůcka pomůže odhalit potenciální zlepšení Kaizen (kontinuální zlepšování). A na základě těchto informací budou odlišeny VA a NVA operace. Teorii pro Spaghetti diagram naleznete v podkapitole 4.1 a pro kontinuální zlepšování v podkapitole 1.2.

V projektové části je pro analýzu rizik zvolen nástroj RIPRAN, který je vytvořený ve spolupráci celého týmu, aby byly odhaleny všechny rizika, které může projekt skrývat. Na začátku projektu byly stanoveny čtyři rizika, které je nutné sledovat a hlídat, zda se k nim neschyluje. Během projektu je rovněž nutné, aby se v případě nového rizika vyhodnotilo stejně jako u těch původních čtyř. Celou analýzu rizik naleznete v podkapitole 11.2.

Výstupy z jednotlivých metod umožňují navrhnout správná opatření pro zlepšení a zefektivnění procesu výroby a procesu logistiky.

Pro přehlednost, jaké metody jsou využité pro analýzu současného stavu je níže tabulka 4 se seznamem metod, stručnou charakteristikou, důvodem použití a kapitola, kde je daná metoda použita.

Tabulka 4 Prostředky a metody využité pro analýzu současného stavu

Prostředky a metody využité pro analýzu současného stavu				
Název metody	Charakteristika	Důvod použití metody	Nástroje	Kapitola
VSM (Value Stream Mapping)	Mapa toku hodnot, vizualizaci a analýze toku materiálů a informací potřebných k dodání produktu nebo služby zákazníkovi.	Potřeba zmapování procesu firmy, identifikace plýtvání, VA a NVA operací, chybějící informace pro analýzu.	Kamera, layout firmy, stopky.	9.2.1
Snímek pracovního dne	Nástroj pro analýzu a optimalizaci pracovních procesů.	Potřeba identifikace VA a NVA operací, zjištění času montáže.	Kamera, pracovní instrukce, stopky, záznamový arch.	9.2.2
Spaghetti diagram	Nástroj pro vizualizaci a analýzu pohybu lidí, materiálů nebo informací v rámci pracovního prostoru.	Potřeba analýzy logistických toků materiálu a hotových výrobků, navržení standardizace.	Kamera, layout firmy, stopky.	9.3.1
RIPRAN analýza	Nástroj pro analýzu rizik projektu, snížení rizik a eliminaci.	Potřeba analyzovat potenciální rizika projektu a vyhnout se jim.	Projektový tým, formulář metody, počítač.	11.2
Ostatní prostředky a metody	Pozorování průběhu procesů ve firmě.	Pomocné metody a prostředky pro lepší a přesnější opatření navržené v projektové části.	N/A	Analytická část
	Rozhovory s pracovníky jednotlivých oddělení.		N/A	
	Video pro zachycení drobných detailů a opakovatelnost.		Kamera.	
	Interní materiály firmy jako zdroj dat pro analýzu.		Počítač.	

(zdroj: vlastní)

9.2 Výroba zámkových sad

Pro správnou analýzu současného stavu je důležité definovat základní hodnoty důležité pro zákazníka. Je nezbytné stanovit denní požadavek, který určuje potřebný výstup ze všech výrobních linek a stanovišť ve výrobě. Ve výrobě je současně 5 výrobních linek, které vyrábí pro VW skupinu a obsahují montáž unašeče s pružinou, který je předmětem této práce. V první tabulce 5 s potřebnými parametry jsou informace vztažené pro výstup podsestavy unašeče s pružinou, nikoliv pro celé zámkové sady. Je to z důvodu různého poměru výroby pro každou výrobní linku. Průměrně je potřeba vyrobit 126 000 ks za měsíc pro všechny výrobní linky dohromady. Z toho vyplývá pokrytí požadavků na 2 100 ks za směnu se zákaznickým taktem 12,7 s na kus. Tento takt je již očištěn o prostoje, pauzy a přetypování výroby. Jedna směna má 480 minut (8 hodin), ale vždy je potřeba odečíst pauzy, prostoje a přetypování výroby, proto počítáme jen s 445 min za směnu celkem. Pro kalkulaci se standardně používá 15 směn za týden a 3 směnný provoz od pondělí do pátku. Zákazník

dále požaduje flexibilitu s maximálním navýšením o 15 %. V tomto případě se započítávají víkendy, které pokryjí krátkodobě vyšší odvolávané množství.

Tabulka 5 Požadované množství výroby – 1. část tabulky

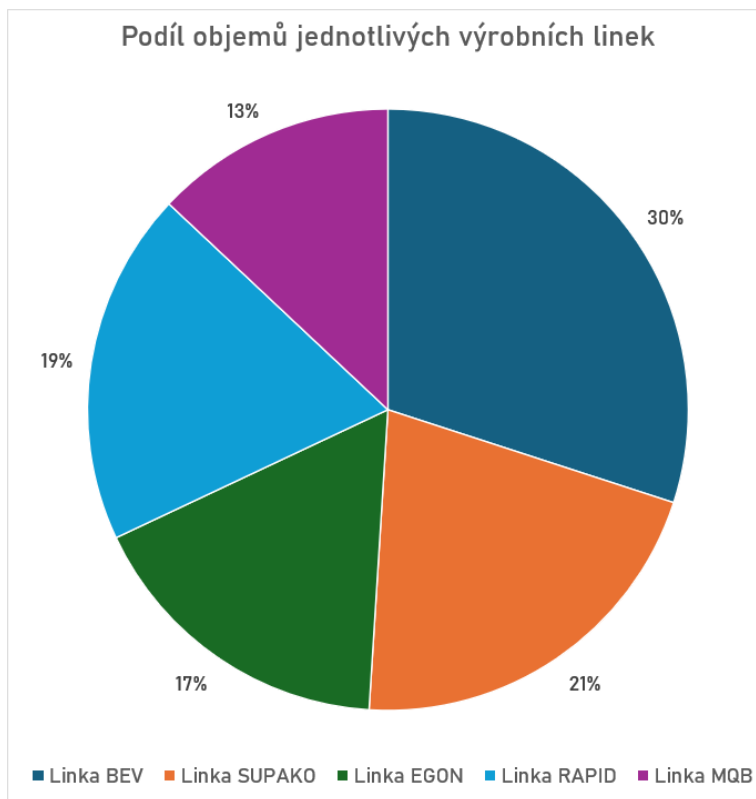
Unašeč s pružinou		
Měsíční požadavek:	126 000	ks
Týdenní požadavek:	31 500	ks
Denní požadavek:	6 300	ks
Požadavek na směnu:	2 100	ks
Počet dní v měsíci:	20	dní
Čistý pracovní čas (směna):	445	min
Počet směn za den	3	směny
Takt zákazníka:	0,21	min
Takt zákazníka:	12,7	s

(zdroj: vlastní)

V druhé části tabulky jsou rozpočítány jednotlivé objemy výroby pro každou výrobní linku. Každá výrobní linka disponuje jiným taktem a trochu jinou výrobní technologií. Na základě zjištěných informací pomocí využitých metod je montáž unašeče s pružinou jednoduchou operací, která je nutná na každé výrobní lince a zároveň se jedná o stejná čísla materiálu ze kterých se podsestava skládá. V současné době je na každé výrobní lince jeden operátor, který provádí montáž, která je v porovnání s ostatními operacemi na polovině času. Po analýze na pracovišti a informacemi od pracovníků linky vyšlo jasně najevo, že toto pracoviště se využívá nárazově, kdy se díky kratšímu času výroby před vyrobí více kusů a pak se operátor přesouvá na jiné pracoviště. V některých případech je na tomto pracovišti vedoucí výroby, ale to se děje jen zřídka a v době kdy je nedostatek operátorů. Výroba tím šetří celkový počet operátorů na lince, ale naopak riskuje, že podsestavy dojdou a zastaví se výroba zámkových sad. Tento mikro management je čistě v režii výroby a není podpořen žádným interním systémem, který by dokázal hlídat aktuální úroveň zásob podsestav na lince. Naopak se pravidelně stává, že výroba generuje zbytečnou nadvýrobu právě z důvodu chybějícího systému, který by včas zarazil výrobu dalších unašečů, kdy už jich je dost. Graf na obrázku 23 představuje aktuální podíl výrobních linek z pohledu vyrobeného množství za měsíc.

- Výrobní linka BEV 30 % (38 000 kusů měsíčně)
- Výrobní linka SUPAKO 21 % (26 000 kusů měsíčně)
- Výrobní linka EGON 17 % (21 000 kusů měsíčně)

- Výrobní linka RAPID 19 % (24 400 kusů měsíčně)
- Výrobní linka MQB 13 % (16 600 kusů měsíčně)



Obrázek 23 Graf podílu objemů výrobních linek

(zdroj: vlastní)

V druhé části tabulky 6 je také poměr výroby pro jednotlivé výrobní procesy, jaký podíl každá z výrobních linek představuje. Všechny výrobní linky jsou postaveny na základě objemů z nominace při získání projektu. Zákazník musí vždy předložit dlouhodobé množství, které pak lze snižovat a navyšovat, ale jen do 15 % z původního množství. V případě, že je to více už je nutné provést kalkulaci dopadu a dodatečných investic do výrobního procesu. První výrobní linka BEV má nejvyšší nominované množství 38 000 kusů měsíčně s taktem 42,2 s. Z pohledu vybavení má nejvíce automatických zařízení ze všech linek, protože byla postavena jako poslední. Druhá výrobní linka SUPAKO má nominované množství 26 000 kusů měsíčně s taktem 61,6 s. U této výrobní linky je stará 2 roky a disponuje nižší úrovní automatizace. Zbývající výrobní linky EGON, RAPID a MQB disponují v drtivé většině manuálními, nebo polo automatickými pracovišti. Hlavním omezením vyššího výstupu jsou právě ruční stanoviště, které nelze již upravit, aby dokázaly generovat vyšší výstup.

Tabulka 6 Požadavky na výrobu zámkových sad – 2. část tabulky

Zámkové sady		
Linka BEV		
Měsíční požadavek:	38000	ks
Požadavek na směnu:	633	ks
Poměr:	30	%
Takt montáže linky:	42,2	s
Linka SUPAKO		
Měsíční požadavek:	26000	ks
Požadavek na směnu:	433	ks
Poměr:	21	%
Takt montáže linky:	61,6	s
Linka EGON		
Měsíční požadavek:	21000	ks
Požadavek na směnu:	350	ks
Poměr:	17	%
Takt montáže linky:	76,3	s
Linka RAPID		
Měsíční požadavek:	24400	ks
Požadavek na směnu:	407	ks
Poměr:	19	%
Takt montáže linky:	65,7	s
Linka MQB		
Měsíční požadavek:	16600	ks
Požadavek na směnu:	277	ks
Poměr:	13	%
Takt montáže linky:	96,5	s

(zdroj: vlastní)

9.2.1 VSM (Value Stream mapping)

Pro vytvoření VSM mapy bylo nutné projít celým procesem dodavatelského řetězce. Vypracování VSM mapy zabralo celý pracovní týden se začátkem 26.9.2024 až koncem dne 2.10.2024. Prvním krokem byl sběr dat, který poskytl důležité údaje o elektronické komunikaci mezi zákazníkem a firmou a firmou a dodavateli. Tato komunikace funguje na automatické bázi, kdy jsou potvrzená data od zákazníka přijata do interního systému a poté zpracovány oddělením logistiky a zákaznického servisu. V této části procesu je systém nastaven správně. Jediný faktor, který výrazně negativně ovlivňuje správné

objednávání materiálu pro výrobu je, že zákazník často mění své požadavky a potom vznikají zbytečné zásoby nepotřebného materiálu, nebo naopak je nedostatek.

Na začátku procesu jsou vstupní informace od zákazníka přes EDI (Electronic Data Information) odvolávky. EDI je zkratka pro elektronickou výměnu dat. Na základě těchto dat, které zahrnují informaci o druhu, množství výrobku a požadovaného data dodání, je oddělení plánování přijme a zaplňuje do výroby. Tyto data dále přebírá oddělení logistiky, která prověří, zda je potřeba objednat potřebný materiál, nebo je vše na skladě. Pro zámkové sady je materiál rozdělen do čtyř kategorií.

- **Lamely bubínku**

Doba dodání je průměrně 4 týdny od objednání, protože ze tří dodavatelů lamel jsou dva z Číny.

- **Dřívky klíčů a hlava klíčů**

Doba dodání je průměrně 7 týdnů od objednání, protože zde je 100 % dodávek z Číny o dvou dodavatelů HDO a WahMei.

- **Zinkové díly**

Doba dodání je nejkratší ze všech dílů, pouze v průměru 2 týdny, protože většina dodavatelů je lokálních. Pod zinkovými díly najdeme tělesa zámkových sad, klec zámku, unašeč, pádla, spojky a podobně.

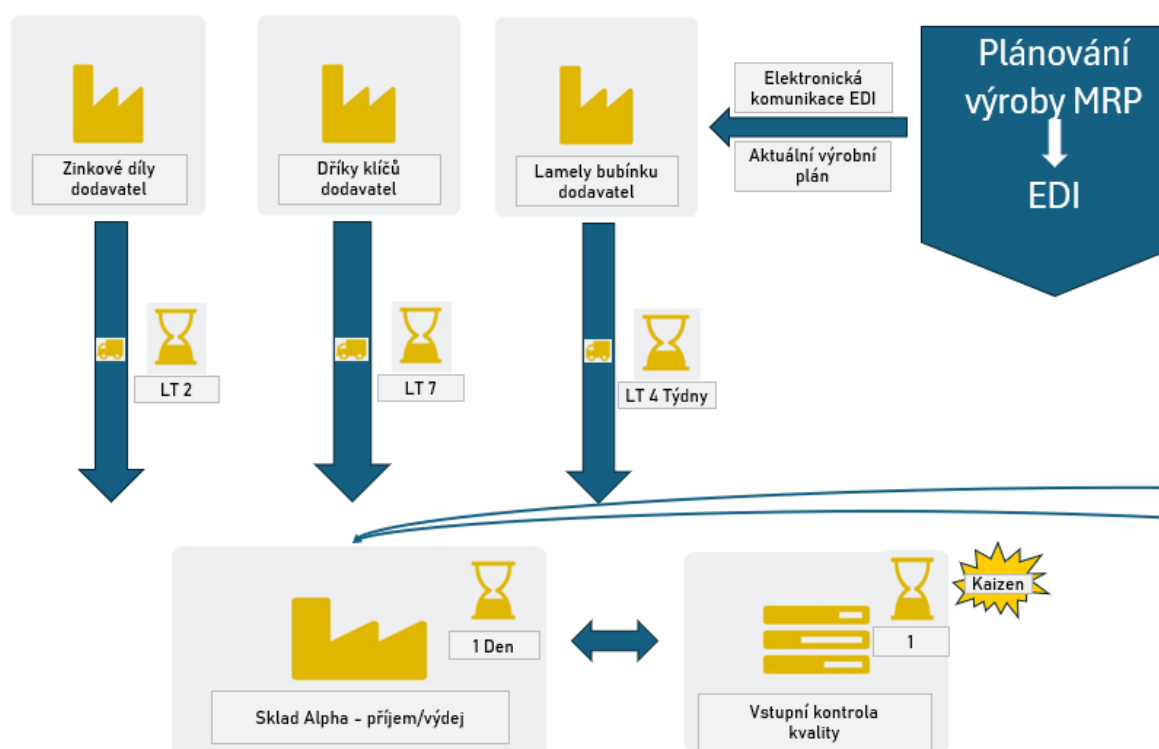
- **Drobné kovové díly**

Poslední kategorie je více obecná zde patří drobné kovové pružinky, větší pružiny, různé nástavce a podobně. Doba dodání je v řádu dní, nebo nanejvýš týden.

První dvě kategorie musí být plánovány více s předstihem a drží se větší pojistná zásoba. Zde se nabízí zvážení Kaizenu, aby se snížilo riziko, že se pozdě objedná materiál. Nicméně sem vstupuje již zmíněný faktor, který kompletně ničí jakýkoliv Kaizen a ani ten nejlepší systém by nezaručil úplnou eliminaci rizika – zákazník. Hlavně v automotive odvětví je zákazník nevypočitatelný a výši odvolávek si mění i 2 týdny před dodáním. Z toho důvodu se drží bezpečnostní zásoba a logistika musí každý den flexibilně reagovat na změny.

Další částí procesu je doručení materiálu do skladu Alpha odkud putuje na vstupní kontrolu kvality. Zde je proces také v pořádku, sklad má standardizovaný proces, který nevykazuje známky plýtvání. Na straně kontroly kvality je na VSM mapě označen symbol

Kaizen, protože v tomto kroku bylo zjištěno, že se zde kontroluje většina materiálu i pro sériové procesy. U před sériového materiálu se kontroluje 100 % materiálu. Kontrolu provádí oddělení kvality pro vzorkování s dodavateli a vyžadují vyšší pozornost. V případě nějaké vady hned kontaktují dodavatele a komunikují nápravná opatření. U sériového materiálu se kontroluje jen zlomek kusů z dodávky, ale než projde kontrolou nesmí se dodávka uvolnit do výroby. Zde se vykonává pouze vizuální kontrola dílů a z procesního pohledu to má jen minimální přidanou hodnotu, je to zbytečný a zdoluhavý proces. První návrh Kaizenu v rámci VSM mapy je eliminace vstupní vizuální kontroly (obrázek 24) a zachovat jen identifikaci správného materiálu pomocí čárového kódu a zvážení dodávky, zda je v ní správný počet kusů. Oddělení kontroly kvality není přímo předmětem tohoto projektu, proto jsou jen navrženy doporučení na konci této práce v podkapitole 13.3.

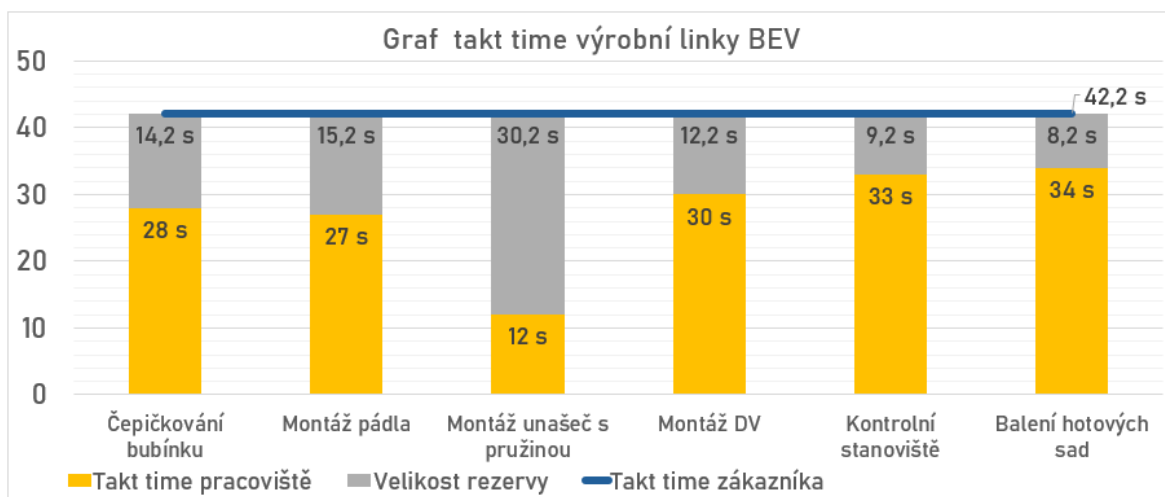


Obrázek 24 Část VSM mapy s dodavateli a příjem dílů

(zdroj: vlastní)

Následuje proces výroby a skladu hotových výrobků. Proces výroby byl zmapován a rozdělen na tři základní úseky. Pracoviště lamelování, řezání dřívků a montáž zámkových sad. První dva procesy jsou plně automatické a při kontrole činnosti nebylo nalezeno žádné plýtvání, které by rapidně snižovalo výstup těchto procesů. Montáž zámkových sad na výrobní lince SUPAKO je kombinace manuálních a automatických pracovišť. Každá linka má svůj dedikovaný materiál, výrobní postupy a vybavení. Z analýzy vyplynulo, že

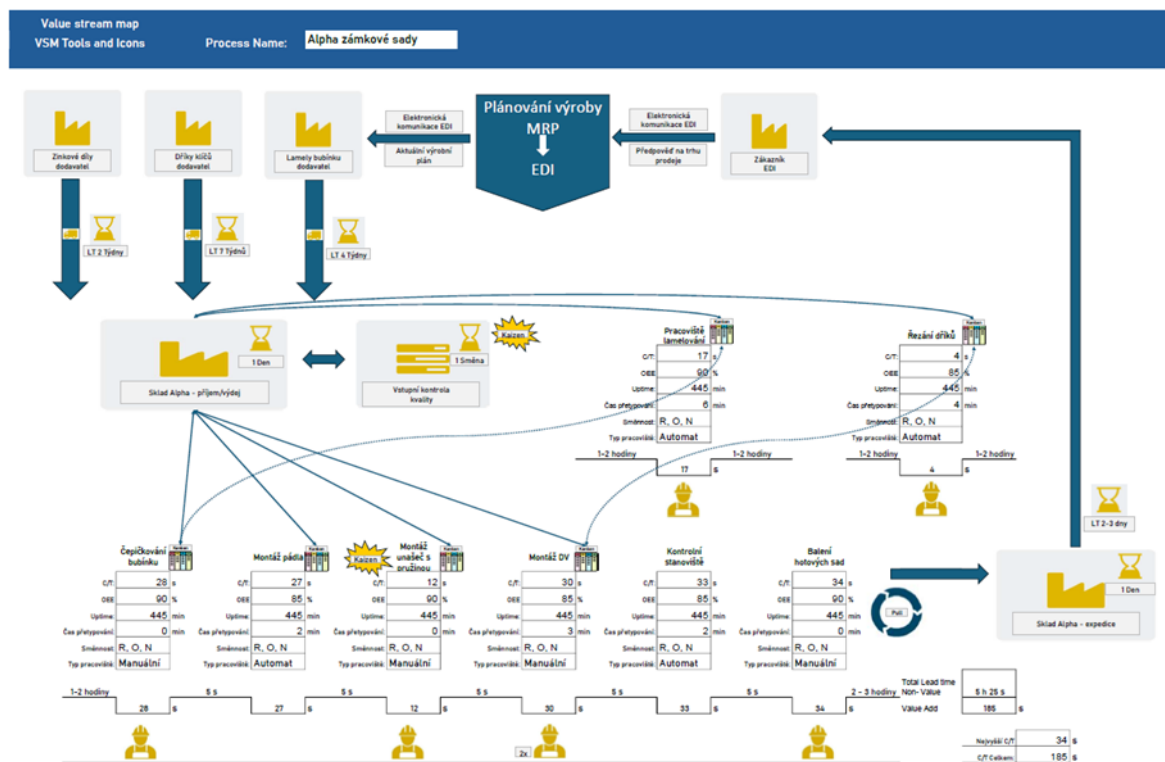
manuální pracoviště montáže unašeče s pružinou neodpovídá taktu výrobní linky a je vytíženo jen malou část pracovního dne. Toto stanoviště je výrazně rychlejší než ostatní stanoviště montáže, níže na grafu (obrázek 25) je výsledek měření všech stanovišť výrobní linky BEV ze dne 30.9.2024. Zde je potřeba zpracovat racionalizaci a dosáhnout úspor. Poslední částí procesu je následná logistika hotových zámkových sad směrem do skladu, kde nebylo analýzou shledán žádná neshoda, ale bylo vypořádováno, že skladníci naváží materiál neřízeně a chaoticky ze skladu na linku. Na tuto část se bude soustředit podkapitola 9.3.



Obrázek 25 Graf čas taktu výrobní linky BEV ze dne 30.9.2024

(zdroj: vlastní)

Analýza tedy potvrdila předpoklad, že kvůli montáži unašeče s pružinou je linka špatně vybalancovaná, tudíž je na tomto místě potřeba navrhnout Kaizen pro dosažení úspory. Čas montáže dveřní vložky (sloupec montáž DV v grafu na obrázku 25) je výsledek dvou pracovišť, protože operace jednoho pracoviště trvá okolo 1 minuty. Ostatní pracoviště jsou buď automatické, nebo s jedním pracovníkem. Náhled VSM mapy je k dispozici na obrázku 26, detailní VSM mapa a všechny pracovní časy jsou k dispozici v příloze PI na konci této práce.



Obrázek 26 - VSM mapa procesu

(zdroj: vlastní)

9.2.2 Snímek pracovního dne

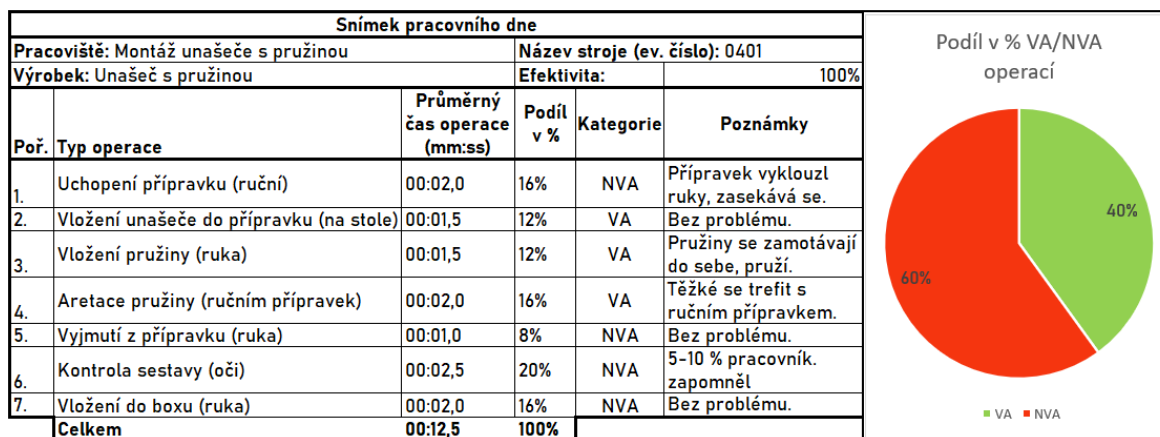
Snímek pracovního dne pro operaci výroby podestavy unašeče s pružinou byl proveden na ranní směně dne 30.9.2024. Výroba probíhala standardně celou směnu 445 minut čistého času na lince BEV, kde je potřebný výstup zámkových sad za směnu 663 kusů. Pracovník měl za úkol zpracovat co nejvíce unašečů s pružinou do zásoby pro další směny. Potřebný čas na jeden unašeč je 12 s, bylo tedy vyrobeno okolo 2 225 kusů unašeče s pružinou a pokryl tím zhruba 3,5 směny. Tato výroba byla uskutečněna pouze jako modelová situace, protože z důvodu nižšího času taktu linka běžně nevyrábí unašeče s pružinou celou směnu, ale pouze do doby, než má připraveno dostatečný počet potřebný pro výrobu aktuálního plánu výroby zámkových sad za směnu. V kapitole 8.2.2 je detailně popsána analýza snímku pracovního dne. Pořízený video záznam pracoviště sloužil jako podpůrná metoda pro ověření správnosti dat v záznamovém archu a pro opakovanou analýzu plýtvání, které mohlo být přehlednuto během procesu snímání pracovního dne. Unašeč a pružina jsou samostatně k vidění na obrázku 27 na další straně.



Obrázek 27 unašeč s pružinou

(zdroj: vlastní)

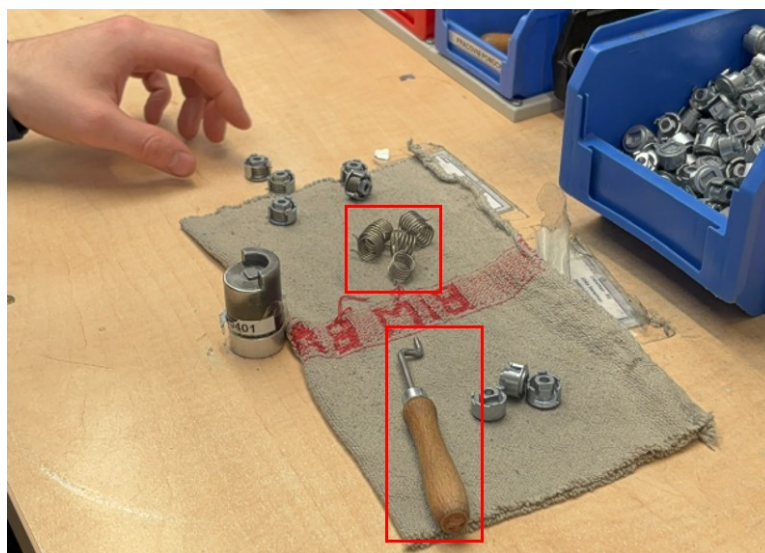
Tato montáž je velmi jednoduchá, ale přesto nezbytná pro sestavení kompletního zámku. Skládá se z kontroly dílů, ustavení unašeče do přípravku, vložení pružiny, aretaci pomocí přípravku, vyjmutí z přípravku a kontroly finální podsestavy. Jak už bylo nastíněno v předchozím odstavci, pracovník montoval celých 8 hodin na ranní směně (445 min čistého času) a vyrobil okolo 2 225 kusů. Jako inspiraci byl použitý existující formulář snímku pracovního dne z internetové stránky e-api. Pracovník vykonává dohromady 7 stále se opakujících operací. V tabulce s grafem níže (obrázek 28) jsou zapsány výstupy z měření na výrobní lince a natočeného videa. Z grafu vyplývá, že je zde 40 % VA operací a 60 % NVA operací. Muda operace nebyly v tomto případě žádné identifikované. Výroba probíhala bez závad a větších zdržení už kvůli náročnosti operací, ale i proto, že materiál i proces jsou vyladěny, ale přesto se našlo pár poznatků, co brzdí a komplikují hladký chod výroby.



Obrázek 28 Snímek pracovního dne – montáž unašeče s pružinou

(zdroj: vlastní)

První poznatek je ohledně ručního přípravku (obrázek 29), který je volně položený na pracovním stole a v průběhu montáže jej má pracovník v ruce. Během měření se několikrát stalo, že pracovníkovi vyklouzl z ruky, nebo se mu nepodařilo na první pokus navléct přípravek na konec pružinky a tyto abnormality prodloužily čas montáže. Další zdržení způsobovaly pružinky, které se čas od času do sebe zamotaly a pro pracovníka montáže bylo náročné je rozplést, a dokonce jednou musel zapletené pružinky vyřadit. Poslední identifikovaný problém nezpůsobil časové prodloužení, ale mohl způsobit kvalitativní problém dál v procesu, jelikož pracovník neprovedl vizuální kontrolu správnosti hotového dílu zhruba na 5–10 % výrobků. O doplňování materiálu a odebírání hotových unašečů se stará vedoucí výrobní linky.



Obrázek 29 Pracovní plocha unašeče s pružinou

(zdroj: vlastní)

9.3 Řízení zásob ve výrobě

Pro správnou realizaci racionalizace výrobního pracoviště je nezbytné nastavit i spolehlivý systém pro řízení zásob a tok materiálu. S robustním systémem je reálné zásobovat více výrobních procesů z jednoho centralizovaného pracoviště. V současné době jsou výrobní procesy jednotlivých projektů soustředěné do jednoho výrobního pracoviště, kde je navedený materiál potřebný k výrobě daných projektů dané výrobní linky. Má to hned několik logických důvodů, které se ukázaly v průběhu Gemby ve výrobě a analýzy interního systému. První důvod je eliminace rizika, že se do dané výrobní linky dostane materiál, který

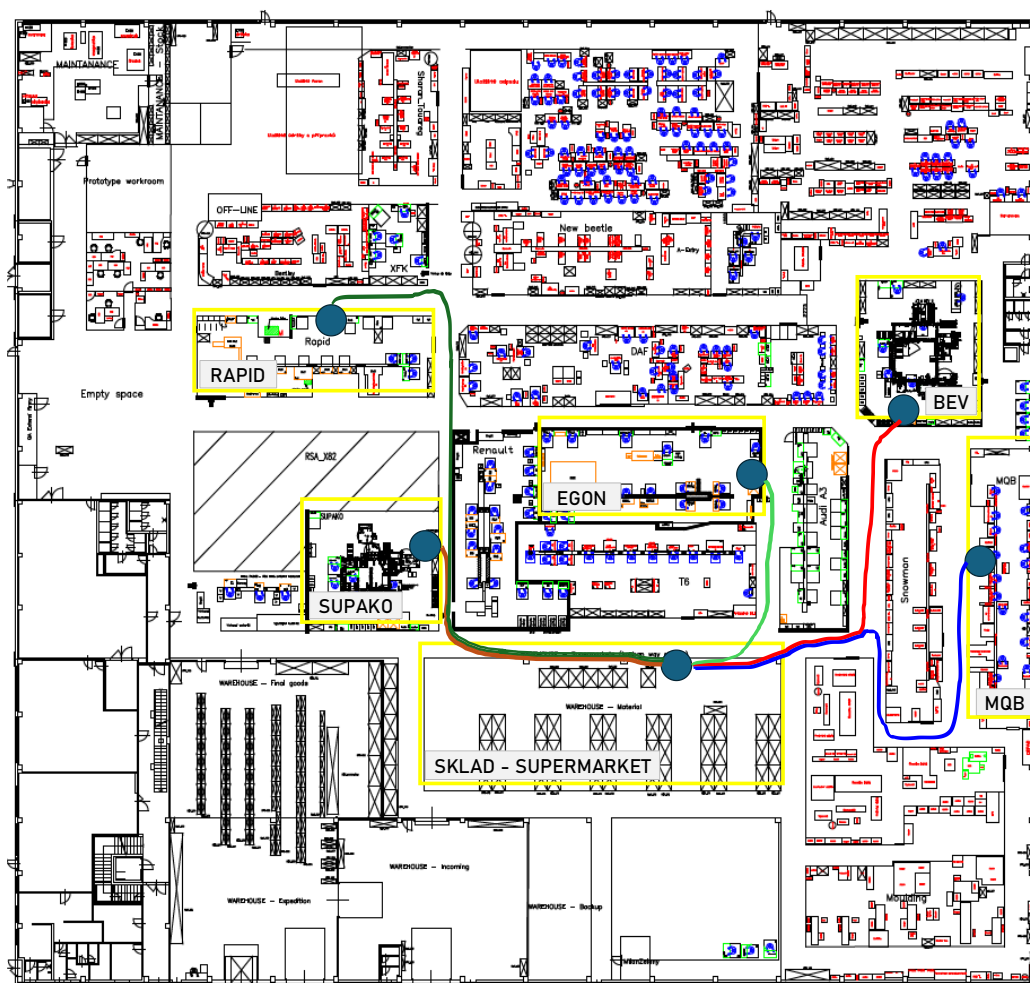
patří na jinou výrobní linku. Tento materiál může být podobný natolik, že ho pracovníci zamění se správným materiálem, zamontují ho do zámkové sady a v nejhorším případě se dostane až zákazníkovi, který by zámkovou sadu reklamoval. Z tohoto důvodu je nastavena první brána kvality hned při skenování materiálu na vstup do regálu. Pokud by se skladník pokusil naskenovat špatný materiál, systém ho zastaví a materiál nepřeskladí na středisko výrobní linky. Další brány kvality jsou zajištěny výrobním vybavením linky, kde je snaha co nejvíce aplikovat Poka-Yoke, kamery pro kontrolu správného materiálu a montáže a vizuální kontrolu pracovníků. Na konci výrobní linky jsou testery, které odhalí funkční vady.

Druhým důvodem je efektivita, která je klíčovým faktorem v průmyslu. Robustní systém pomáhá sledovat aktuální zásoby materiálu na výrobních linkách a efektivně je doplňovat pracovníky skladu. Vedoucí výrobní linky pomocí kanbanu vytváří požadavek na doplnění materiálu vyhozením kanbanové karty, která signalizuje doplnění.

Další důvod je sledovatelnost, která poskytuje lepší přehled o pohybu materiálů a umožňuje sledovat krok po kroku co se s materiály děje a kde by mohl být potenciální problém. Sledovatelnost dílů je požadavek certifikačního auditu IATF a většiny zákazníků, protože v případě nějaké reklamace, nebo defektu je možné vysledovat rok, měsíc, den a směnu, kde byl vadný materiál použitý. Tato výroba se poté označí a podrobí se kontrole a identifikují se vadné kusy, které se poté vyřadí, nebo opraví, pokud to interní kvalita povolí.

9.3.1 Spaghetti diagram

Předmětem analýzy bylo doplňování materiálu do vybraných výrobních linek, které obsahují montáž unašeče s pružinou. Bylo změřeno celkem 5 tras k výrobním linkám VW skupiny dne 14.1.2025. Se sjednocením výrobních stanovišť pro montáž unašeče s pružinou bude nutné změnit i trasy pro distribuci materiálu. Pomocí nástroje spaghetti diagramu byla provedena analýza cest pro distribuci materiálu ze skladu na jednotlivé výrobní linky. Z analýzy vyplynuly přesné délky všech tras, které se používají pro navážení materiálu. Identifikovány byly konkrétní trasy, po kterých se materiál dopravuje a bylo zmapováno, jak intenzivně jsou jednotlivé cesty využívány. Dále bylo zjištěno, kolikrát je potřeba materiál během jedné směny navézt. Změřené trasy jsou zobrazené na obrázku 30.



Obrázek 30 Spaghetti diagram

(zdroj: vlastní)

Všechny trasy začínají od místa sklad – supermarket, kde za pomoci kanbanových karet skladník identifikuje, na jaké linky je potřeba zavést materiál, aby doplnil výši zásob. Kanbanové karty si fyzicky posbírám skladník při navážení nebo odvážení materiálu a hotových sad z výrobních procesů. Z toho vyplývá, že v současné době je kanban dodržován pouze fyzickými kartami, nikoliv elektronicky. Interní pravidlo pojistné zásoby je nastaveno na 3 dny (9 pracovních směn). Každá výrobní linka má jinou výši pojistné zásoby kvůli různému taktu zákazníka. Skladník tedy nic nepočítá, orientuje se pouze podle kanbanových karet, na kterých je uvedené množství zpravidla zaokrouhlená na celá čísla například 150 nebo 500 ks v malém boxu podle druhu a velikosti materiálu, nebo 150, 500 a 1 000 ks ve velkém KLT boxu. Níže na obrázku 31 je ukázka malého boxu a velkého KLT boxu.



Obrázek 31 KLT box a malý box s materiálem

(zdroj: vlastní)

Jak již bylo zmíněno pár řádků výše, vychystávání materiálu probíhá jen na základě kanbanových kartiček, které sesbírá při rozvozu materiálu, nebo odvozu sad. Sbírá i prázdné boxy a odpad určený k likvidaci. Pokud se na některou linku dlouho nedostane, hrozí, že výrobní linka spotřebuje nějaký materiál a zastaví výrobu. Pravděpodobnost spotřebovaného materiálu a následné zastavení výroby je poměrně velká, protože team leader ani skladník nemá k dispozici interní systém určený k objednání materiálu na linku. Mají možnost odchytnout skladníka přímo během jeho kolečka, nebo zatelefonovat do skladu. Při pozorování pohybu skladníků bylo zřejmé, že zde není nastavená žádná standardizace okruhů pro odvoz materiálu. Pro porovnání stavu před změnou a po změně byla zvolena pouze celková délka jednotlivých tras k linkám, vytíženost cest a četnost navážení materiálu na směnu.

Trasa ze supermarketu k lince BEV (obrázek 30 - červená linka) je dlouhá celkem 45 metrů (tabulka 7) tam a zpět a je na méně vytížené trase. Spotřeba materiálu linky BEV je za směnu 633 kusů od každého dílu. Počet dílů na projekt v rámci této linky je mezi 36 až 42 kusů různých dílů. Tento údaj je dohledatelný v interním kusovníku. Rozmezí se udává proto, že jednotlivé série se liší v počtu použitých dílů. To znamená teoreticky navést okolo

25 000 dílů za směnu dohromady. Navážení i probíhá v boxech se stovkami kusů naráz. Materiál se naváží 6 až 10krát za směnu. Z pohledu správnosti zvolené trasy je tato trasa nejkratší možná a vyhovující.

Druhá trasa ze supermarketu k lince SUPAKO (obrázek 30 - hnědá linka) je dlouhá celkem 38 metrů (tabulka 7) tam a zpět a je na nejvíce vytížené části trasy. Přes tuto trasu se pohybuje většina materiálu a hotových výrobků do skladu expedice. Při sledování průběhu navážení materiálu se několikrát stalo, že se musel skladník vyhýbat jinému skladníkovi a zbrzdilo se navážení do linky. Spotřeba materiálu linky SUPAKO je za směnu 433 kusů od každého dílu. Počet dílů je jen o trochu méně než v předchozím případě mezi 33 až 36 kusů různých dílů. Zde je potřeba navést okolo 15 000 dílů za směnu dohromady. Materiál se naváží 3 až 5krát za směnu. Trasa je velmi vytížená a je riziko, že se dodávky materiálu zpozdí. Zde je nutná optimalizace materiálového toku.

Třetí trasa ze supermarketu k lince EGON (obrázek 30 - světle zelená linka) je nejkratší ze všech cest pouze 28 metrů (tabulka 7) tam a zpět a je to boční ulička mimo hlavní cestu s dostatečnou šířkou, takže zde není žádný problém s dopravou materiálu na výrobní linku a hotových výrobků z výrobní linky. Pro tuto výrobní linku platí spotřeba 350 kusů od každého dílu, takže je potřeba za směnu navést dohromady okolo 12 000 dílů. Je zde potřeba stejný počet dílů 33 až 36 kusů. Materiál se naváží 2 až 3krát za směnu.

Čtvrtá trasa ze supermarketu k lince RAPID (obrázek 30 - tmavě zelená linka) je nejdelší trasou ze všech. Je dlouhá 65 metrů (tabulka 7) tam a zpět a většinou skladník využívá stejnou trasu jako pro SUPAKO linku. Zde je největší riziko pro zdržení dodávky materiálu ze všech výrobních linek, které nás zajímají. Linka je schopná vyrobit za směnu 407 kusů a její výrobky se skládají z 29 až 31 kusů. Je tedy potřeba navést dohromady okolo 12 000 dílů. Materiál naváží skladníci se stejnou frekvencí jako v předchozím případě 2 až 3krát za směnu.

Pátá a poslední trasa ze supermarketu k lince MQB (obrázek 30 - modrá linka) je zásobována pomyslně ze spodu podle modré linky, ale i seshora okolo linky BEV. Tato trasa má přibližně 50 metrů (tabulka 7) tam a zpět v obou případech. Linka vyrábí 277 kusů za směnu a průměrný počet dílů je 26 až 29 kusů druhů dílů na zámkovou sadu. Dohromady je potřeba převést na výrobní linku okolo 7 500 dílů. Materiál je navážen z většiny případů v rámci kolečka pro výrobní linku BEV 2krát za směnu. Níže naleznete přehlednou tabulku s informacemi ohledně navážení materiálu na jednotlivé linky. Průměrný člověk ujde

průměrně 1,39 m za sekundu v tabulce je potřebný čas pro skladníka při distribuci materiálu na výrobní linku a vrácení zpět do supermarketu.

Tabulka 7 Přehled distribuce materiálu

	Box 150 (ks)	Box 500 (ks)	Box 1000 (ks)	Počet dílů na lince (ks)	Frekvence navážení	Vzdálenost (m)	Vzdálenost za směnu (m)	Čas (s)
Linka BEV	10	15	16	25000	6 až 10	45,0	450,0	00:32,4
Linka SUPAKO	4	9	10	15000	3 až 5	38,0	190,0	00:27,3
Linka EGON	6	7	8	12000	2 až 3	28,0	84,0	00:20,1
Linka RAPID	6	7	8	12000	2 až 3	65,0	195,0	00:46,8
Linka MQB	3	6	5	7500	2	50,0	100,0	00:36,0
Celkem	29	44	47	71500		226	1019	02:42,6

(zdroj: vlastní)

Distribuce materiálu je neřízená operace, kdy se nechává hodně volnosti skladníkovi. Určuje si vlastní trasu, kdy a kam naveze materiál. Během pozorování se nestalo, že by skladník včas nenavezl nějakou surovinu a zastavil tím běžící výrobní linku. Nicméně podle vedoucího skladu se se občas tento problém vyskytne zejména tedy méně zkušenému skladníkovi. V rámci projektu bude jeden z úkolů navrhnout trasu skladníků pro efektivní distribuci materiálu s nízkým rizikem zastavení výrobních linek.

10 SHRUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

Úvod praktické části se věnoval představení firmy Alpha Vehicle Security Solutions s.r.o. V kapitole 7 byly popsány dějiny obou společností, které se v roce 2016 spojily. V další části téhož kapitoly, bylo představeno portfolio firmy, finanční výsledek, duševní vlastnictví firmy a mnoho dalších informací o společnosti. První část se zabývala také představením jednotlivých typů procesů a technologií firmy.

Na začátku analytické části byla nastíněna současná doba, ve které čelí automobilový průmysl globální krizi, kterou začala pandemie Covid-19, a která ještě stále ovlivňuje ekonomiku. Po úvodním seznámení se společností a její technologií následovala analýza výrobního procesu zámkových sad pomocí VSM mapy (podkapitola 9.2.1), která byla předtím krátce představena. Díky této analýze bylo možné získat cenné informace o výrobním procesu firmy od doručení EDI odvolávek až po samotnou expedici hotových zámkových sad k zákazníkovi.

V rámci snahy o racionalizaci výroby ve firmě Alpha se analýza zaměřovala na montáž unašeče s pružinou, který je součástí zámkových sad. Pracoviště montáže unašeče s pružinou bylo podrobeno rozboru pomocí metody snímku pracovního dne (podkapitola 9.2.2), který odhalil nedostatky ručního procesu a chyb pracovníka. Hlavní problémy stávajícího procesu jsou tendence k chybám díky lidskému faktoru, abnormality během montáže pomocí ručního přípravku bez fixace a zablokovaný materiál při volném uložení v boxu. Na základě těchto nabytých dat je v rámci projektové části navržen hlavní cíl, který bude popisovat ve své podstatě, jak racionalizovat, zrychlit, zlevnit a celkově zefektivnit tento výrobní proces zejména automatizací samotné montáže pomocí centralizovaného stroje. Dílčí cíle jsou v projektové části specifikovány pro podporu efektivnosti navržené racionalizace.

Poslední metodou v rámci analytické části byl použitý Spaghetti diagram (podkapitola 9.3.1), který měl za úkol analyzovat materiálový tok ze skladu supermarketu k jednotlivým výrobním linkám. Bylo zjištěno, že není nastaven žádný standard pro rozvážení materiálu a trasy pro rozvoz materiálu si volí sami skladníci. Dále byly detekovány hrozby pozdě doručeného materiálu kvůli přetíženým, nebo úzkým cestám. Starý způsob kanban systému zaveden ve společnosti má hlavní slabinu v absenci propojení do interního systému a může fungovat jen tehdy, kdy ho dodržují lidé, kteří s ním pracují. Níže je k dispozici přehledná tabulka 8, která obsahuje konkrétní výsledky metod a závěr z dané analýzy.

Tabulka 8 Shrnutí použití analytických metod

Shrnutí použití analytických metod				
Název metody	Výsledek metody	Závěr z výsledku metody	Nástroje	Kapitola
VSM (Value Stream Mapping)	Získání důležitých informací o interním systému, získání důležitých informací o výrobě a logistice.	Navržení 2x Kaizenu, identifikace plýtvání.	Kamera, layout firmy, stopky.	9.2.1
Snímek pracovního dne	Získání důležitých informací o konkrétním pracovišti montáže unašeče s pružinou. Zhodnocení plýtvání.	Stanovení hlavního cíle racionalizace výrobního pracoviště unašeče s pružinou, identifikace plýtvání.	Kamera, pracovní instrukce, stopky, záznamový arch.	9.2.2
Spaghetti diagram	Získání důležitých informací o logistice materiálu ze skladu a mezi výrobními procesy.	Na základě načerpaných informací, návržení standardu pro trasu navážení materiálu.	Kamera, layout firmy, stopky.	9.3.1
RIPRAN analýza	Identifikace důležitých rizik ohrožující průběh projektu.	Možnost sledování a včasné eliminace zhodnocených rizik.	Projektový tým, formulář metody, počítač.	11.2

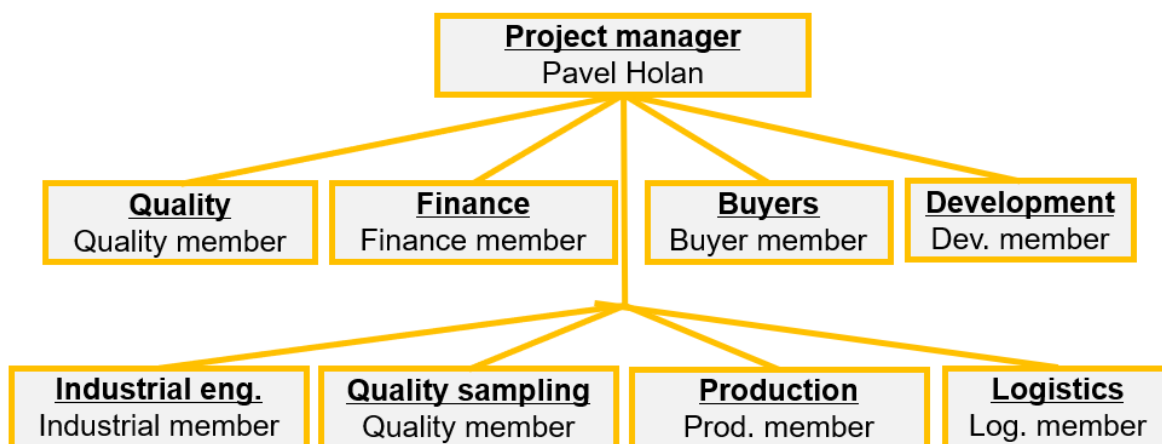
(zdroj: vlastní)

11 PROJEKT RACIONALIZACE VÝROBY A LOGISTICKÉHO TOKU PODSESTAVY

Každý projekt musí mít jasné zadání, cíl a známá rizika. Bez jasného zadání se otevírá prostor pro chyby a hrozbu, že cíl nebude naplněn. Rizika jsou hrozbou tehdy, pokud se odhalí v průběhu projektu až po tom, co se vyplní, nebo již není možnost riziko zvrátit. Tato část diplomové práce se zaměřuje na definici projektu pro racionalizaci výroby unašeče s pružinou jako součást zámkové sady, dále specifikaci cílů pomocí metody SMART a RIPRAN analýzy pro odhalení možných rizik.

11.1 Definice projektu

Po založení projektového týmu (obrázek 32) je nutné, aby projektový vedoucí sestavil projektový plán na základě zadání od vedení společnosti. Dále si každé oddělení stanoví fond hodin, který na tom stráví celkem pro statistiku napříč projekty, jak náročné jsou projekty v hodinách. Tato aktivita je vyžadovaná vedením společnosti pro nastavení standardizace práce pro kancelářské pozice a pro lepší odhad náročnosti budoucích projektů.



Obrázek 32 Projektový tým

(zdroj: vlastní)

Nejprve je potřeba transformovat zadání od vedení firmy do jasných cílů. Vedení firmy nastavilo dlouhodobý úkol optimalizovat výrobní procesy za účelem zrychlení, zkvalitnění a zlevnění produkce, aby firma byla pořád konkurenceschopná. Z předešlé analýzy pomocí metod průmyslového inženýrství vyplynulo, že manuální výroba má řadu nedostatků a montáž stejné části je na více výrobních linkách, které se dají sjednotit do nové výrobní linky BEV, která je téměř automatická včetně montáže unašeče s pružinou. Při návrhu linky

BEV se předem počítalo s možností přesunutí této montáže pouze na tuto linku. Jako hlavní cíl byla určena samotná transformace ručního montážního pracoviště na automatické s cílem zvýšení výstupu o 50 %, tak aby automatický stroj zvládl zásobovat ostatní výrobní linky, kam unašeč s pružinou vstupuje s termínem dokončení začátkem února roku 2025. Dílčí cíle jsou zaměřeny na snížení nákladů výroby unašeče s pružinou, úprava logistického toku materiálu, navrzení zlepšení přispívající k vyšší efektivitě výroby a zhodnocení navrhovaných řešení. V tabulce 9 je vše přehledně zaznamenáno. Logistiku podsestavy bude nutné optimalizovat, mimo jiné i proto, že se po změně výrobní technologie nebude dovážet materiál ze supermarketu skladu, ale přímo z výrobní linky BEV.

Tabulka 9 Projektový list racionalizace výrobního pracoviště

Projektový list	
Název projektu:	Projekt racionalizace výrobního procesu
Časový plán projektu:	10.9.2024-2.2.2025
Projektový tým:	Projekt manažer, zákaznická kvalita, technologie, konstrukce, logistika, zákaznický servis
Hlavní cíl projektu:	transformace ručního montážního pracoviště na automatické s cílem zvýšení výstupu o 50%
Vedlejší cíle projektu:	Snížení nákladů výroby unašeče s pružinou Úprava logistického toku materiálu Navrzení opatření zlepšení Zhodnocení navrhovaných řešení
Výstup z projektu:	Centralizované pracoviště pro více výrobních linek Optimalizovaný logistický tok
Zadavatel projektu:	Vedení firmy

(zdroj: vlastní)

11.2 RIPRAN analýza

Jak již bylo zmíněno v úvodu projektové části, žádný projekt neprobíhá hladce a bez rizika. Proto je nutné připravit se na každou situaci a vypracovat RIPRAN analýzu rizik (obrázek 33). RIPRAN analýza se skládá ze čtyř kroků.

- **Identifikace**

Společně s týmem nalézt potenciální rizika spojená s projektem, nebo projektovou činností. Je nutné zvážit všechny možné hrozby, které se vážou k projektu.

- **Hodnocení rizik**

Každé identifikované riziko je nutné zhodnotit z hlediska pravděpodobnosti výskytu a možného dopadu na projekt. Použijeme škálu pro hodnocení s pravděpodobnostmi od 0,1 do 0,9 přepočtené z % a pro dopad na milníky použijeme váhu od 1 do 5. Na obrázku 33 naleznete kompletní matici hodnocení rizik projektu.

- **Tvorba opatření**

Navržení opatření pro snížení, nebo eliminaci hrozby potvrzení hrozeb je součástí tabulky 10 vyhodnocení rizik.

- **Sledování a vyhodnocování**

Průběžná kontrola rizik a jejich dopad na projekt, pokud se objeví další, nebo se milník navázaný na dané riziko již nesplnil a není již potřeba. Takové riziko se uzavře a už se s ním projektový vedoucí nezabývá. Tento parametr je rovněž součástí tabulky 10.

Pravděpodobnost	Dopad na milníky projektu				
	1	2	3	4	5
0,9	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5
0,7	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5
0,5	0,5	1	1,5	2	2,5
0,3	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Kategorie dopadu:	Vysoký				
	Střední				
	Nízký				

Obrázek 33 Matice dopadu rizik na projekt

(zdroj: vlastní)

Z analýzy rizik vyšly čtyři body s různou pravděpodobností, že nastanou. S nejvyšší rizikem 2,8 bodů vyšly dvě rizika, a to neochota spolupráce členů týmu, nebo pracovníků na lince a omezení současného informačního systému ve firmě. První riziko je jedno z nejčastějších rizik, které se vyskytují v průběhu projektu a je na něj potřeba stále myslet. Lidé v projektovém týmu ztrácejí motivaci, ochotu věnovat pozornost, nebo jsou jen rozptýlení jinými povinnostmi v rámci jiných projektů. Práce projektového manažera, kdy

v této roli je sám autor, je udržet dobrou pracovní morálku v týmu, vysvětlovat každý krok, který se vykoná a monitorovat správné plnění. V některých případech nemá projektový manažer úspěch ani když dělá maximum pro hladký průběh projektu kvůli vnějším vlivům ve firmě. Poté musí být připraven eskalovat problém na vedení firmy a usilovat o prioritizaci svého projektu před ostatními. Druhé riziko je spíše specifické pro tento projekt, protože operace přeskládávání vyrobených podsestav z jedné výrobní linky na druhou výrobní linku není běžné v procesu firmy a nese s sebou mnoho rizik. Třetí riziko s hodnotou rizika 2,5 bodu se pojí s nesplněním stanovených projektových cílů. Tento druh rizika je také velmi častý a potýká se s ním od začátku až do konce projektu. Projekt je živý mechanismus, který se vyvíjí a mění. Není nic špatného na tom, když se během projektu upraví projektové cíle a ve finále budou trochu jiné, než bylo stanoveno na začátku projektu. Problém je to tehdy, když se v průběhu zjistí, že není možné naplnit daný cíl ani v žádné jeho jiné podobě. Proto je důležité hned na začátku zvolit správné metody pro analýzu, aby byly cíle správně navržené a realistické. Pro navržení realistického cíle můžeme použít například metodu SMART. I pro tento projekt lze aplikovat metodu SMART. Cíl musí být specifický, měřitelný, dosažitelný, relevantní a časově specifikovaný. Posledním bodem s nejnižším skóre 1,35 je zpoždění přípravy automatického stroje pro montáž unašeče s pružinou. S dodavatelem se uzavřela rámcová smlouva, kdy potvrzuje termín dodání. V tomto případě se jedná o běžné součásti dostupné na trhu, tak zde není tak velké riziko zpoždění. V některých případech jsou pro nové procesy navrženy zcela atypické stroje na zakázku, který je objednaný u dodavatele od konstrukce po předání hotového připraveného stroje s dosaženým časem taktu specifikovaným v kontraktu. Pro výrobní linku BEV byly objednány hned tři takové stroje na zakázku. Tedy z pohledu celé výrobní linky BEV je tento bod s daleko horším skóre. Interní pravidla říkají, že v případě nalezeného rizika je nutné ihned navrhnout snížení nějakou akcí. Toto snížení je navrženo v pravé části tabulky 10 v zelených sloupcích. Tyto akce jsou již popsány výše v téže kapitole.

Tabulka 10 Vyhodnocení rizik projektu

RISK REGISTER/ ANALÝZA RIZIK												
Risk No/ Číslo rizika	Risk Title/ Označení rizika	Description of Risk/ Popis rizika	Owner/ Vlastník	Impact/ Vliv	Probability %/ Pravděpodobnost %	Risk measure (P * I) / Hodnota rizika	Schedule Impact / Vliv na harmonogr am (H - M - L)	Countermeasure / Opatření	Probability after mitigation/ Pravděpodobnost po snížení	Risk measure (P * I) / Hodnota rizika	Date of creation: Datum vytvoření:	9.9.2024
1.	Zpoždění automatického stroje pro montáž unášče s pružinou.	Nový stroj nebude dodán od dodavatele včas.	Vývojová technologie	4,5	0,3	1,35	M	Pravidelné schůzky s dodavateli pro potvrzení smluvního termínu dodání.	0,1	0,45		L
2.	Neochota spolupráce členů týmu, nebo pracovníků na lince	Členové týmu, nebo pracovníci na lince nebudou dostatečně aktivní pro dokončení projektu v rámci časového harmonogramu. Systém může být limitován, tak že nebude možné nastavit proces, tak jak bude navrženo projektovým týmem.	Projektový manažer	4	0,7	2,8	H	Konání pravidelných schůzí a předávání jasných a konzistentních informací.	0,3	1,2		M
3.	Omezení současného informačního systému ve firmě		IT	3,5	0,8	2,8	H	Analýza současného stavu a úprava systému ze strany IT.	0,3	1,05		M
4.	Nesplnění stanovených projektových cílů	Projektové cíle nebudou naplněny a nebude dosaženo naplánovaných úspor.	Projektový tým	5	0,5	2,5	H	Pravidelná kontrola plnění projektových cílů a v případě odchýlení upravit projektový plán, nebo samotné cíle.	0,2	1		M

(zdroj: vlastní)

11.3 Projektový plán

Projekt byl zahájen 10.9.2024, kdy přišlo zadání z vedení firmy Alpha. Plán byl vytvořen v programu MS Project, který je přímo určen k plánování projektů jakékoliv velikosti a nabízí nástroje pro snadné a efektivní plánování. Plán projektu racionalizace výrobního pracoviště unašeče s pružinou začíná tak zvaným vykopnutím projektu (Kick-off). Poslala se informace napříč firmou o založení projektu v interní databázi se stanovenými cíli a projektového týmu. Po vytvoření projektového plánu se definovaný projekt uvolnil k vyjadřování ostatním oddělením. Tento krok poměrně dlouho trvá, protože se je nutné dostat odpověď z každého oddělení, které je vyspecifikováno v kartě projektu. Po dokončení vyjádření včetně odhadu spotřeby hodin je stanoven projektový tým a pravidelné týdenní schůzky.

V další fázi oddělení technologie vypracovala technickou dokumentaci pro návrh automatického zařízení unašeče s pružinou a po schválení konceptu vedením společnosti se přešlo k objednání potřebných součástí od dodavatele. Po obdržení vybavení stavbě pracoviště už nic nebránilo a byla zahájena úprava výrobní linky BEV. Po dokončení stavby bylo nutné zahájit testovací provoz, který sloužil k odladění nedostatků v technickém provedení a v programu pracoviště. Toto pracoviště je kompletně automatické, tak nepotřebuje žádnou součinnost s pracovníky během sériové výroby.

Ve stejné době, kdy byla příprava technického vybavení v plném proudu musela být poptána úprava software firemního informačního systému, protože pro dosažení stanovených cílů bylo nutné připravit i virtuální napojení logistické trasy z výrobní linky BEV k ostatním linkám. Tato část skrývala pro firmu nové výzvy, protože doposud se vždy vyrábělo pouze v rámci jedné výrobní linky a jednoho výrobního střediska.

Přesun nějakého polotovaru z jednoho výrobního střediska na jiné se může zdát na první pohled jako drobnost, která musí být jednoduše zavedena lusknutím prstů. V tomto případě opravdu zdání klame, protože projektový tým narazil hned na několik překážek. Zde je výčet věcí, které se musely vykonat pro správnou funkci celé změny.

- **Sloučení vstupního materiálu**

Po přidání výstupu podsestav pro ostatní výrobní procesy musel být přidán i vstup, aby se systémově objevila zásoba materiálu potřebného k montáži podsestav, ale problém byl v tom, že fyzicky bylo potřeba jen jedno vstupní místo, protože unašeč i pružina jsou

typově stejné jako pro proces montáže pro výrobní linku BEV. IT prověřilo tuto funkcionalitu a zjistilo, že je potřeba aktualizace systému, která stála 15 000 Kč s DPH.

- **Založení skladového místa**

Ve výrobě podsestavy strojem nebyl žádný problém. Stroj byl nastaven, odladěn a vyráběl, tak jak měl. Problém nastal v momentu, kdy stroj vyrobil určité množství a bylo jej potřeba uskladnit.

- **Přidání skenování podsestav**

Z důvodu držení 3 denní pojistné zásoby je nutné vidět v systému kolik kusů je vyrobeno. Bez naskenování dedikovaného čárového kódu to není možné, a tak se musel přidat PDA skener na pracoviště pro skenování do regálu.

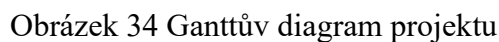
- **Úprava software PDA**

Pro tuto nestandardní operaci skladníci museli oklikou skenovat díly přes supermarket, a ne napřímo na vozík skladu, tak bylo nutné zjednodušit tuto cestu a upravit program v PDA skeneru.

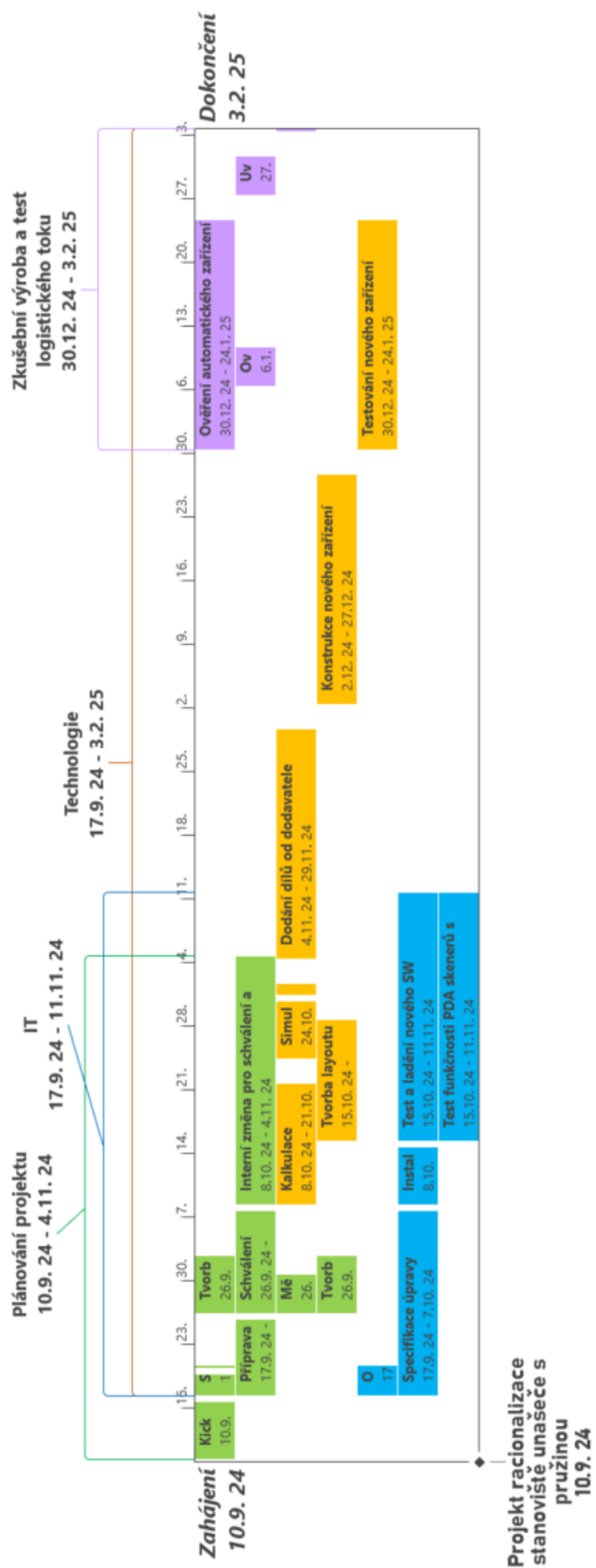
- **Zajištění FIFO**

Posledním bodem bylo dodržení FIFO, které je důležité, aby se spotřeboval materiál nejprve ten první v pořadí, co se vyrobil a nebyl v regálu dlouho a nestárnul. Toto je důležité i pro IATF audit.

V poslední části projektu po dokončení konstrukce pracoviště a úpravy interního systému následovala zkušební výroba a test nově nastaveného logistického toku podsestav. Zkušební výroba prokázala připravenost na sériovou výrobu a bylo ji tedy možné spustit. Celý projektový plán je k nahlédnutí na následující straně (obrázek 34). Detail jednotlivých částí jsou pak na následujících obrázcích 35 a 36. Celý projektový plán je také součástí přílohy PI na konci této práce.

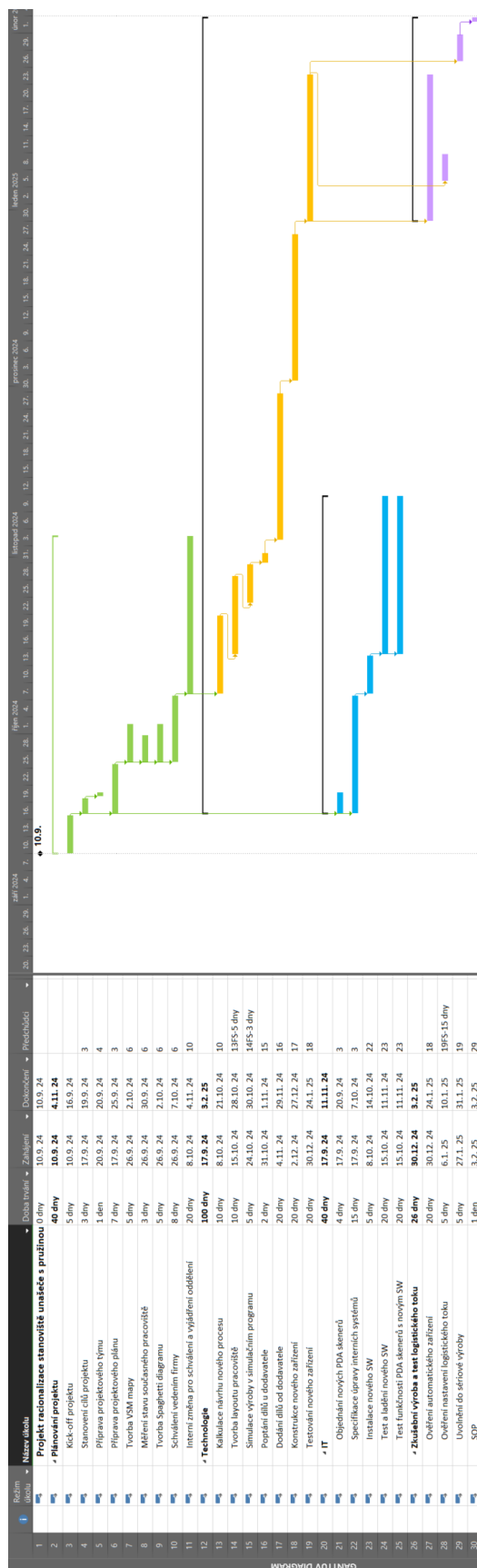


(zdroj: vlastní)



Obrázek 35 Detail časové osy projektového plánu

(zdroj: vlastní)



Obrázek 36 Ganttův diagram

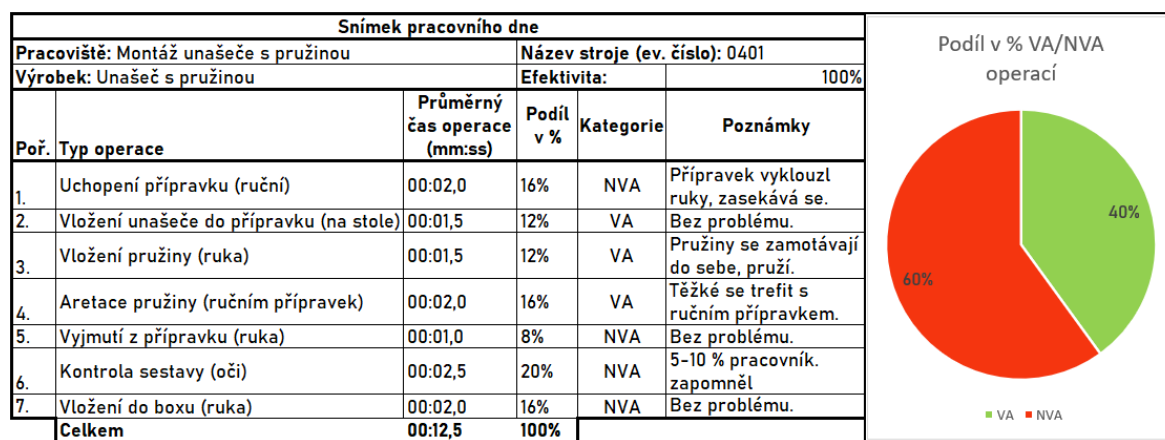
(zdroj: vlastní)

12 IMPLEMENTACE NÁVRHŮ RACIONALIZACE V RÁMCI PROJEKTU

Zvolenými metodami průmyslového inženýrství byl analyzován výrobní proces firmy. Následující kapitola se bude zabývat návrhy pro zefektivnění výroby podsestavy unašeče s pružinou a změny logistického toku, aby bylo možné systémově přesouvat podsestavy na určené výrobní procesy. První podkapitola se zaměřuje na zefektivnění výroby unašeče s pružinou se srovnáním před a po změně. Druhá podkapitola se věnuje změně logistického toku podsestav a návrhu standardizace nových tras pro skladníky.

12.1 Návrh nového výrobního pracoviště

Metody VSM (9.2.1), snímek pracovního dne (9.2.2), Gemba a video záznam poskytly potřebná data o současném stavu procesu. Současný stav je pro připomenutí vložen znovu jako obrázek 37. Ruční montáž unašeče s pružinou byla analyzována pomocí snímku pracovního dne a pořízeného videa. Firma je si vědomá nedostatků ruční montáže, proto dala pokyn k vypracování návrhu, který povede k automatizaci tohoto procesu.



Obrázek 37 Snímek pracovního dne – montáž unašeče s pružinou

(zdroj: vlastní)

Oddělení technologie mělo volnou ruku, jakou technologii zvolí, ale musela splňovat určité parametry. Výsledný stroj musel být dostatečně robustní, aby vydržel po celou životnost projektu. Projekt je nominován na 10 let plus 5 let servisní výroby. Dále musel být jednoduchý pro snadnou obsluhu pracovníků výroby a údržby. Jeho části musely být běžně k dostání pro snadnou opravu stroje v případě nějaké závady. Oddělení údržby a procesní technologie zpracovává plány údržby ke každému zařízení ve výrobě, ale není možné nakoupit každou součástku stroje pro případ, že by se rozbila. Proto údržba nakoupí jen asi

10-15 % náhradních dílů, které vykazují největší pravděpodobnost závad. Ostatní součásti musí být běžně dostupné od dodavatelů v rámci pár dní. Poslední parametr, který musel splňovat stroj byla rychlost a přesnost.

Takt ručního pracoviště je okolo 12 s a výstupem 2 225 kusů za směnu. Aby bylo nové automatické stanoviště schopné vyrábět unašeče s pružinou pro všechny výrobní linky, musí být pracoviště rychlejší o 50 %. Cílem tedy bylo připravit pracoviště s taktem 8 s a výstupem 3 337 kusů za směnu. První návrh od technologie bylo pracoviště s robotickým ramenem od firmy Fanuc (obrázek 38). Robot by se nacházel na kraji pracoviště, kde by z automatických dávkovačů od firmy Kovo Hanus s.r.o. odebíral postupně unašeč a pružinu do pozice přípravku pro montáž pružiny, podobně jako u ručního stanoviště. Poté by pružinu otočným pohybem za aretoval do pozice a odložil do boxu hotových podsestav. Tato varianta nakonec nevyhovovala jak z pohledu pravděpodobného taktu, tak i z pohledu ceny.



Obrázek 38 Fanuc rameno

(zdroj: Fanuc)

Druhá varianta obsahovala také robota od firmy Fanuc jen jiný typ. Tento typ se nazývá Scara (obrázek 39) a jedná se o 4-osého robota stvořeného pro tento typ drobné a přesné operace s nízkým taktom. Nicméně byl také zamítnutý kvůli jeho vysoké ceně. Bylo tedy nutné zvolit alternativu podobnou prvnímu a druhému řešení jen s nižší cenou.



Obrázek 39 Scara robot

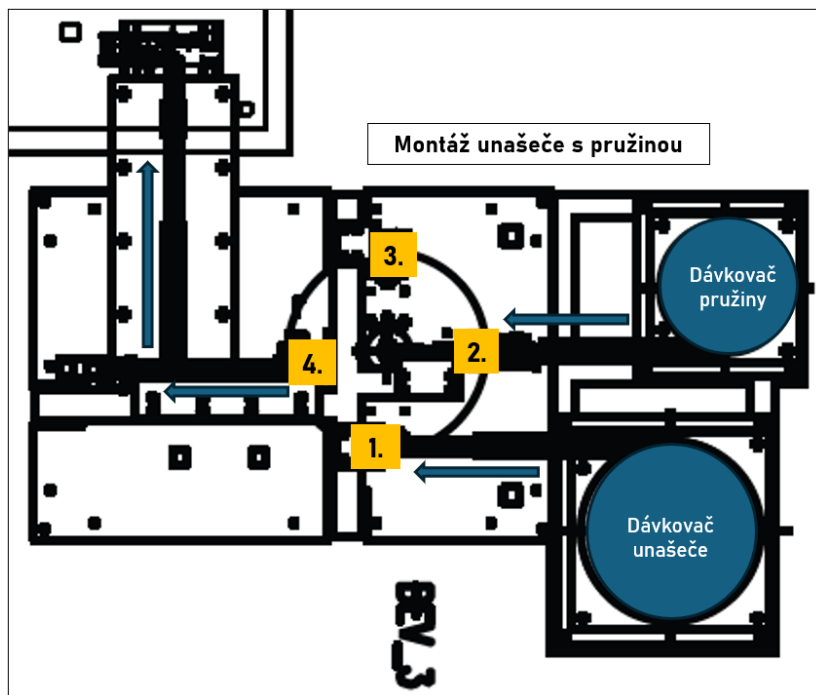
(zdroj: fanuc.eu)

Třetí varianta byla nakonec navržena z karuselového stolu (obrázek 40), který se během montáže otáčí pokaždé o 90° a každou otočku se provede jiná operace. První operace je dávkování unašeče do první pozice karuselu, kde se jednoduchým mechanismem a využitím gravitace prostrčí skrz západku do lůžka karuselu (pozice 1 na obrázku 40). Po otočení karuselu o 90 stupňů do pozice 2, uchopí mechanismus kleštin pružinku a vloží ji na unašeč. Karusel se opět pootočí o 90° . Na pozici 3 jakmile doputuje unašeč s vloženou pružinou za aretuje pružinu další mechanismus se speciálním válcem. Poslední pootočení je do finální pozice 4, kde hotový unašeč nasaje poslední mechanismus a podle situace vloží buď na další stanoviště v rámci výrobní linky BEV, nebo do boxu určeného pro jiné výrobní linky. Celková cena tohoto pracoviště byla 62 584 € v korunách je to přibližně asi 1 500 000 Kč s DPH. Srovnání všech variant najdete v tabulce 11 níže.

Tabulka 11 Porovnání variant automatického pracoviště

	Typ zařízení	Takt time	Cena v Kč (s DPH)	Rozhodnutí
Variant A	Fanuc rameno	14,5 s	3 500 000	Zamítnuto
Variant B	Fanuc Scara	8 s a míň	2 200 000	Zamítnuto
Variant C	Alpha zařízení	8 s	1 500 000	Přijato

(zdroj: vlastní)

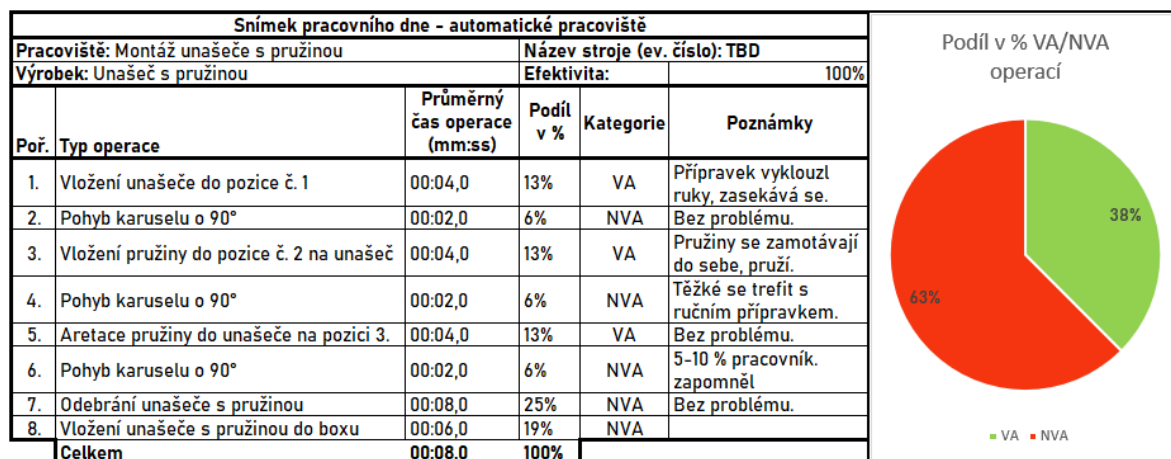


Obrázek 40 Automatická montáž unašeče s pruřinou

(zdroj: vlastní)

Součástí návrhu zefektivnění výroby podstavy unašeče s pruřinou je kontrola kvality vyráběného dílu. Pro každou pozici jsou nainstalovaná čidla kontrolující přítomnost dílů, správnou pozici a správný díl v karuselu.

Nový snímek pracovního dne (obrázek 41) ukazuje čas taktu 8 s, který splňuje zadání vedení společnosti. Tento čas je podílem 4, protože jednotlivé operace ve snímku pracovního dne dají dohromady 32 s, ale na karuselu jsou dohromady 4 pozice. Poměr VA a NVA operací se také změnil. Aktuálně vychází 38 % VA operací a 63 % NVA operací. Operace kategorie Muda zde byly identifikované pouze nezbytné pro dokončení pracovního cyklu. Na zbylých výrobních linkách je možné zrušit manuální pracoviště a ušetřit tak jednoho operátora na výrobní linku. V kapitole 13.1 je popsáno finanční zhodnocení uskutečněného projektu.



Obrázek 41 Snímek pracovního dne – montáž unašeče s pružinou automatická

(zdroj: vlastní)

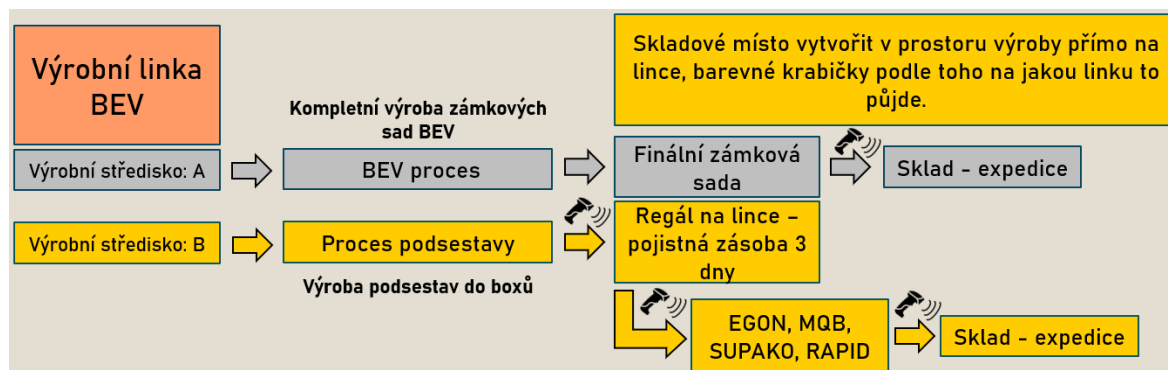
12.2 Návrh úpravy logistického toku

Pro dokončení celého projektu bylo nezbytné upravit i logistický proces toku hotových podsestav. Pro standardní výrobu se navede materiál na výrobní linku, zpracuje se a odchází z výrobní linky ve finálním produktu. Materiál se odečítá podle typu produktu do skladu, aby se vyrovnaly zásoby. V tomto případě bylo potřeba navrhnout fyzicky a systémově jak vyrobit z dvou materiálů (unašeč a pružina) na obrázku 27, podsestavu, která se pak následně vyjme z výrobního střediska dané výrobní linky a poputuje na jinou výrobní linku, kde se spotřebuje. Interní systém firmy na tento styl nebyl vůbec připraven. Díky této skutečnosti byla tato část nejnáročnější a projektový tým nad tím strávil spoustu času. Body potřebné k dokončení nového logistického toku jsou již nastíněny v podkapitole 11.3.

V prvním kroku bylo nutné definovat, jak má nový tok podsestav vypadat a co má splňovat:

- Sjedení vstupu materiálu pro výrobní střediska
- Přehlednost zásob v reálném čase
- Snadné přeskladení z jednoho výrobního střediska do druhého
- Dodržení FIFO podsestav
- Vytvoření 3 denní zásoby
- Přidání regálu určeného pro zásobu podsestav
- Vytvoření kanban karet a navržení počtu

Na základně definovaných bodů byl vytvořen ve spolupráci s týmem vývojový diagram procesu. Vývojový diagram (obrázek 42) zobrazuje tok podsestav pro všechny již zmíněné výrobní linky.



Obrázek 42 Vývojový diagram logistického toku podsestav

(zdroj: vlastní)

Hned v prvním kroku procesu návržení se objevil systémový problém. Sjednocení vstupu materiálu pro výrobní střediska nebylo v aktuální podobě systému VMS a MAX možné nastavit, protože tato funkcionalita nebyla v minulosti požadována. Oddělení IT vypracovalo poptávku po přidání této nadstavby. Cena činila 15 000 Kč s DPH. Tato nadstavba byla velmi důležitá, protože bez ní by skladník musel fyzicky dodávat materiál na dvě vstupní místa a vznikaly by nepřesnosti v inventuře kolik materiálu bylo spotřebováno do výrobního střediska A a kolik do B. V tomto případě by se i těžko dodržovalo FIFO. Pro dodržení standardů bylo nutné vyřešit, jak zajistit viditelnost zásoby hotových podsestav v reálném čase, protože pomocí těchto dat systém plánuje další výrobu. Pojistná zásoba je interně nastavena na tři dny tj. 8 až 10 boxů po 500 ks. Procesy jsou nastaveny tak, že se naskladní materiál na výrobní linku a odečte se z výrobní linky až po uzavření finálního pracoviště. Zde uděláme montáž pouze podsestavy a putuje to do regálu jako zásoba ostatním procesům. Tedy pro viditelnost zásoby v reálném čase byly přidány PDA skenery, kdy každý hotový box po 500 ks výroba naskenuje na regál. Tímto je umožněno i dodržení systému FIFO. Poté už jen přijede skladník s vozíkem, vyjme box, naskenuje a odveze na příslušný proces, kde opět naskenuje daný box na linku. Tímto způsobem je zajištěná distribuce podsestav mezi výrobními linkami ve firmě.

12.3 Úprava původního Spaghetti diagramu

Původní Spaghetti diagram (9.3.1) nevykazoval žádné známky standardizace a materiál doplňovali skladníci intuitivně. Úpravou skladového místa unašeče a pružiny na připravenou

V tabulce 12 jsou zaznamenány vzdálenosti před a po zavedení standardu logistického toku.

Tabulka 12 srovnání logistického toku před a po optimalizaci

Logistický tok PŘED optimalizací	
Trasa (m)	226,0
Celková trasa za směnu (m)	1 019,0
Frekvence navážení materiálu (počet)	2 až 10
Čas trasy (s)	02:42,0
Investice do vybavení (Kč)	0
Celková trasa za rok (m)	718 395
Logistický tok PO optimalizaci	
Trasa (m)	245,0 $\Delta \uparrow 7,8 \%$
Celková trasa za směnu (m)	735,0 $\Delta \downarrow 27,8 \%$
Frekvence navážení materiálu (počet)	3 $\Delta \downarrow \sim 7$
Čas trasy (s)	0:02:54 $\Delta \uparrow 8,1 \text{ s}$
Investice do vybavení (Kč)	15 000
Celková trasa za rok (m)	518 175 $\Delta \downarrow 27,9 \%$
Úspora trasy za směnu (m)	284
Celková úspora trasy za rok (m)	200 220

(zdroj: vlastní)

13 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO PROJEKTU

Navržené změny se v projektu podařilo úspěšně aplikovat beze zbytku, což vedlo k významným úsporám v několika klíčových oblastech. Díky efektivnějšímu procesu výroby unašeče s pružinou a lepší koordinaci materiálu mezi výrobními linkami se podařilo dosáhnout finanční úspory, zkrátit čas výroby a zvýšit kvalitu produktů.

Prvním přínosem popsaným v kapitole 12.1 je časová úspora doby potřebné k dokončení výroby unašeče s pružinou díky přesunutí manuální montáže unašeče s pružinou na automatickou montáž na výrobní lince BEV. Druhý přínos v rámci výroby podsestavy je nižší cena výrobku z automatické montáže díky nižší pracnosti a poslední přínos je vyšší kvalita a spolehlivost montáže na automatickém zařízení.

Mimo výrobní pracoviště byly aplikovány změny v logistice hotové podsestavy unašeče (12.2). Byly navrženy nové logistické trasy, úložiště materiálu a bylo eliminováno přesklazení materiálu přes supermarket. Tyto změny zajistili sice delší trasu pro skladníka, ale povedlo se standardizací zkrátit frekvenci navážení materiálu a odvážení hotových sad za směnu.

Pro zhodnocení navržených změn v rámci projektu je připravena kalkulace níže v přehledné tabulce 13. První tabulka obsahuje shrnutí úspor z pohledu normohodin, času a úspory peněz v rámci změny výrobní technologie unašeče s pružinou. Druhá tabulka 14 obsahuje zhodnocení úspor pro upravený logistický tok (12.3) z pohledu celkové vzdálenosti, času a investic.

13.1 Zhodnocení změny montáže

V první části tabulky 13 je přehled dat, který byl získán během analýzy manuálního pracoviště montáže unašeče s pružinou pomocí pořízeného videa a snímku pracovního dne. První parametr v tabulce je pracnost dílu, který slouží pro nacenění výrobního procesu po pracovištích. Pracnost dílu se měří v normohodinách. Výslednou hodnotu, součet všech pracovišť, pak přebírá finanční oddělení pro svou kalkulaci výsledku výrobní linky. Ruční výrobní linky mají pracnost od 35 normohodin v závislosti na velikosti procesu a počtu pracovišť. Automatické procesy mají do 35 normohodin. Podle autora Patermanna je měření pracnosti (work content) jedním z nejdůležitějších parametrů pro potřeby lean řízení na dílně. Pracnost reprezentuje součet celkové lidské práce vynaložené na výrobu určitého produktu na pracovišti. (Patermann, 2022, s.45) Pracnost pro ruční pracoviště je 1,94 Nh,

zatímco automatické stanoviště má jen 0,22 Nh, úspora v normohodinách je tedy 1,72 Nh 88,6 %.

Druhý parametr je takt pracoviště, který je z 12 s snížen na 8 s, což představuje zhruba 50 % zrychlení. Toto zrychlení splňuje hlavní cíl této práce a požadavek vedení, jelikož se výstup za směnu zvýšil z 2 225 ks za směnu na 3 337 ks za směnu.

Tato změna se neobešla bez investice do zařízení. Celková investice na nový automatický stroj pro montáž unašeče s pružinou činila dohromady 1 500 000 Kč s DPH. Tato suma je v kalkulaci rozpočítaná do ceny výroby této podsestavy. Podle výpočtu ceny výroby jednoho dílu vychází návratnost investice do stroje za 1 500 000 Kč s DPH za 14 měsíců. Od té doby je automatický stroj „zaplacen“ a cena výroby na kus je místo 8,7 Kč bez DPH snížena na 5,6 Kč na kus. Do té doby je cena 5,6 Kč bez DPH na automatickém stroji s přírůzkou 3,02 Kč bez DPH za investici do stroje, než se zaplatí. 8,7 Kč je cena jednoho operátora za minutu. 5,6 Kč je cena výroby stroje za minutu. Celková úspora za rok je 1 040 580 Kč. Projekty, kterých se změna týká přicházeli do společnosti postupně, tak se nedá přesně určit EOP (životnost) projektů dohromady. Nicméně pro představu lze počítat s průměrnou životností projektu na 7 let. Celková úspora je za celou životnost projektu 69 109 740 Kč. Úspora je značná, protože zavedením automatického pracoviště bylo možné uspořít na všech 4 výrobních linkách 1 pracovníka. Na výrobní lince BEV již pracovník nebyl uvažován. Lidská práce je drahá, a tudíž je tlak na automatizaci ve firmě. V tabulce 13 naleznete kompletní vyhodnocení výsledku racionalizace pracoviště.

Tabulka 13 Vyhodnocení navržené změny z manuálního stanoviště na automatické

PŘED aplikací návrhů v rámci projektu						
Pracnost (Nh)	1,94					
Takt time (s)	12					
Výstup za směnu (ks)	2 225					
Investice do vybavení (Kč s DPH)	0					
Ruční výroba unašeče s pružinou	min	hodina	směna	týden	rok	EOP
Cena pracovníka (Kč bez DPH)	8,7	522	4 176	62 640	2 944 080	82 434 240

PO aplikaci návrhů v rámci projektu						
Pracnost (Nh)	0,22 Δ↓ 88,6 %					
Takt time (s)	8 Δ↓ 4 s					
Výstup za směnu (ks)	3337 Δ↓ 50 %					
Investice do vybavení (Kč s DPH)	1 500 000					
Automatická výroba unašeče s pružinou	min	hodina	směna	týden	rok	EOP
Cena výroby unašeče (Kč bez DPH)	5,6	338	2 700	40 500	1 903 500	13 324 500

Celková finanční úspora (Kč bez DPH)	3,1 Δ↓ Kč	185 Δ↓ Kč	1 476 Δ↓ Kč	22 140 Δ↓ Kč	1 040 580 Δ↓ Kč	69 109 740 Δ↓ Kč
--------------------------------------	-----------	-----------	-------------	--------------	-----------------	------------------

(zdroj: vlastní)

13.2 Zhodnocení změny logisticky podsestavy

Pomocí Spaghetti diagramu, rozhovorů s pracovníky logistiky a video záznamu, byl navržený nový standard tras pro navážení materiálu a odvážení hotových sad, tak aby skladník byl co nejvíce vytížen a snížila se frekvence počtu kol za směnu. V tabulce 14 je zhodnocení optimalizace logistického toku před v horní části tabulky a po optimalizaci v dolní části tabulky. Před změnou trasy bylo navážení prováděno jednotlivě. U výrobní linky BEV byla frekvence navážení 6 až 10 krát za směnu, pro výrobní linku SUPAKO 3 až 5 krát, pro výrobní linky EGON a RAPID 2 až 3 krát a pro výrobní linku MQB 2 krát za směnu. Celková trasa za směnu v nejhorším případě nachodil skladník až 1 019 metrů za směnu. Jak už bylo zmíněno, tak bylo potřeba navrhnout standardizaci, která by byla co nejvíce efektivní a v ideálním případě, aby skladník v rámci jednoho kola navezl materiál a odvezl hotové sady. Ve firmě je několik skladníků, kteří naváží materiál na všechny možné procesy, tak je tento koncept spíše jako modelový příklad jedné z možných standardizací. Pro tento případ je nezbytné zajistit zásobování pro 5 výrobních linek což znamená, že pro jedno kolo závozu má skladník téměř plný vozík, proto nebylo nutné uvažovat další výrobní linky. Výsledkem standardizace je, že jedno kolo nové trasy je delší o 19 metrů než součet všech jednotlivých tras v původním systému, ale snížila se výrazně frekvence, proto je počet metrů za směnu nižší o 284 metrů, tedy 735 metrů za směnu.

V závěru je nutné doplnit, že pro změnu odběrového místa ze supermarketu skladu na odběrové místo přímo z výrobní linky BEV, bylo nutné uskutečnit investici 15 000 Kč na úpravu software. Úprava software spočívala v umožnění vytvořit pro výrobní linku jeden vstup materiálu se dvěma výrobními centry. Jedno výrobní centrum je pro standardní výrobu zámkových sad v lince a druhé je pro výrobu podsestav určené k distribuci ve firmě.

Tabulka 14 Zhodnocení logistického toku

před a po optimalizaci

Logistický tok PŘED optimalizací	
Trasa (m)	226,0
Celková trasa za směnu (m)	1 019,0
Frekvence navážení materiálu (počet)	2 až 10
Čas trasy (s)	02:42,0
Investice do vybavení (Kč)	0
Celková trasa za rok (m)	718 395
Logistický tok PO optimalizaci	
Trasa (m)	245,0 $\Delta \uparrow 7,8 \%$
Celková trasa za směnu (m)	735,0 $\Delta \downarrow 27,8 \%$
Frekvence navážení materiálu (počet)	3 $\Delta \downarrow \sim 7$
Čas trasy (s)	0:02:54 $\Delta \uparrow 8,1 \text{ s}$
Investice do vybavení (Kč)	15 000
Celková trasa za rok (m)	518 175 $\Delta \downarrow 27,9 \%$
Úspora trasy za směnu (m)	284
Celková úspora trasy za rok (m)	200 220

(zdroj: vlastní)

Projekt racionalizace výrobního procesu byl úspěšně dokončen s naplněním všech stanovených cílů. Hlavní cíl i vedlejší cíle byly dosaženy díky efektivnímu plánování, koordinaci úkolů a realizaci jednotlivých aktivit. Výsledek projektu přinesl očekávané přínosy a pozitivně ovlivnily výrobu podstavy unašeče s pružinou a její logistický tok. Tabulka 15 slouží jako přehledné shrnutí hodnocení projektu.

Tabulka 15 Hodnocení projektu racionalizace
výrobního procesu

Hodnocení projektu	
Název projektu:	Projekt racionalizace výrobního procesu
Časový plán projektu:	10.9.2024-2.2.2025
Projektový tým:	Projekt manažer, zákaznická kvalita, technologie, konstrukce, logistika, zákaznický servis
Zadavatel projektu:	Vedení firmy
Hlavní cíl projektu	
Transformace ručního montážního pracoviště na automatické s cílem zvýšení výstupu o 50%	Splněno 100%
Vedlejší cíle projektu:	
Snížení nákladů výroby unašeče s pružinou	Splněno 100%
Úprava logistického toku materiálu	Splněno 100%
Navržení zlepšení	Splněno 100%
Zhodnocení navrhovaných řešení	Splněno 100%
Výstup z projektu:	
Centralizované pracoviště pro více výrobních linek Optimalizovaný logistický tok	Splněno 100%

(zdroj: vlastní)

13.3 Doporučení a návrhy firmě

V průběhu projektu bylo zaznamenáno několik postřehů, které by autor rád doporučil pro udržení vývoje společnosti mezi světovou konkurencí. Doporučení se týkají společnosti jako celku, procesu výroby a logistiky.

- Společnost dbá na otevřenost vůči svým zaměstnancům, ale neinformuje o krátkodobých, střednědobých ani o dlouhodobých plánech a směru společnosti. Doporučuji zavést podnikové noviny s pravidelnou frekvencí vydání 1x za měsíc, nebo zařadit tento typ informací do agendy oznámení společnosti o firemních výsledcích.

- Pořádání Gemby jako kroužku kvality v rámci skladu a výroby pro kontinuální zlepšování.
- Pokračovat v přesouvání procesů na centralizovaná pracoviště, která přinesou úspory podobné jako jsou popsány v této diplomové práci.
- Revize a aktualizace interních systémů pro potřeby současné výroby. Aktuální stav systémů je limitující a projektové týmy jsou nucené hledat kompromisy a v některých případech i snižují nároky pro dokončení projektu.
- Implementace online Kanban systému pro efektivnější řízení výroby a zásob materiálu.
- Optimalizace vstupní kontroly kvality pro sériový materiál.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce s názvem projekt racionalizace výrobního procesu ve vybrané společnosti se zaměřovala na výrobní proces podsedavy unašeče s pružinou a její logistiku uvnitř výrobní společnosti. Vybraný výrobek je součástí polo automatické výrobní linky, která vyrábí zámkové sady pro zákazníky VW, Škoda a Seat. Jako hlavní cíl této práce byl stanoven dosažení vyššího výstupu podsedavy unašeče s pružinou o 50 %. Tento cíl byl splněn za pomoci metod průmyslového inženýrství, které poskytly cenná data a umožnily realizaci tohoto projektu.

Zadání od vedení společnosti firmy na dosažení těchto úspor vedlo k zahájení projektových aktivit a s nimi i výzev, které tento projekt skrýval. Spolu s hlavním cílem se vytyčily i vedlejší cíle, které doplňovaly celistvost zadaného projektu. Hlavní cíl by bez doplnění vedlejších cílů nebyl naplněn, jelikož by chybělo provázání všech procesů.

V prvním kroku projektu bylo nutné zmapovat aktuální stav procesu distribuce materiálu, procesu skladu a následné výroby na výrobních linkách zámkových sad. Pro tento úkol byla vybrána metoda VSM (Value Stream Mapping) (9.2.1), která dopomohla k pochopení všech zmíněných procesů a vypracování odpovídajícího projektového plánu. Po zmapování celého procesu v širším pohledu, bylo nezbytné detailně zmapovat proces výroby unašeče s pružinou a aktuální kondici logistických toků výrobou. Po projednání s projektovým týmem a odsouhlasením projektového plánu, byla vypracována RIPRAN analýza (11.2), která upozorňovala na potenciální rizika projektu. Díky monitorování průběhu projektu se nepotvrdilo žádné z rizik a projekt byl úspěšně implementován.

V průběhu projektu byl vypracován snímek pracovního dne (9.2.2) s video záznamem pro pochopení montáže podsedavy unašeče s pružinou. Následně byl procesním oddělením vyhotoven návrh na centralizované automatické stanoviště pro tuto podsedavu a zahájila se stavba a integrace tohoto stanoviště do výrobní linky BEV. Po uvolnění nového pracoviště projektovým týmem, nebránilo už nic zavedení standardizace pro distribuci vyrobených podsedav (12.3) z této linky na ostatní výrobní linky.

Projekt provázal několik úskalí a výzev, ale společně s projektovým týmem projekt došel do zdárného konce. Tento projekt byl nesmírným přínosem do budoucna a zkušenosti načerpané v průběhu projektu budou zhodnoceny v dalších projektech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALPHA CORPORATION, 2025. *About Us*. Online. Alpha Corporation. Dostupné z: <https://www.kk-alpha.com/english/cp/>. [cit. 2025-04-25].

ALPHA, 2025. *Autozámky*. Online. Autozámky. Dostupné z: <https://autozamky.cz/o-nas>. [cit. 2025-04-25].

ALTMAN, Harry, 2017. *Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. California: CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 978-1-97-834868-4.

ALTMAN, Harry, 2017. *Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. California: CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 978-1-97-834868-4.

BADIRU, Adedeji Bodunde, 2014. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1452 s. ISBN 978-1-4665-1504-8.

BANTON, Caroline, 2022. *Just-in-Time (JIT)*. Online. Investopedia. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/j/jit.asp>. [cit. 2025-04-25].

BARTODZIEJ, Christoph Jan. *The concept industry 4.0: an empirical analysis of technologies and applications in production logistics*. BestMasters. Wiesbaden: Springer, 2017. ISBN 978-3-658-16502-4.

BOARDMAN, Bonnie. 2020. *Introduction to Industrial Engineering*. Arlington: Mavs Open Press, 81 s. ISBN 978-1-64816-982-3.

BORTHAKUR, Partha, 2023. *Industrial Engineering and Management: A Comprehensive Introduction*. AkiNik Publications. ISBN 978-81-965364-4-2.

BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean*. Boca Raton: American Lean SD, 2016. ISBN

BURIETA, Ján a kol., R. 2013. *The 5S Method: the foundations of a lean enterprise*. Žilina: IPA Slovakia, s.r.o., 60 s. ISBN 978-80-896-6704-8

Co je projektové řízení a jak vám pomůže zvýšit efektivitu týmu, 2022. Online. Freeloo. Dostupné z: <https://www.freelo.io/cs/co-je-projektove-rizeni-a-jak-vam-pomuze-zvysit-efektivitu-tymu>. [cit. 2025-04-25].

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 223 s. ISBN 9781498708876.

DOLEŽAL, Jan, 2023. *Projektový management*. 2. vydání. Expert. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-3619-3.

ELSHENNAWY, Ahmad K. a WEHEBA, Gamal S., 2015. *Manufacturing processes & materials*. Fifth edition. Dearbon: SME. ISBN 9780872638716.

FANUC, 2025. *Fanuc robots*. Online. *Fanuc robots*. Dostupné z: <https://www.fanuc.eu/cz/cs/roboty/str%C3%A1nka-filtru-robot%C5%AF/scara-series>. [cit. 2025-04-25].

FARROKH, Sassani, 2017. *Industrial Engineering Foundations - Bridging the Gap between Engineering and Management*. Mercury Learning and Information. ISBN 978-1-942270-86-7.

FINNERTY, Sarah, 2023. *6S Lean Management: Your Comprehensive Guide*. Online. Dycem. Dostupné z: <https://dycem.com/blog/6s-lean-management-your-comprehensive-guide/>. [cit. 2025-04-25].

CHARRON, Rich, 2015. *The Lean Management Systems Handbook*. 1st ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 523 s. ISBN 978-146-6564-350.

CHIKASHA, Piwai; RAMDASS, Kemlall; NDOU, Ndivhuwo; MALADZHI, Rendani a MOKGOHLOA, Kgabo, 2021. Industrial Engineers of the Future – A Concept for a Profession that is Evolving. Online. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*. Roč. 6, č. 4, s. 72-79. ISSN 24156698. Dostupné z: <https://doi.org/10.25046/aj060409>. [cit. 2025-04-16].

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 štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg. ISBN 978-808-1540-585.

IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen: Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. 1. vyd. Brno: Computer press. ISBN 8025108503

JANUŠKA, Martin, 2018. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. ISBN 978-80-261-0800-9.

JUROVÁ, Marie a kol., 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 260 s. ISBN 9788026500599.

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

KAREN, Martin a OSTERLING, Mike, 2007. *The Kaizen Event Planner: Achieving Rapid Improvement in Office, Service and Technical Environments*. New York: Productivity Press. ISBN 978-1-4398-2782-6.

Key cutting machine, 2025. Online. Silca. Dostupné z: <https://www.silca.biz/en/global/category/duplicating-machines>. [cit. 2025-04-25].

LIN, Chieh-Peng; LIU, Min-Ling; JOE, Sheng-Wuu a TSAI, Yuan-Hui, 2017. Predicting top management approval and team performance in technology industry. Online. *Personnel Review*. 2017-02-06, roč. 46, č. 1, s. 46-67. ISSN 0048-3486. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/PR-01-2015-0007>. [cit. 2025-04-17].

MALEJČÍKOVÁ, Alexandra a Albín MALEJČÍK, 2015. *Logistika*. Nitra: Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre vo Vydavateľstve SPU, ISBN 978-80-552-1302-6.

MANGAN, John a Chandra LALWANI, 2016. *Global logistics and supply chain management*. Third edition. Chichester: Wiley, xvii, 393. ISBN 978-1-119-11782-7.

MAŘÍK, Vladimír; TRČKA, Michal a ČERNÝ, David, 2024. *Proč se nebát umělé inteligence?: AI pohledem nejen českých odborníků*. V Brně: Jota. ISBN 978-80-7689-459-4.

NENADÁL, Jaroslav, 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-561-2.

Patentový spis, 2022. Online. Patentový úřad. Dostupné z: <https://upv.gov.cz/>. [cit. 2025-04-25].

Patentový spis, 2015. Online. Patentový úřad. Dostupné z: <https://upv.gov.cz/>. [cit. 2025-04-25].

POLÁKOVÁ, Veronika a Roman BOBÁK, 2013. *Priemyselné inžinierstvo ako faktor konkurencie schopnosti výrobných podnikov*. Žilina: Georg, 120 s. ISBN 978-80-8154-051-6.

SEHGAL, Vivek, [2009]. *Enterprise supply chain management: integrating best-in-class processes*. Hoboken: Wiley. ISBN 978-0-470-46545-5.

SILVA, Tiago; PEREIRA, Teresa; FERREIRA, Luís Pinto a SILVA, F.J.G., 2018. Improving the Multi-Brand Channel Distribution of a Fashion Retailer. Online. *Procedia Manufacturing*. Roč. 17. ISSN 23519789. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.114>. [cit. 2025-04-25].

ŠKŮRKOVÁ, Katarína Lestyánszka, 2022. Implementation of the 6S method in an industrial enterprise. Online. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2022-10-01, roč. 1256, č. 1. ISSN 1757-8981. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1256/1/012032>. [cit. 2025-04-18].

TARANTINO, Anthony. *Smart manufacturing*. New Jersey: Wiley, 2022. ISBN 9781119846642.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Expert. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4486-5.

TONEVA, Michaela, 2025. *What Is a Pull System? Reduce Waste and Inventory Costs*. Online. Businessmap. Dostupné z: <https://businessmap.io/lean-management/pull/what-is-pull-system>. [cit. 2025-04-25].

Toyota Production System, 2025. Online. Toyota. Dostupné z: <https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/>. [cit. 2025-04-25].

VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. 2013. *Podnikové řízení*. 1. vyd. Praha: Grada. Finanční řízení. 688 s. ISBN 978-80-247-4642-5.

VALUE STREAM MAPPING, 2025. Online. Escare. Dostupné z: <https://www.escare.cz/metodika/value-stream-mapping/>. [cit. 2025-04-25].

VALUE STREAM MAPPING - Escare - lean manufacture & kaizen workshopy & lean management & produktivita práce

YOO, Sangok; JOO, Baek-Kyoo (Brian) a NOH, Jae Hang, 2022. Team emergent states and team effectiveness: the roles of inclusive leadership and knowledge sharing. Online. *Journal of Organizational Effectiveness: People and Performance*. 2022-03-24, roč. 9, č. 3, s. 353-371. ISSN 2051-6614. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/JOEPP-05-2021-0120>. [cit. 2025-04-17].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Metoda 6S	30
Obrázek 2 Tvůrci TPS systému	32
Obrázek 3 Jidoka vývojový diagram	33
Obrázek 4 Kanban chytré kamery	34
Obrázek 5 Push vs Pull systém	36
Obrázek 6 Spaghetti diagram.....	38
Obrázek 7 Ukázka VSM mapy	39
Obrázek 8 Řízení projektu	41
Obrázek 9 FAB + Alpha	46
Obrázek 10 Visací zámek	47
Obrázek 11 Historie společnosti	48
Obrázek 12 Alpha Týniště nad Orlicí	49
Obrázek 13 Organizační struktura Alpha	50
Obrázek 14 Alpha Way.....	51
Obrázek 15 Ukázka zámkové sady VW skupiny.....	52
Obrázek 16 Patent 1 kombinace válcového	53
Obrázek 17 Spínací mechanismus	54
Obrázek 18 kontejner s klíčem	55
Obrázek 19 Podíl výroby v roce 2023	57
Obrázek 20 Podíl výroby v roce 2024	58
Obrázek 21 Alpha výrobní prostor	60
Obrázek 22 Uskladněný materiál.....	62
Obrázek 23 Graf podílu objemů výrobních linek	68
Obrázek 24 Část VSM mapy s dodavateli a příjem dílů.....	71
Obrázek 25 Graf čas taktu výrobní linky BEV ze dne 30.9.2024	72
Obrázek 26 - VSM mapa procesu.....	73
Obrázek 27 unašeč s pružinou	74
Obrázek 28 Snímek pracovního dne – montáž unašeče s pružinou.....	74
Obrázek 29 Pracovní plocha unašeče s pružinou.....	75
Obrázek 30 Spaghetti diagram.....	77
Obrázek 31 KLT box a malý box s materiálem.....	78
Obrázek 32 Projektový tým	83
Obrázek 33 Matice dopadu rizik na projekt.....	85
Obrázek 34 Ganttův diagram projektu.....	90

Obrázek 35 Detail časové osy projektového plánu	91
Obrázek 36 Ganttův diagram	92
Obrázek 37 Snímek pracovního dne – montáž unašeče s pružinou	93
Obrázek 38 Fanuc rameno	94
Obrázek 39 Scara robot.....	95
Obrázek 40 Automatická montáž unašeče s pružinou	96
Obrázek 41 Snímek pracovního dne – montáž unašeče s pružinou automatická	97
Obrázek 42 Vývojový diagram logistického toku podsestav.....	98
Obrázek 43 Úprava Spaghetti diagramu	99

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Druhy procesů ve výrobě dle Jurové, 2016	22
Tabulka 2 Podíl produktů v roce 2023.....	57
Tabulka 3 Podíl produktů v roce 2024.....	58
Tabulka 4 Prostředky a metody využité pro analýzu současného stavu.....	66
Tabulka 5 Požadované množství výroby – 1. část tabulky	67
Tabulka 6 Požadavky na výrobu zámkových sad – 2. část tabulky.....	69
Tabulka 7 Přehled distribuce materiálu	80
Tabulka 8 Shrnutí použití analytických metod	82
Tabulka 9 Projektový list racionalizace výrobního pracoviště	84
Tabulka 10 Vyhodnocení rizik projektu	87
Tabulka 11 Porovnání variant automatického pracoviště.....	95
Tabulka 12 srovnání logistického toku před a po optimalizací	100
Tabulka 13 Vyhodnocení navržené změny z manuálního stanoviště na automatické.....	102
Tabulka 14 Zhodnocení logistického toku.....	104
Tabulka 15 Hodnocení projektu racionalizace	105

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

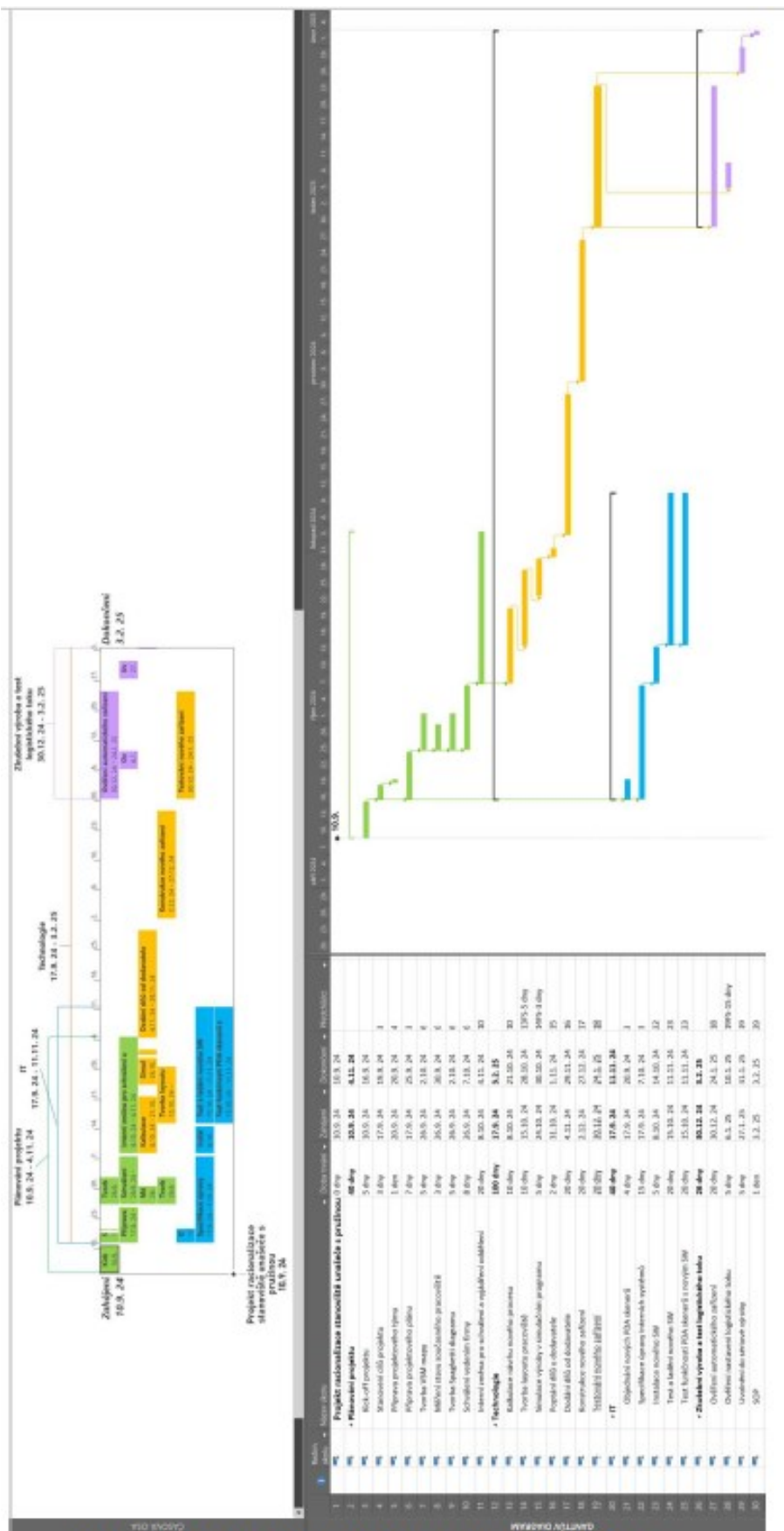
AI	Artificial Intelligence
BEV	Battery electric vehicle
CNC	Computer Numerical Control
EDI	Electronic Data Information
ERP	Enterprise resource planning
FIFO	First in First out
JIT	Just in Time
KCM	Key Cutting Machine
NVA	Non Value Added
OR	operační výzkum
RIPRAN	RIsk PRoject ANalysis
SPC	statistické procesní metody
TPS	Toyota Production System
VA	Value Added
VSM	Value Stream Mapping

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Projektový plán

Příloha P II: VSM mapa

PŘÍLOHA P I: PROJEKTOVÝ PLÁN



PŘÍLOHA P I: VSM MAPA

