


# Implementace výrobního informačního systému

Tomáš Příkaský

---

Bakalářská práce  
2023

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
Ústav informatiky a umělé inteligence

Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Tomáš Příkaský**  
Osobní číslo: **A20075**  
Studijní program: **B0613A140020 Softwarové inženýrství**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Implementace výrobního informačního systému**  
Téma práce anglicky: **Manufacture Execution System Implementation**

## Zásady pro vypracování

1. Popište koncepci a využívání výrobního informačního systému ve vybrané problémové doméně.
2. Identifikujte nedostatky současného návrhu systému a stanovte výkonnostní indikátory.
3. Vypracujte návrh změn systému, tento projekt vhodným způsobem dokumentujte.
4. V projektu diskutujte hardwarovou i softwarovou architekturu.
5. Proveďte vyhodnocení projektu a porovnejte výchozí stav s návrhem pomocí vybraných indikátorů.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

1. ARLOW, Jim and NEUSTADT, Ila, 2021. *UML 2 and the unified process: Practical object-oriented analysis and design*. . 2. Boston, MA: Addison Wesley. ISBN 978-01-32603-35-5.
2. DE MAST, Jeroen and LOKKERBOL, Joran, 2012. An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International journal of production economics*. Online. 2012. Vol. 139, no. 2, p. 604–614. DOI 10.1016/j.ijpe.2012.05.035.
3. PODESWA, Howard, 2014. *UML for the it business analyst: A practical guide to object-oriented requirements gathering*. . Taipei, Taiwan: Cengage Learning. ISBN 978-15-92009-13-8.
4. SMĘTKOWSKA, Monika and MRUGALSKA, Beata, 2018. Using six sigma DMAIC to improve the quality of the production process: A case study. *Procedia, social and behavioral sciences*. Online. 2018. Vol. 238, p. 590–596. DOI 10.1016/j.sbspro.2018.04.039.
5. SOMMERVILLE, Ian, 2015. *Software Engineering, Global Edition*. . 10. London, England: Pearson Education. ISBN 978-12-92096-13-1.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Radek Šilhavý, Ph.D.**  
Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **26. května 2023**



**doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.**  
děkan

**prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D., DBA v.r.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 7. prosince 2022

**Tomáš Příkaský**

## **Implementace výrobního informačního systému**

### **Prohlašuji, že**

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

### **Prohlašuji,**

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

Ve Zlíně, dne 20.5.2023

Tomáš Příkaský, v.r.  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Hlavním cílem práce je úspěšná implementace a zprovoznění informačního výrobního systému. První část se zabývá teoretickou přípravou, která souvisí s využitím podnikových informačních systémů, konceptem MES, projektovým řízením a zvolenou metodologií Lean Six Sigma. Tato metodologie se aplikuje prostřednictvím řady metod a nástrojů jako je DMAIC, který poskytuje rámec pro identifikaci problémů, měření současného stavu, analýzu příčin problémů, implementaci zlepšení a udržování dosažených výsledků.

Praktická část popisuje projekt implementace výrobního informačního systému v mém zaměstnání, realizovaného za pomoci výše zmíněné metodologie Lean Six Sigma.

Klíčová slova: implementace, výrobní informační systém, řízení projektu, Lean Six Sigma

## **ABSTRACT**

The main aim of the bachelor thesis is the successful implementation and commissioning of the production information system. The first part deals with theoretical preparation related to corporate information systems, project management and introduces Lean Six Sigma methodology. This methodology is applied through a series of methods and tools such as DMAIC. DMAIC is a data driven quality strategy used to improve the efficiency and effectiveness of manufacturing processes. which provides a framework for identifying problems, measuring current state, analysing the main causes of problems.

The practical part describes the process of implementing manufacture execution system in my current job with the help of the forementioned Lean Six Sigma methodology.

Keywords: implementation, manufacture execution system, project management, Lean Six Sigma

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Radku Šilhavému, Ph.D., za pomoc a vedení při psaní této práce. Kolegům za vstřícnost a pracovní nasazení při realizaci tohoto projektu a samozřejmě své rodině a přátelům, kteří mi po dobu celého studia byli největší oporou.

Motto:

*„Přesně stanovený cíl už je napůl dosažen.“*

*Abraham Lincoln*

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 VYUŽITÍ VÝROBNÍHO INFORMAČNÍHO SYSTÉMU JAKO NÁSTROJE PODPORY ŘÍZENÍ</b> .....	<b>11</b>
1.1 INFORMAČNÍ SYSTÉM .....	11
1.2 VYUŽITÍ INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ V PODNICÍCH .....	11
1.3 ZPŮSOBY ZAVÁDĚNÍ INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ .....	12
1.4 ERP.....	13
1.5 MES (MANUFACTURE EXECUTION SYSTEM) .....	14
1.5.1 Význam konceptu.....	14
1.5.2 Vertikální integrace .....	15
1.5.3 Horizontální integrace .....	15
1.5.4 Současné standardy .....	16
1.5.5 Funkcionalita.....	17
<b>2 PROJEKT, PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ, ŘÍZENÍ ZMĚN</b> .....	<b>18</b>
2.1 KLÍČOVÉ POJMY .....	18
2.2 ÚČASTNÍCI PROJEKTOVÉHO ŘÍZENÍ.....	21
2.3 ORGANIZAČNÍ STRUKTURY ŘÍZENÍ PROJEKTŮ.....	21
2.3.1 Funkční organizační struktura.....	22
2.3.2 Čistě projektová organizační struktura.....	22
2.3.3 Maticová organizační struktura.....	23
2.4 POSLOUPNOST KROKŮ PŘI REALIZACI PROJEKTU .....	23
<b>3 LEAN SIX SIGMA</b> .....	<b>26</b>
3.1 LEAN MANAGEMENT.....	26
3.2 SIX SIGMA .....	27
3.3 DMAIC.....	28
3.3.1 DEFINE.....	28
3.3.2 MEASURE.....	29
3.3.3 ANALYZE.....	29
3.3.4 IMPROVE.....	30
3.3.5 CONTROL.....	31
3.4 LEAN SIX SIGMA .....	32
<b>4 CÍL A METODY PRO ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE</b> .....	<b>34</b>
4.1 POUŽITÉ METODY .....	34
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>35</b>
<b>5 IMPLEMENTACE INFORMAČNÍHO VÝROBNÍHO SYSTÉMU</b> .....	<b>36</b>
5.1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI LISI AUTOMOTIVE FORM A.S. ....	36

5.1.1	Výrobní proces .....	37
5.2	ANALÝZA SLABÝCH MÍST .....	40
5.2.1	Plánování a kapacita.....	41
5.2.2	Sběr dat z výroby .....	41
5.2.3	Trasabilita.....	42
5.2.4	Vyhodnocování pomoci výkonnostních ukazatelů .....	42
5.2.5	Výkonost a efektivita .....	43
5.2.6	Redukce papírových dokumentů a záznamů.....	43
5.2.7	Zlepšení kvality .....	43
5.2.8	Závěr analýzy .....	44
5.3	PROJEKT.....	45
5.3.1	Define (Definuj) .....	45
5.3.2	Measure (Změř).....	50
5.3.3	Analyze (Analyzuj) .....	52
5.3.4	Improve (Zlepši).....	54
5.3.5	Control (Řid').....	57
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>59</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>61</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>		<b>63</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>65</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>66</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>		<b>67</b>



## ÚVOD

Tato práce mohla vzniknout především díky projektu, na kterém jsem se podílel ve svém zaměstnání ve společnosti Lisi Automotive Form, a.s. se sídlem v Čejči. Navzdory problémům, které způsobila pandemická situace, výroba a prodeje skokově narostly v řádech desítek procent oproti očekáváním. Ačkoliv tento trend byl velmi pozitivní, spolu s ním se objevily i slabá místa výroby, která se díky prudkému navýšení dostala pod tlak.

Plánovací systém se ukázal jako nedostatečný, protože se zakládal na nepřesných informacích z výroby a z toho důvodu jednotlivá střediska přestaly zvládat produkovat požadované množství výrobků. Taktéž množství papírových dokumentů používaných ve výrobě bylo už neúnosné, poskytovalo spoustu možností chyb ze strany operátorů a kontrola zaznamenávaných periodických měření byla značně zdlouhavá, neefektivní a přímo závislá na osobě, která daný záznam zapisovala.

Vzhledem k době, kdy většina podniků přechází na celkovou digitalizaci a automatizaci své výroby s cílem zvýšit svou produktivitu a efektivitu, byl i toto signál pro naši firmu abychom hledali inovace a vhodné zlepšení, které by náš výrobní proces posunulo dál a v budoucnu jsme byli lépe připravení pro zvládnutí výkyvů na trhu.

Jakožto ideální se jevil právě výrobní informační systém (MES), který je složen z několika modulů, které se dají na sebe navazovat a tím se i přizpůsobit aktuálním potřebám. Díky mému studiu na fakultě aplikované informatiky, zájmu o tvorbu a řízení projektů, mi tento projekt naskytl skvělou příležitost načerpat reálné zkušenosti, které dále uplatním ve svém profesním životě a jsem velmi vděčný svým nadřízeným za důvěru a možnost se tohoto projektu zúčastnit.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 VYUŽITÍ VÝROBNÍHO INFORMAČNÍHO SYSTÉMU JAKO NÁSTROJE PODPORY ŘÍZENÍ

První kapitola je zaměřena na podnikové informační systémy, které se v dnešních moderních podnicích používají. Cílem je poskytnout obecné informace týkající se využívání podnikových informačních systémů, a detailnější popis výrobního informačního systému (MES), který bude v praktické části realizován ve společnosti Lisi Automotive Form a.s.

## 1.1 Informační systém

Pod pojmem informační systém (IS), si většina lidí představí pouze samotnou aplikaci v počítači, nicméně je potřeba objasnit, že za tímto souslovím se skrývá vícero faktorů. V knize podnikové informační systémy je definuje Profesor Molnár takto:

*“ Informační systém je soubor lidí, technických prostředků a metod (programů), zabezpečujících sběr, přenos, zpracování uchování dat, za účelem prezentace informací pro potřeby uživatelů činných v systémech řízení “ (Molnár, 2009, s.13) [3]*

Díky této definici můžeme konkretizovat jednotlivé složky všech informačních systémů jako: technické vybavení (hardware), programové vybavení (software), lidskou složku, data a podnikové procesy. Obecně lze tedy tvrdit, že se jedná o soubor všech prostředků, které podnik používá za účelem dosažení konkrétního cíle. [3]

## 1.2 Využití informačních systémů v podnicích

Vzhledem ke stále se zvyšujícím požadavkům na rychlost, flexibilitu a kvalitu dodávaných výrobků, se dnešní moderní podniky víc a víc zaměřují na automatizaci a digitalizaci svých provozů. Klíčová je volba správného řešení, které může v nejlepším případě slabé místo v průběhu celého výrobního procesu vyplnit, nebo ještě lépe úplně eliminovat.

Jádrum podnikového informačního systému je takzvaný systém ERP (Enterprise Resource Planning), neboli systém pro řízení podnikových zdrojů, na který jsou navázány další systémy, závislé na velikosti a potřebách daného podniku. IS mají v podniku velmi důležitý význam, protože umožňují sběr, ukládání, zpracování a analýzu informací, které jsou nezbytné pro řízení podnikových procesů. Hlavní cíle a motivace používání těchto systémů jsou:

### **Zvýšení efektivity a kvality výroby**

Díky použití vhodného IS je možná automatizace velkého množství rutinních úkolů včetně zjednodušení a optimalizace výrobních procesů.

### **Zpřesnění informací a dat**

V dnešním světě poskytují IS okamžité informace a data, která jsou důležitá pro plánování a řízení výroby.

### **Zrychlení komunikace**

IS poskytují snadnou komunikaci mezi zaměstnanci a odděleními v rámci jednoho podniku nebo napříč vícerych v rámci celého řetězce.

### **Zlepšení rozhodovacího procesu**

Vedoucí pracovníci mají k dispozici potřebné informace pro vedení a řízení podniku.

### **Zvýšení konkurenceschopnosti**

Díky využívání dnešních moderních IS je podnik konkurenceschopnější, dokáže lépe reagovat na případné změny a příležitosti na trhu.

Lze tvrdit, že IS jsou klíčovým prvkem moderního podnikání a jejich využití je nezbytné pro úspěšné řízení podniku. [4]

## **1.3 Způsoby zavádění informačních systémů**

Jsou tři základní metody, jakými se IS v podnicích zavádí.

- Rozvojem stávajícího systému
- Vývojem nového systému „na míru“. Tento systém by přesně odpovídal specifickým potřebám podniku.
- Nákupem hotového komerčního produktu, většinou sériového, kterému se naopak musí v určitých oblastech přizpůsobit nakupující podnik. [1]

Shrnutí výhod a nevýhod je vizualizováno na následující tabulce.

Tabulka 1 Shrnutí výhod a nevýhod jednotlivých způsobů zavádění IS [1]

Varianty řešení	Výhody	Nevýhody
Rozvoj existujícího systému	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximální využití dosavadních zdrojů</li> <li>• Uspokojení okamžitých potřeb</li> <li>• Z krátkodobého hlediska lacinější a levnější</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nemusí odpovídat budoucím požadavkům</li> <li>• Celkové náklady mohou být vyšší</li> <li>• Výsledný produkt nemusí být tak kvalitní</li> </ul>
Vývoj nového systému na míru	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Přesně odpovídá aktuálním potřebám</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finančně náročné řešení</li> <li>• Časově náročné řešení</li> <li>• Riziko negarantovaného konečného produktu a jeho dalšího vývoje</li> </ul>
Nákup hotového produktu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Z dlouhodobého hlediska méně finančně náročný</li> <li>• Rychlejší zavedení</li> <li>• Zaručená funkčnost a další vývoj</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nemusí přesně splňovat všechny požadavky</li> <li>• Závislost na dodavateli</li> </ul>

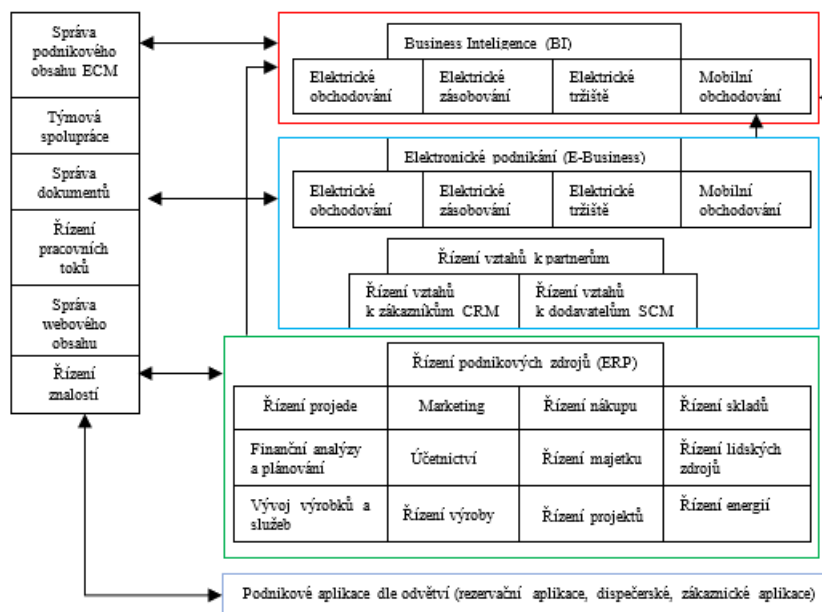
## 1.4 ERP

Jde o integrovaný podnikový informační systém, jehož hlavní účel je centralizovaná správa a řízení všech klíčových oblastí podniku. Tato funkcionality umožňuje podnikům sjednotit procesy a datové toky napříč různými odděleními a funkčními celky podniku, jako například: finance, prodej a marketing, skladové hospodářství, výroba, logistika, lidské zdroje a mnoha dalších oblastí.[2]

Díky shromažďování dat v centrální databázi, umožňuje efektivnější a rychlejší zpracování informací, což vede k lepšímu rozhodování a výkonnosti podniku. ERP systémy jsou často doplněny o další moduly a aplikace, které umožňují specifické funkce, jako je například správa projektů, nebo řízení vztahů se zákazníky (CRM), popřípadě řízení vztahů s dodavateli (SCM).[1]

Tyto systémy jsou typicky využívány velkými podniky, kde z důvodů rozsáhlých a složitých obchodních procesů je důležité, mít přehled o všech klíčových oblastech podniku.

Přehled jednotlivých částí a funkcionalit, které se k ERP vážou jsou znázorněny na obrázku 1.



Obrázek 1 Grafické znázornění funkcionality ERP [2]

## 1.5 MES (Manufacture Execution System)

### 1.5.1 Význam konceptu

Vznik a s tím související i význam tohoto konceptu je úzce spjatý s vzestupem digitální technologie, jak už bylo zmíněno předchozí kapitole, kdy jednotlivé společnosti začali řídit své provozy díky systémům typu ERP. Nicméně postupem času se ukázalo, že ERP systémy jsou zaměřeny především na korporátní úroveň a postrádají efektivní propojení s výrobní vrstvou. Tyto problémy se objevili například v oblastech spjatými s plánováním výroby a tím vznikla mezera, kterou bylo potřeba vyplnit. Aby mohl podnik vyrábět v efektivních dávkách, dostatečné kvalitě a prosperovat, je potřeba efektivně a operativně řídit výrobní proces a především znát své kapacity. To vyžaduje mít systém který pracuje s okamžitými daty. ERP systémům však chybí potřebná reaktivita, protože pracují s delšími časovými úseky, které pro potřeby operativního plánování to není plně dostatečné. Pokud je podnik řízený pouze ERP systémem, tak informace, které přichází z výroby nejsou vždy hned dostupné vedoucím pracovníkům, ale dostanou se k nim s delším časovým odstupem například až po skončení směny. V důsledku toho nedokážou včas zareagovat a výsledkem může být například nedodání produktu v požadovaném čase a kvalitě.

### 1.5.2 Vertikální integrace

Koncept MES operuje s myšlenkou rozdělení organizace na vrstvy:

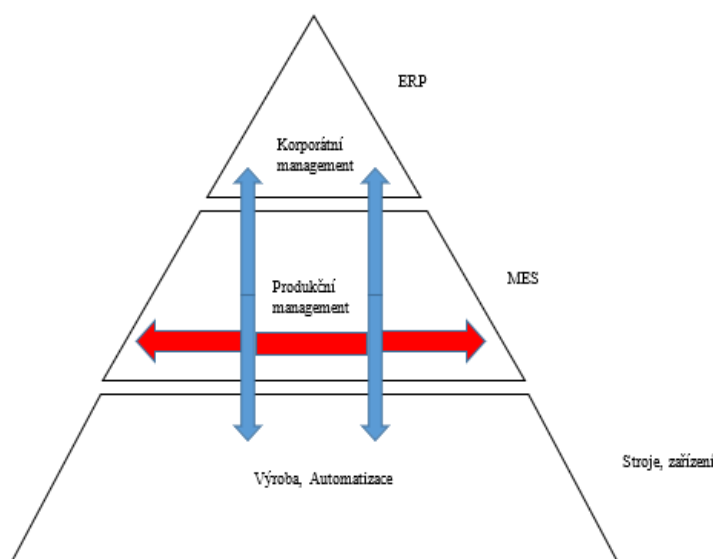
1. Korporátní management (strategickou) – Střednědobé a dlouhodobé řízení a plánování
2. Produkční management (řízení výroby) – Operativní řízení a plánování
3. Výrobu – Samotné stroje, zařízení a procesy

Sbírá data ze samotné výroby okamžitě, přímo na strojích a zařízeních a tvoří tak prostřední článek mezi ERP systémem a samotnou výrobou. Díky tomu má ERP systém k dispozici reálná data prakticky okamžitě a řídicí pracovníci tak mohou ihned reagovat na případné změny, dle aktuální situace. [16]

Vertikální integrace v MESU umožňuje tok informací a dat od nejvyšších úrovní až po nižší úrovně, jako jsou samotné výrobní linky, stroje a senzory. Cílem je dosáhnout sjednoceného přístupu ke správě a řízení výrobních operací napříč různými úrovněmi.[16]

### 1.5.3 Horizontální integrace

Horizontální integrace v MES je důležitá pro dosažení vyšší úrovně automatizace, efektivity a kontroly ve výrobním prostředí. Zajišťuje propojení a spolupráci mezi různými částmi výrobního procesu, což vede k lepšímu využití zdrojů, snížení chyb a zvýšení produktivity a kvality výroby. Předpokladem pro úspěšnou horizontální integraci je sjednocení všech dat do společné databáze. Obě tyto úrovně jsou znázorněny na následujícím obrázku (modře vertikální integrace, červeně horizontální integrace). [16]



Obrázek 2 Znázornění vertikální a horizontální integrace [16]

#### **1.5.4 Současné standardy**

Vzhledem k úspěšnosti tohoto konceptu vznikla řada organizací a standardů jejichž cílem je stanovit jednotná pravidla, doporučení a postupy pro provoz a integraci těchto systémů do výrobního prostředí.

##### **MESA (Manufacturing Enterprise Solutions Association)**

Jedná se o první organizaci, která vznikla v souvislosti s konceptem MES. Zaměřuje se především na podporu a rozvoj tohoto systému. MESA definuje základních dvanáct funkcionalit, jejichž kombinace vytváří efektivní nástroj pro podporu řízení výroby. Velmi důležitou složkou je současná vertikální a horizontální integrace, kdy se MES stává uzlem shromažďující všechna důležitá data napříč celým podnikem. Jednotlivé funkcionality budou popsány v následující kapitole. [17]

##### **ISA S95**

Tato norma definuje terminologii a modely, které jsou používány pro propojení ERP systémů na business úrovni s automatickými systémy na samotné úrovni strojů. [16]

Je založena na tří vrstvé architektuře: korporátním managementu, MES systému a aktuální úrovni automatizace ve výrobě (stroje a zařízení). Úroveň automatizace je dále členěna na nepřetržitou výrobu, sériovou výrobu a diskretní výrobu. [16]

##### **IEC (International Electrotechnical Commission)**

Mezinárodní elektrotechnická komise, která vznikla za účelem mezinárodní spolupráce v otázkách standardizace elektrotechniky a příbuzných oborů. Jako první také doporučila systém standardů, který se později stal mezinárodní soustavou jednotek SI. [17]

Normy IEC se používají při výrobě, testování, instalaci a provozu elektrických a elektronických zařízení a také při regulaci a certifikaci těchto zařízení. Jejich normy jsou dobrovolné, ale často jsou přijímány a používány jako základ pro národní normy a předpisy. [17]



### 1.5.5 Funkcionalita

Dle definice organizace MESA lze rozdělit funkcionalitu informačního výrobního systému MES na jedenáct oblastí:

1. Detailní plánování – správné načasování a optimalizace zakázek vzhledem k aktuální kapacitě výroby.
2. Správa zdrojů – správa a monitorování stavu strojního parku a nástrojů.
3. Správa dokumentů – udržování aktuální dokumentace a její distribuce ke všem uživatelům.
4. Řízení materiálu – správa toku vstupního materiálu, nebo jednotlivých komponentů používaných ve výrobních procesech.
5. Analýza výkonu – vyhodnocení aktuálního výkonu vzhledem k plánovanému.
6. Řízení lidských zdrojů – efektivní plánování a nasazení pracovní síly v souladu s výrobními potřebami a cíli organizace.
7. Řízení údržby – optimalizace údržby zařízení a strojů, minimalizace výpadků, zvýšení spolehlivosti, prodloužení životnosti zařízení a snížení nákladů na údržbu.
8. Řízení procesů – identifikace a implementace změn v procesech s cílem zlepšit jejich efektivitu, snížit chybovost, zvýšit produktivitu a dosáhnout lepších výsledků.
9. Řízení kvality – implementace procesů a postupů pro kontrolu a monitorování kvality v průběhu výroby. To zahrnuje sběr dat, vyhodnocení výsledků a identifikaci odchylek od stanovených standardů.
10. Získávání, sběr dat a jejich vizualizace.
11. Trasování produktu a genealogie – sledovatelnost průchodu výrobku napříč celým výrobním procesem.

Všechny tyto funkce, nebo jejich jednotlivé kombinace tvoří samotný systém MES.[16]

## 2 PROJEKT, PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ, ŘÍZENÍ ZMĚN

Vzhledem k povaze této bakalářské práce, kdy je cílem úspěšná implementace systému MES, je problematika týkající se projektů a projektového řízení jeho nedílnou součástí. Proto tato kapitola bude zaměřena na teorii, která měla by čtenáři poskytnout informace o nezbytných krocích, které je dobré v rámci projektového řízení dodržet, aby bylo dosaženo předem stanovených cílů a projekt mohl být zdárně ukončen.

Existuje velké množství nástrojů a technik které jsou doporučovány světovými asociacemi projektových manažerů. Většina z nich vznikla přímo v praxi při řešení konkrétních projektů, ale jejich využití je možno aplikovat ve všech oborech. [5]

### 2.1 Klíčové pojmy

#### Projekt

Projekt je posloupnost jednotlivých kroků, přesně vymezených v prostoru a čase, které vedou k dosažení předem stanoveného cíle. Musí být jedinečný, vymezený v čase a alokovaných zdrojích, realizován týmem lidí z různých částí organizace v závislosti na jejich odbornosti a splněn v požadované kvalitě. [5]

I přes to že nikdo nepředpokládá neúspěch a každý chce dovést svůj projekt ke zdárnému konci, jsou projekty rizikové a úspěch nemusí být při jeho zahájení zřejmý. Co je taktéž důležité zmínit je, že projekt musí mít jasně stanovený začátek a konec, jinak hrozí riziko zacyklení se v nekončící smyčce. [6]

#### Cíl projektu

Konečný stav, ke kterému by měl projekt směřovat. Můžeme jej taktéž formulovat jako nově získanou vlastnost, schopnost nebo dovednost organizace. Zodpovědnost za tuto část, leží na manažerovi projektu.

#### Přínosy

Užitky (přínosy, benefity), které se můžou dostavit až v delším časovém horizontu po úspěšném naplnění cíle projektu. Jak už bylo zmíněno v popisu u projektu, výsledky nemusí být zřejmé hned. [5]

Typickým případem je tento můj projekt implementace systému MES. I když byla tato fáze implementace dokončena, ne všechny přínosy se projeví ihned. Podrobnější popis přinese praktická část této práce.

## **Riziko**

Neočekávaná, nebo nejistá událost, která když nastane, tak může negativně ovlivnit průběh, nebo i samotné dosažení cíle projektu.[5]

Opět přidávám příklad z vlastní zkušenosti. Při analýze rizik jsem vyhodnotil jako jedno z možných, spolehlivost dodavatele služeb (v mém případě externí firma, která měla mít na starost zasíťování celého našeho podniku tak, aby byla připravena infrastruktura, potřebná k nasazení systému MES. Spolehlivost byla sice dobrá, jednotlivé úkoly byli plněny včas, nicméně před dokončením této fáze celá pracovní skupina havarovala v automobilu na cestě do práce a projekt se tím dostal do zpoždění. Tím chci říct, že ne všechna rizika lze sebedůkladnější analýzou odhalit a být na ně připraven.

## **Výstupy**

Konkrétně popsaný výsledek jednotlivé etapy projektu.[5]

## **Zdroje**

Zdroji nejsou zdaleka jen finanční prostředky, ale i alokace lidských zdrojů, odhad kolik času na projektu stráví, znalosti, technologie a dokumenty, které jsou potřebné pro dosažení cíle. [5]

## **Činnost / Aktivita**

Jednotlivé operace a činnosti, které jsou v průběhu projektu realizovány a jejich výsledkem jsou výstupy projektu. [5]

## **Projektové řízení**

V praxi se jedná o využití různých metod, postupů a nástrojů, které mají realizačnímu týmu pomoci dostat realizovaný projekt do zdárného konce. Při projektovém řízení sledujeme důležité charakteristiky jako je rozsah, čas, náklady, zdroje a rizika, která by mohly ovlivnit výsledek. [6]

V průběhu tohoto řízení je vytvořen projektový tým, kde mají jeho členové přesně stanovené role. Předpokladem je, aby byly využity schopnosti a znalosti jednotlivých členů.

Existují různé druhy projektového řízení:

### **Kaskádový přístup (vodopádový)**

Princip spočívá v rozdělení do dílčích fází a aplikací pravidla, že vždy musí být aktuální fáze projektu dokončena, aby mohla začít další. Tento přístup je docela striktní a opírá se o formální dokumentaci. Výhodou je předvídatelnější vývoj projektu, na druhou stranu, hůř reaguje na změny v projektu.

### **Agilní projektové řízení**

Moderní přístup, který se vyznačuje rozdělením projektů na menší cykly (iterace), kdy po dokončení jednoho cyklu proběhne ověření stavu a přejde se na další cyklus. Tento postup pokračuje, dokud není dosaženo požadovaného výsledku. Výhodou je samozřejmě flexibilita a reakce na případné změny. Nevýhodou je že konečné výsledky se mohou lišit od původních představ, protože agilní přístup neklade důraz na dokumentaci a „moc nad projektem“ je více delegována na samotné členy týmu. [8]

Tento způsob řízení je spojen se softwarovým inženýrstvím a vývojem softwaru (například metody SCRUM nebo extrémní programování), nicméně lze jej aplikovat na jakýkoliv projekt. [7]

Pokud se nejedná o vytváření softwaru ale například o implementaci existujícího řešení jako v případě této bakalářské práce, je vhodné zmínit metody Lean managementu zaměřené na eliminaci plýtvání a zlepšení procesů nebo KANBAN, který vizualizuje a řídí tok práce prostřednictvím kanbanové tabule.

### **Hybridní projektové řízení**

Kombinuje prvky vodopádového modelu a agilních metod, především reakce na změnu a pružnost z agilního přístupu, doplněný o větší důraz na dokumentaci z kaskádového řízení.

## 2.2 Účastníci projektového řízení

### Zadavatel projektu

Zodpovědný za plánování a realizování všech projektů na strategické úrovni. V některých případech je zadavatel projektu zároveň i jeho vlastník nebo investor, ale nemusí to být pravidlem. [7]

### Vlastník projektu

Nese zodpovědnost vůči celé organizaci za byznys přínos projektu. Má autoritu a pravomoci rozhodovat o zásadních částech chystaného projektu. [7]

### Investor projektu

Poskytuje zdroje, které jsou potřebné pro uskutečnění, a to většinou za účelem zhodnocení svých počátečních investic. [7]

### Uživatelé projektu

Lidé v organizaci, kteří budou s výsledky projektů pracovat a bude pro ně mít přínos. Výsledky projektu na ně můžou působit přímo nebo nepřímo. [7]

### Realizátor projektu

Člen projektového týmu, který se podílí na své přidělené části realizace. [7]

### Projektový manažer

Osoba odpovědná za realizaci a plánování všech činností v rámci projektu na operativní a taktické úrovni. Jedná se o klíčovou osobu, která je hnací silou celého projektu. Nemusí jít o technického experta, především by dobrý projektový manažer měl disponovat dobrými organizačními a komunikačními schopnostmi. [6]

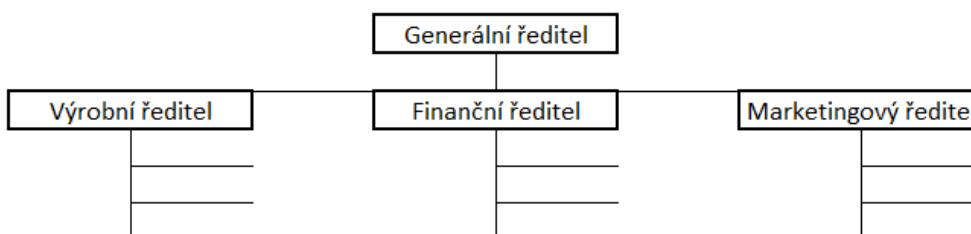
## 2.3 Organizační struktury řízení projektů

Tyto struktury nám vizualizují vztahy mezi jednotlivými účastníky projektových týmů a deklarují jejich pravomoci a povinnosti. Máme tři základní druhy organizačních struktur a v průběhu projektového řízení se tyto struktury můžou měnit. Při volbě správné organizační struktury bychom měli zvážit: velikost a rozsah chystaného projektu, schopnosti spolupráce

účastníků projektu a úroveň informačního systému který mají k dispozici. Mimo jiné také právní a ekonomické omezení. [6]

### 2.3.1 Funkční organizační struktura

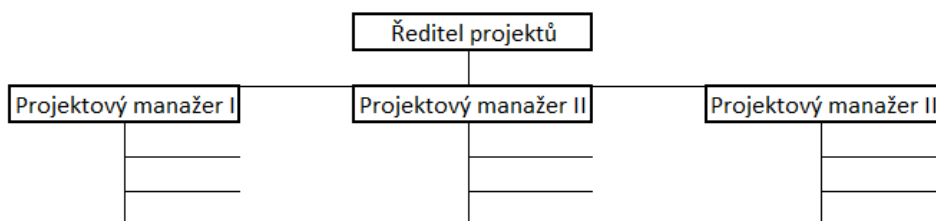
Tato organizační struktura je vhodná především pro malé projekty, kdy kooperace dílčích činností jde od nejvyšších managementu podniku. Výhodnou je její jednoduchost, za předpokladu že jde o malý projekt, v rámci jednoho oddělení (úseku). Pokud by projekt přesáhl do více úseků, hrozí riziko ztráty koordinace, protože chybí jasný koordinátor. [6]



Obrázek 3 Schéma funkční organizační struktury[6]

### 2.3.2 Čistě projektová organizační struktura

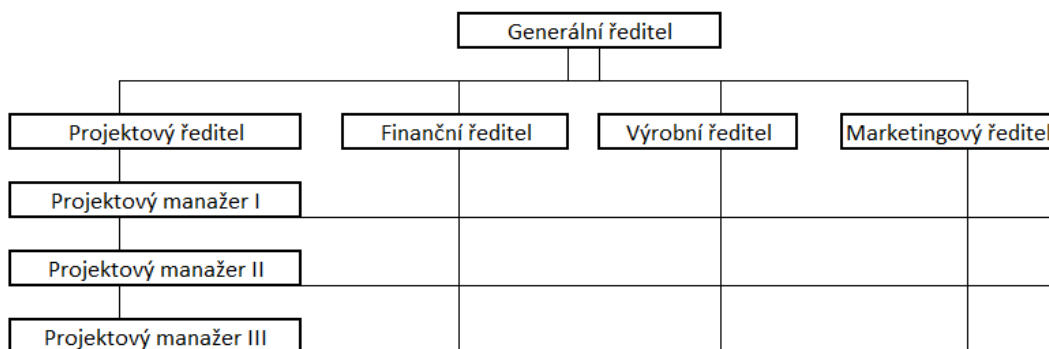
Při této organizaci jsou všichni účastníci podřízeni pouze cílům jednotlivých projektů. Pracovníci jsou osvobozeni od jiných činností a zaměřeni pouze na projekt. Vůdčí osobou je ředitel projektů, kterému reportují projektový manažeři. Ti potom řídí a koordinují své týmy. Výhodou je plná koncentrace na projekt, nevýhodou možné nevyužití všech lidských zdrojů. [6]



Obrázek 4 Schéma projektové organizační struktury[6]

### 2.3.3 Maticová organizační struktura

Kombinuje v sobě přechází dvě struktury. Výhodou je plné využití a vytížení všech zdrojů, protože mohou spolu kooperovat v rámci několika projektů. Nevýhodou jsou vysoké nároky na komunikaci a dvojí podřízenost.[6]



Obrázek 5 Schéma maticové organizační struktury[6]

## 2.4 Posloupnost kroků při realizaci projektu

### Koncepce projektu

Při této fázi dochází k týmové analýze problému, která by měla směřovat k nalezení správného řešení. Jsou identifikovány potřeby a cíle, navrhuje se potencionální tým a hodnotí se úroveň rizika, která by mohli v průběhu realizace nastat. Z jednotlivých variant návrhů řešení je vybráno to nejlepší. Nejčastější faktory pro výběr jsou finanční, časové a nákladové ukazatele, míra rizika, nároky na zdroje a ukazatele kvality. Při stanovování cílů je důležité, aby byly dosažitelné. [7]

Vhodnou pomůckou je pravidlo SMART, které říká že cíl musí být konkrétní, měřitelný, dosažitelný, relevantní a časově omezený. Jedná se o prosté pravidlo, které však v praxi bývá opomíjeno.

Většinou je cílem projektu vyřešení určitého problému, například zvýšení efektivity výroby, nicméně aby bylo řešení efektivní, je potřeba najít jeho kořenovou příčinu, protože samotná efektivita není důsledkem jednoho faktoru.

## **Plánování projektu**

V této fázi je už vybráno konkrétní řešení a na toto řešení je vyhotoven podrobný plán samotné realizace. Projekt je rozčleněn do dílčích malých částí, kterým jsou přiřazeni pracovníci, kteří se na jejich realizaci budou přímo podílet, včetně jejich časového vytížení, které si jejich účast na projektu vyžádá. Realizační tým, který se v předchozí fázi stanovil pouze orientačně je už teď pevný a všichni jeho členové musí být informováni o svých konkrétních úkolech na dílčích částech projektu, které budou vykonávat. Je stanoven rozpočet a náklady, které si realizace projektu vyžádá a ty musí být schváleny vedením společnosti (sponzorem projektu). [6]

Výstupem této fáze by měl být projekt charter, neboli zakládací listina projektu, která slouží jako schválené zadání projektu tak, aby mohl tým začít pracovat na jeho samotné realizaci. Struktura a podoba této listiny se může lišit podle jednotlivých společností nicméně základní náležitosti jsou: zdůvodnění projektu, popis cílů a výstupů, budget projektu, určení klíčových zainteresovaných stran, milníky projektu, hlavní rizika spjaté s projektem, datum schválení a jména osob které listinu schválili. [5]

## **Realizace projektu**

Projekt je schválen a odstartován, nastává samotná realizace. Dobrým zvykem je takzvaný kick-off meeting, na kterém je projekt oficiálně zahájen, a to za účasti všech klíčových zainteresovaných stran.[7]

Samotná realizace se samozřejmě liší v závislosti na konkrétním projektu. Velmi důležité je v průběhu veškeré probíhající práce a činnosti pečlivě monitorovat a kontrolovat, aby nedošlo k odchýlení se od plánu, překročení jednotlivých časových úseků nebo překročení rozpočtu. V případě zjištění odchylky nebo reakce na neočekávanou změnu, je potřeba provést korekční opatření, případně vytvořit nový plán projektu. [6]

Velmi dobrý nástroj, který se při této fázi používá, je Gantův diagram, který vizuálně zobrazuje časovou posloupnost a plnění jednotlivých kroků. Při své práci jsem ho taktéž využil a bude v praktické části vypracován.

## **Ukončení a vyhodnocení projektu**

Ukončení projektu je poslední fází v projektovém řízení, která zahrnuje posouzení výsledků projektu, ověření splnění stanovených cílů a zajištění uzavření všech projektových aktivit. Vyhodnocení se provádí v okamžiku ukončení realizace, kdy jsou k dispozici relevantní



data. V tomto okamžiku se zaměřujeme pouze na projekt, nikoliv o vyhodnocení přínosů, které mohou nastat až s delším časovým odstupem. Výstupem této fáze je předávací protokol (dokument potvrzující fyzické předání), akceptační protokol (dokument který potvrzuje, že přebírající strana potvrzuje, že jí bylo dodáno to, co si objednala, ať už jde o službu nebo produkt) a případně poučení z projektu (zkušenosti, které v průběhu realizace tým načerpal a může je uplatnit při dalším projektu). [9]

## 3 LEAN SIX SIGMA

### 3.1 Lean Management

Vznikl v 50 letech ve společnosti Toyota a jedná se o metodologii zaměřenou na neustálé zlepšování ve výrobě a minimalizaci plýtvání. Princip je takový, že u jednotlivých pracovních činností, byly vždy stanoveny cíle, za jak dlouho je příslušný zaměstnanec schopen tuto činnost vykonat a jakmile dosáhl optimálního výsledku, cíl se zase posunul o kousek výš. Důležité je, aby kroky byly malé a realizovatelné. Co je taktéž zásadní zmínit, že základem bylo myšlení samotných pracovníků, ne finanční investice, protože právě pracovníci, kteří danou činnost vykonávají, dokážou nejlépe určit, na čem ztrácí nejvíce času a jak toto plýtvání minimalizovat. Tento princip trvalého zlepšování založený na zapojení samotných pracovníků dostal svůj vlastní název *KAIZEN*. [10]

#### Základní nástroje metodologie LEAN

##### MUDA

Pomůcka *MUDA* (8 druhů plýtvání), která měla pracovníkům pomoci vnímat a snížit plýtvání ve výrobě. Zde jsou uvedeny příklady:

1. Transport – zabránit nadměrnému přesunu materiálu
2. Zásoby – snížit nadměrné zásoby které nejsou využívány
3. Pohyby – optimalizace pohybu pracovníků nebo času stráveným hledáním
4. Nevyužitý potenciál – mrhání individuálními schopnostmi pracovníků
5. Čekání – čas strávený čekáním
6. Zbytečná komplexita – procesy dělat jednoduché a srozumitelné
7. Nadprodukce – neprodukovat to co nepotřebujeme
8. Chyby – dodané vadné výrobky, nesplněné sliby zákazníkům [11]

##### 5S

5S je systém, který slouží pro dodržování pracovních standardů na pracovišti.

1. Seiri (utříd' – na pracovišti mít věci které jsou nezbytné k vykonávání dané činnosti
2. Seiton (uspořádej) – věci musí být uspořádané a snadno dosažitelné
3. Seiso (udržuj pořádek) – pracoviště musí být čisté a uklizené
4. Seiketsu (určit pravidla) – nastavení standardů pro předchozí tři pravidla.
5. Shitsuke (upevňovat a zlepšovat) – pravidelná kontrola dodržování standardů [10]

## 3.2 Six Sigma

Vznik se datuje v polovině osmdesátých letch ve společnosti Motorola. Popularizována pak byla společností General Electric v devadesátých letech a od té doby jde o velmi rozšířenou metodologii pro řízení kvality produktů a procesů prostřednictvím týmové práce.[12]

Důvodem vzniku byl fakt, že podniky zaměřené na velkovýrobu zjistili, že se nemůžou dále rozvíjet v kontextu tržních a ekonomických úspěchů, pokud jejich výroba produkuje vysoké procento vadných výrobků.[15]

Zaměřuje se především na zlepšování výrobních procesů, což vede k zvýšení ziskovosti společnosti. Dosáhnout úrovně Six Sigma vyžaduje od organizací porozumění příčin variability procesů, provedení analýzy a následného posouzení nákladů. Abychom mohli tuto úroveň označit jako Six Sigma, musí proces produkovat maximálně 3,4 chyb na milion příležitostí. Chybou je myšleno jakékoliv odchýlení se od zákaznického požadavku. [13]

Six Sigma je vnímána jako filozofie nebo koncept v širším slova smyslu. Pokud je použita jako strategie, zajišťuje rozvoj a zvyšuje pozici společnosti na trhu. Je založena na šesti hlavních principech, které by měly být implementovány ve společnostech, které chtějí rozvíjet a zvyšovat svou pozici na trhu. [13]

1. Orientace na zákazníka – každé jednání, které je podniknuto, by mělo být v souladu se specifikacemi a požadavky zákazníků
2. Data – rozhodování by mělo být založeno na podložených datech
3. Procesní přístup – k dosažení výsledkům by měl být použitý systematický a procesní přístup
4. Zapojení vedení – vedení společnosti by mělo aktivně podporovat koncept Six Sigma.
5. Zapojení zaměstnanců – Kaizen kultura
6. Kontrola procesů – procesy by měly být průběžně kontrolovány, tak aby bylo možné odhalit případné problémy

Základním prostředkem, které pro zlepšování procesů Six Sigma používá, jsou projekty. Tyto projekty jsou řízeny pevnou a přesně strukturovanou metodou DMAIC, která v sobě obsahuje různorodý zásobník nástrojů, které je možné využít s cílem snížit variabilitu procesů a tím i možnou chybovost. [12]

### 3.3 DMAIC

DMAIC metoda je tvořena pěti etapami které spolu navzájem souvisí a jsou propojeny. Její název je složen ze zkratk anglických slov Define (definuj), Measure (měř), Analyze (analyzuj), Improve (zlepši) a Control (řid'), což přesně vystihuje, na co jsou jednotlivé etapy zaměřeny.

#### 3.3.1 DEFINE

Hlavním účelem této fáze je definovat účel a rozsah projektu a ověřit, jestli akce, které budou provedeny za účelem vyřešení problémů, jsou spojeny s prioritami v organizaci a zda existuje podpora ze strany vedení a dostupnost požadovaných zdrojů. Začíná se identifikací problému, který chceme řešit. Existuje mnoho způsobů, jak tyto problémy (chyby) identifikovat a následně zvolit správný projekt pro zlepšení. [13]

#### **Užitečné nástroje:**

##### **Project charter**

Jedná se vlastně o zakládací listinu projektu, tak jak byla zmíněna u běžného projektového řízení. Je to shrnutí všech podstatných údajů jako: zdůvodnění projektu, popis příležitosti, stanovené cíle, rozsah, projektový tým a plán projektu. [12]

##### **Hlas zákazníka**

Hlas zákazníka je velmi důležitým zdrojem informací v projektech. Můžeme ho rozdělit na dva typy. První je reaktivní, kdy jde o typ informace, která se získává v reakci na nějakou událost nebo problém, který se již stal (například reklamace, nebo stížnost). Druhým typem jsou proaktivní informace, které jsou získávány a využívány předem, na základě analýzy situace a předvídání budoucích událostí (například rozhovory, nebo dotazníky). To znamená, že se snažíme předcházet potenciálním problémům a získávat informace, které nám pomohou být připraveni na případné situace. [12]

##### **SIPOC**

SIPOC je zkratka pro Supplier Input Process Output Customer a označuje jednoduchý nástroj pro popis a vizualizaci procesu. Využívá se za účelem mapování procesu, který začíná u poskytovatelů (Supplier) a končí u zákazníků (Customer). Uvnitř zahrnuje klíčové prvky procesu – vstupy (Inputs), proces (Process) a výstupy (Outputs). [12]

### 3.3.2 MEASURE

Etapa měření, která se týká sběru informací a dat o procesech, které mají být zlepšeny. Zaměřuje se na informace, které jsou potřebné pro lepší pochopení všech procesů v organizaci, očekávání zákazníků, specifikace dodavatelů a identifikaci možných slabých míst, kde může nastat problém. Hlavním úkolem fáze měření je tedy shromáždění dat, která budou potřebná v pozdější fázi (Analyze) k zobrazení rozdílů a posouzení pokroku, který bude představen managementu. Je také důležité posoudit aktuální systém měření a zajistit, aby všechna data byla důvěryhodná a shromážděna správným způsobem. [13]

#### **Druhy dat**

CTQ (Critical to Quality) – parametr kritický z pohledu zákazníka

CTP (Critical to Process) – parametr kritický z pohledu procesu

Spojité data – nabývají jakékoliv hodnoty v určitém rozsahu

Atributivní data – kvalitativní data, které se vztahují k určité vlastnosti nebo kategorii

Při sběru dat pro projekty dáváme přednost spojitým datům, protože obsahují vícero informací. [12]

#### **Užitečné nástroje:**

##### **Focus group**

Metoda, při níž zkušený moderátor pracuje se skupinou lidí, kteří zastupují důležité skupiny (například zákazníků). Cílem je získat detailní pohledy na dané téma a odhalit skupinové postoje, preference a názory. Na rozdíl od brainstormingu, kdy velká skupina účastníků generuje co nejvíce nápadů bez kritiky, je focus group pořádán v malé skupině s cílem zkvalitnění porozumění dané tématice, nikoliv kvantitě nových nápadů. [12]

### 3.3.3 ANALYZE

Ve fázi analýzy jsou používány různé metody a nástroje k nalezení kořenových příčin, posouzení rizik a analýze dat. Výstupem této analýzy by mělo být ověření, že potenciální problémy, které byli dříve identifikovány, jsou prokazatelné a na jejich základě navrhnout změny, které by měli nedostatky odstranit. [13]

## **Užitečné nástroje**

### **5 proč**

Jednoduchá, ale účinná technika, která slouží k odhalování kořenových příčin problémů. Spočívá v postupném kladení otázek „Proč?“ na zjištěné, nebo předpokládané příčiny problému a hledání odpovědí, dokud se nedojde k hlavní příčině, kterou lze efektivně řešit. Pomocí této techniky zmapujeme pouze jedno vlákno příčinných souvislostí.[12]

Příklad:

1. Proč se stroj zastavil? Protože se přehřál.
2. Proč se přehřál? Protože nefungovalo chlazení.
3. Proč nefungovalo chlazení? Protože v chladicí jednotce nebyla chladicí kapalina.
4. Proč v chladicí jednotce nebyla chladicí kapalina? Protože nebyla provedena preventivní údržbářská prohlídka.
5. Proč nebyla provedena preventivní údržbářská prohlídka? Protože chybí standart a rozvrh, podle kterého by byla provedena.

### **Ishikawa**

Jde o diagram příčin a následků který používáme, pokud očekáváme existenci vícero kořenových příčin. Svým tvarem připomíná rybí kostru, kde hlavní problém je umístěn na hlavě ryby a větve obsahují faktory, které mohou být příčinou problému. Tyto faktory se dále rozdělují do větví a podkategorií, až po konkrétní příčiny, které je třeba vyřešit.

### **3.3.4 IMPROVE**

Fáze zlepšování je zaměřena na implementaci a provádění změn, které byly navrženy v předchozí fázi (Analyze). Tyto změny mají za cíl odstranit nedostatky procesů a dosáhnout požadovaných výstupů. V této fázi se často využívají techniky jako je experimentování, návrh nových procesů, simulace a pilotní testování, aby bylo možné ověřit účinnost navržených změn před plnou implementací. Cílem této fáze je dosáhnout stabilního a efektivního procesu s minimálním počtem chyb a vysokou úrovní kvality výstupů. Jakmile je vybráno správné řešení, nastává samotná realizace.

## **Užitečné nástroje**

### **WBS (Work Breakdown Structure)**

Jedná se o strukturovaný seznam úkolů a aktivit, které jsou potřebné k dokončení určitého projektu. Může být vyjádřen například hierarchickým stromovým diagramem, který ukazuje

vztah mezi jednotlivými úkoly a zahrnuje odhadované trvání každého úkolu. WBS se používá k rozdělení projektu na menší a snáze spravovatelné části, což usnadňuje plánování a řízení projektu a zlepšuje komunikaci mezi týmy. [12]

### **Ganttův diagram**

Umožňuje nám umístit plán projektu na konkrétní časovou osu. Jednotlivé úkoly jsou zpravidla zobrazeny jako vodorovné čáry, kde délka každé čáry představuje dobu trvání úkolu. Díky tomu můžeme vizuálně zobrazit plánované termíny jednotlivých úkolů, jejich průběh a překryvy mezi nimi.

### **3.3.5 CONTROL**

Jedná se o poslední kontrolní fázi, která se zaměřuje na udržení dosažených výsledků a má za úkol zajistit, že proces bude nadále fungovat efektivně a stabilně. Jsou implementována opatření, která pomohou zajistit, že proces bude dále fungovat v souladu s cíli Six Sigmy.

V této fázi se také definuje proces monitoringu, který bude sloužit k pravidelnému sledování a vyhodnocování nově implementovaného procesu a identifikaci případných odchylek od stanovených cílů. Pokud se objeví odchylka, proces řízení změn pomůže zajistit, aby byla včas identifikována a řešena. [12]

### **Užitečné nástroje**

#### **Standardizace řešení**

Standardizací myslíme vytvoření podmínek, které zajistí, že proces bude probíhat opakovaně stejným způsobem. V praxi to většinou obnáší vytvoření dokumentovaných postupů (například směrnice, pracovní postupy, návody). Podrobnost, složitost a detail popisu závisí na složitosti procesu a schopnostech pracovníků lidí, kteří je budou používat. [12]

#### **FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)**

Nástroj, využívaný k identifikaci potenciálních slabin, příčin a následků v produktech, nebo procesech. Zároveň také slouží k nalezení preventivních opatření a kontrole jejich realizace. Nehodnotí rizika, která nastala, ale pouze která mohou nastat, a to na základě předešlých zkušeností s obdobnými činnostmi, návrhy nebo procesy. [18]

FMEA hodnotí možné selhání na základě třech kritérií: význam vady (závažnost), pravděpodobnosti výskytu a schopnosti odhalení vady. [18]

### 3.4 LEAN SIX SIGMA

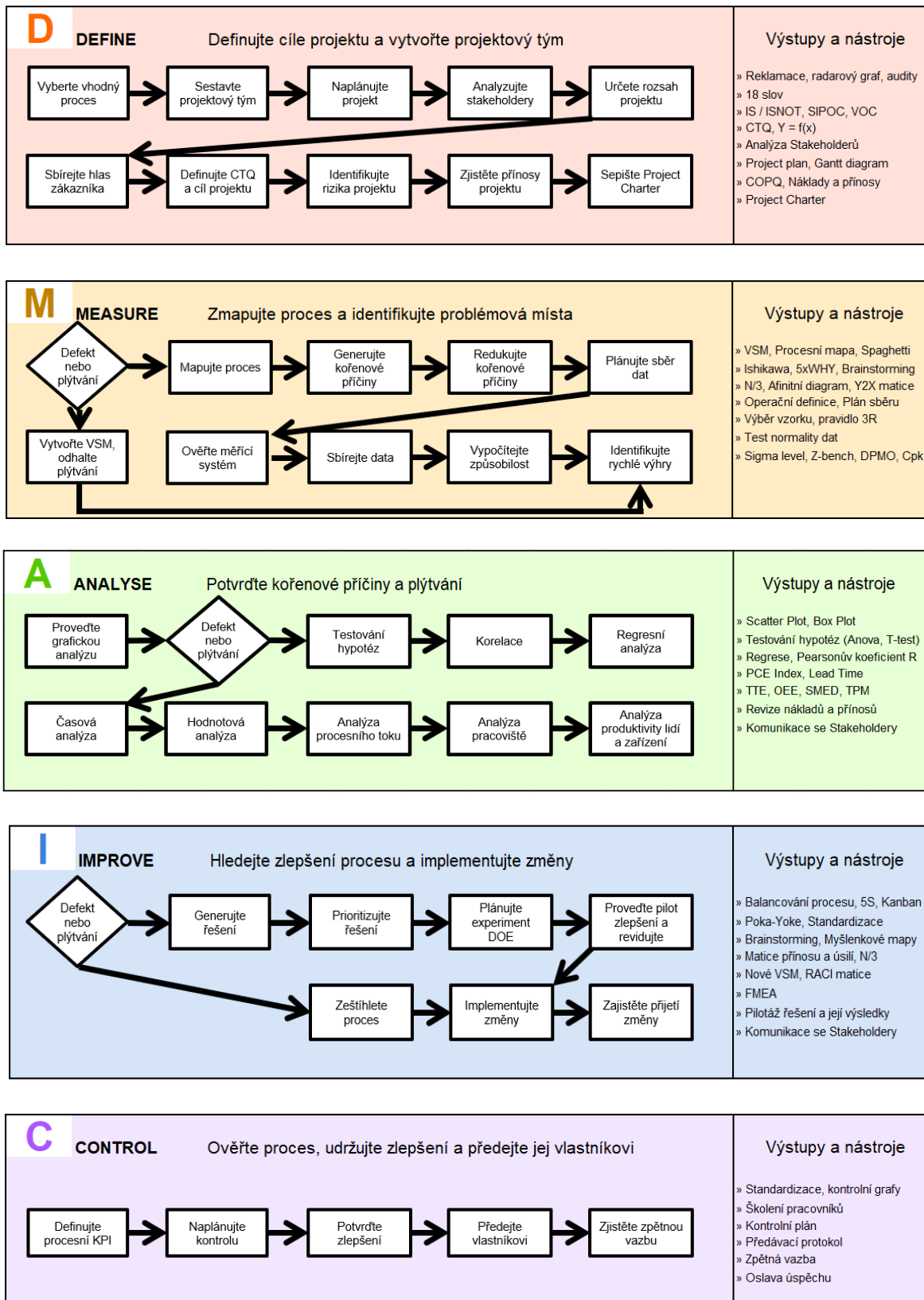
Metodologie Lean Six Sigma je charakteristická svou mohutností a zároveň aplikační flexibilitou, díky které může být přizpůsobena jakýmkoliv cílům ve všech průmyslových odvětvích. Kombinuje v sobě nástroje a metody Six Sigm (DMAIC metoda, analytické a statistické nástroje) spolu s principy neustálého zlepšování a minimalizace plýtvání převzatými z Lean managementu. Hlavním přínosem je synergie, vzniklá ze zaměření na výkonnost procesu zároveň s kvalitou jeho výstupu. Lean Management je silnější v oblasti zlepšování procesních toků, Six Sigma se zase soustředí na opravu problémových míst v procesu. Pro pochopení rozdílů mezi těmito dvěma přístupy, poslouží následující tabulka [15]

Tabulka 2 Rozdíl mezi Lean managementem a Six Sigmou [15]

	Lean	Six Sigma
Záměr	Efektivní vytváření hodnoty, která je definována na základě znalosti požadavků zákazníka.	Efektivní zajištění kvality, která je vymezena kritickými vlastnostmi předmětu (CTs) podle definice zákazníků.
Cesta	Odstranění plýtvání.	Snížení variability.
Předmět zkoumání	Horizontální pohled na zkoumání a souhrn procesních toků.	Vertikální pohled na vyhledávání a eliminaci problémových míst v procesech.
Hlavní předpoklady	<ul style="list-style-type: none"> <li>Odstranění plýtvání ovlivní celkovou výkonnost procesu.</li> <li>Opakovaná malá zlepšení přinášejí jistější úspěchy a méně rizik, než jedna rozsáhlá změna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Odstranění variability procesu zvýší celkovou kvalitu jeho výstupů.</li> <li>Poznání vycházející z faktů je obrovskou hodnotou.</li> </ul>
Nejvýraznější přínos	Zkrácení doby trvání procesu.	Zvýšená uniformita výstupů procesu.
Další přínosy	<ul style="list-style-type: none"> <li>Omezení plýtvání.</li> <li>Zrychlený průchod.</li> <li>Snížení provozních zásob.</li> <li>Řízení prostřednictvím měření procesů.</li> <li>Zvýšená kvalita zajištěná prostřednictvím zlepšování toku činností.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Omezení variability výstupů.</li> <li>Stabilita kvality výstupů.</li> <li>Snížení provozních zásob.</li> <li>Řízení prostřednictvím měření chybovosti.</li> <li>Zvýšená kvalita zajištěná prostřednictvím odstraňování rušivých vlivů.</li> </ul>
Organizace cyklu projektu	Cyklický/iterativní PDCA/PDSA Naplánuj-Udělej-Zkontroluj-Zasáhni	Přímý DMAIC Definuj-Měř-Analyzuj-Zlepši-Kontroluj.
Organizace týmů	Integrované zlepšovateľské týmy.	Integrované zlepšovateľské týmy s doporučenou strukturou rolí.
Klíčové metody	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapování a měření procesních toků.</li> <li>Optimalizace procesních toků.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Měření výskytů a četností</li> <li>Analýza příčin a důsledků.</li> </ul>

Vzhledem k tomu, jak obsáhlý je výsledný soubor metod a nástrojů, nelze přesně definovat, kdy jaký využít. Jejich volba se bude vždy lišit podle toho, jaký je cíl projektu. Základní předpoklad při výběru by měla být takový, že jejich uživatelé musí znát jejich funkcionalitu, výchozí stav a umět správně interpretovat zjištěné výsledky. Shrnutí nástrojů a postupů je na následujícím obrázku. [15]





Obrázek 6 Grafický souhrn nástrojů a postupů u Lean Six Sigma [14]

## **4 CÍL A METODY PRO ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Cílem bakalářské práce je úspěšná implementace výrobního informačního systému MES. Proto, aby mohl být samotný projekt implementace realizován, je potřeba vypracovat analýzu současných slabých oblastí které mají přímý nebo nepřímý vliv na aktuální nežádoucí stav v podniku. Na základě této analýzy proběhne vyhodnocení, jak implementace MESU pokryje problémové oblasti a to na základě znalosti funkcionalit, které tento koncept poskytuje.

V další části bude projekt realizován a dokumentován na základě vědomostí, které souvisí projektovým řízením a metodologií Lean Six Sigma.

### **4.1 Použité metody**

Rešerše s cílem prostudování a získání informací, které souvisí s využitím informačních systémů při řízení podniků, porozumění konceptu MES, projektovému řízení a následně metodologii Lean Six Sigma a jejich nástrojům, které je možné využít.

Analýza slabých míst ve výrobním procesu na základě informací od vlastníků jednotlivých procesů.

Metoda focus group za účelem zpřesnění a konkretizace jednotlivých slabých míst.

Za pomoci škály proveditelnosti bude ověřena míra pokrytí (řešitelnosti) identifikovaných slabých míst v souvislosti s plánovanou implementací MESU.

Následně bude zpracován a realizován projekt, na základě poznatků z projektového řízení a využitím metod a nástrojů metodologie Lean Six Sigma (DMAIC, project charter, Ganntův diagram).

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 IMPLEMENTACE INFORMAČNÍHO VÝROBNÍHO SYSTÉMU

Samotná myšlenka nasazení tohoto systému byla diskutována na manažerských poradách už v průběhu posledních dvou let, nicméně vzhledem k nestabilní situaci, která vznikla v důsledku pandemie Covid 19, zůstal tento koncept odložen. Funkcionalita tohoto systému nám byla dobře známa, jelikož naše sesterské závody už ho implementovaný mají a jeho výhody a možnosti byli nezpochybnitelné.

Jakmile pandemická situace skončila, tak se rapidně zvedla poptávka po našich produktech a tím pádem se i ukázaly problémy, které by implementace systému MES potlačila nebo úplně eliminovala. Souběžně se zahájením projektu MES odstartoval i projekt zaměřený na implementaci nového ERP systému M3, který je pod vedením druhého projektového týmu a nebude přímou součástí této práce.

### 5.1 Představení společnosti Lisi Automotive Form a.s.

Původní česká společnost vznikla v roce 1966. První produktové portfolio bylo založeno na produkci kovových součástek převážně pro automobilový průmysl a to za pomoci vysoce specializovaného a technologicky náročného výrobního postupu – tváření kovů za studena na tvářecích lisech české výroby.

V roce 1970 byla společnost rozšířena o druhý závod v Koryčanech, kde vyrostla druhá pobočka, zaměřená na kovoobrábění a vzhledem k narůstajícím požadavkům v rámci dodavatelského řetězce automotive, sekci výstupní kontroly, doplněnou o expediční sklad.

Zásadní změna přišla v roce 2004, kdy byl majoritní podíl akcií odkoupen francouzskou společností Lisi Group a původní česká firma Form a.s. tak spadla po správu centrály ve francii a stala se součástí divize automotive.

Mateřská organizace Lisi Group je rozdělena do třech divizí:

- Automotive – komponenty pro automobilový průmysl
- Aerospace – komponenty pro letecký a vesmírný průmysl
- Medical – Chirurgické nástroje, ortopedické implantáty

Původní česká firma byla v této době rozčleněna do 3 lokalit. Vedení firmy a administrativa v Brně, výzkumné laboratoře, lisovna a fosfátovna v Čejči, obrobna, expedice a výstupní kontrola v Koryčanech. Vzhledem ke složitosti přesunů jednotlivých polotovarů mezi sebou a růstu společnosti, bylo rozhodnuto že se stávající provozy musí sloučit do jednoho.

Proto v roce 2009 byla zahájena výstavba nových přilehlých prostor v Čejči a celá společnost se sloučila do jednoho místa. Tato podoba už firmě zůstala dodnes, pouze v roce 2018 došlo ke zvětšení stávajících prostor obrobny, výstupní kontroly a expedice.

Aktuální produktové portfolio je nyní tvořeno především vodícími čepy pro brzdné systémy. Výroba závodu v Čejči pokrývá 35% celosvětové produkce těchto dílů prakticky pro všechny známé automobilky, dá se tedy tvrdit, že každé třetí auto na světě má v sobě některý z našich produktů.

### 5.1.1 Výrobní proces

Výrobní proces je rozčleněn do 3 fází, kdy provoz probíhá ve třisměnném provozu. Průměrný týdenní výstup je 2 350 000 finálních výrobků, z drtivé části tvořených čepy pro brzdné systémy. Při předpokládaném využití 8 čepů na jeden osobní automobil naše týdenní produkce uspokojí potřeby 293 750 osobních automobilů.

#### Lisovna

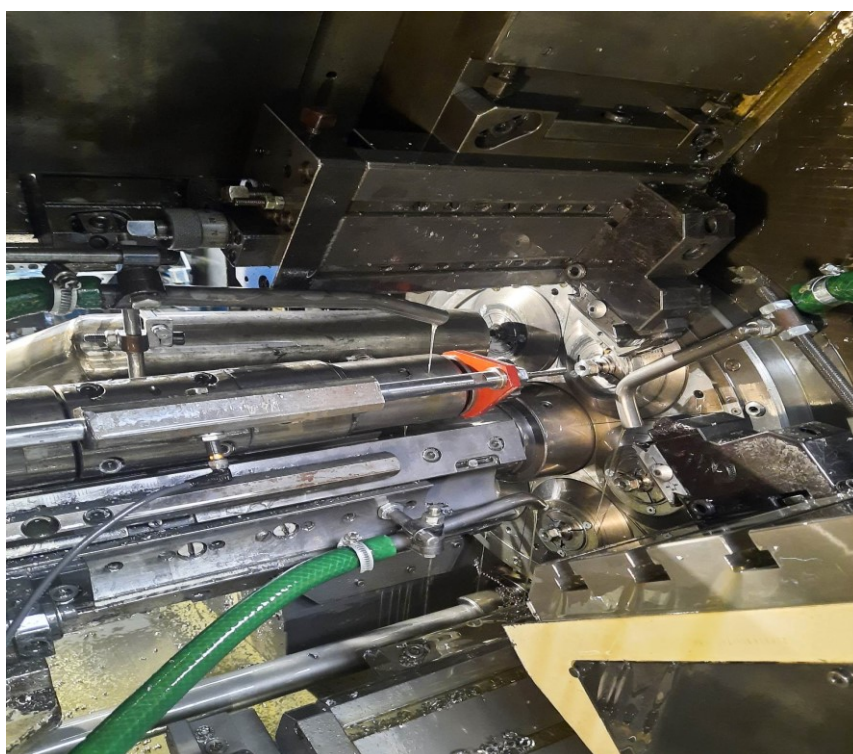
Stěžejní část výroby, kde se ze vstupního materiálu v podobě svitků drátu vyrábí prvotní výlisky. V této části výroby se využívá technologických procesů tváření kovu za studena, které jsou vyvíjeny technologickou laboratoří již od počátků původní české společnosti Form. Tyto postupy, jednotlivé lisovací matrice a nástroje tvoří unikátní know how našeho závodu. Součástí lisovny je nástrojárna, kde jsou jednotlivé výrobní nástroje upravovány na míru dle výrobních potřeb. Strojový park zde obsahuje 9 tvářecích lisů od různých výrobců. Všechny tyto stroje jsou na míru přizpůsobeny pro konkrétní druhy výroby.



Obrázek 7 Ukázka tvářecího lisu [14]

## Obrobna

Druhá fáze výrobního procesu, kdy jsou výlisky obráběny už do finální podoby a stávají se obrobky. Po dokončení obrábění jsou tyto obrobky převezeny do odstředivací linky, která je zbaví obráběcího oleje. Následně jsou přepraveny na povrchovou úpravu. Část, která vyžaduje fosfátovou povrchovou úpravu je zpracována interně, pro zinkovou úpravu využíváme služeb externího společnosti. V této fázi výroby se stále jedná o polotovary. Strojový park obrobny tvoří 38 obráběcích více vřetenových automatů.

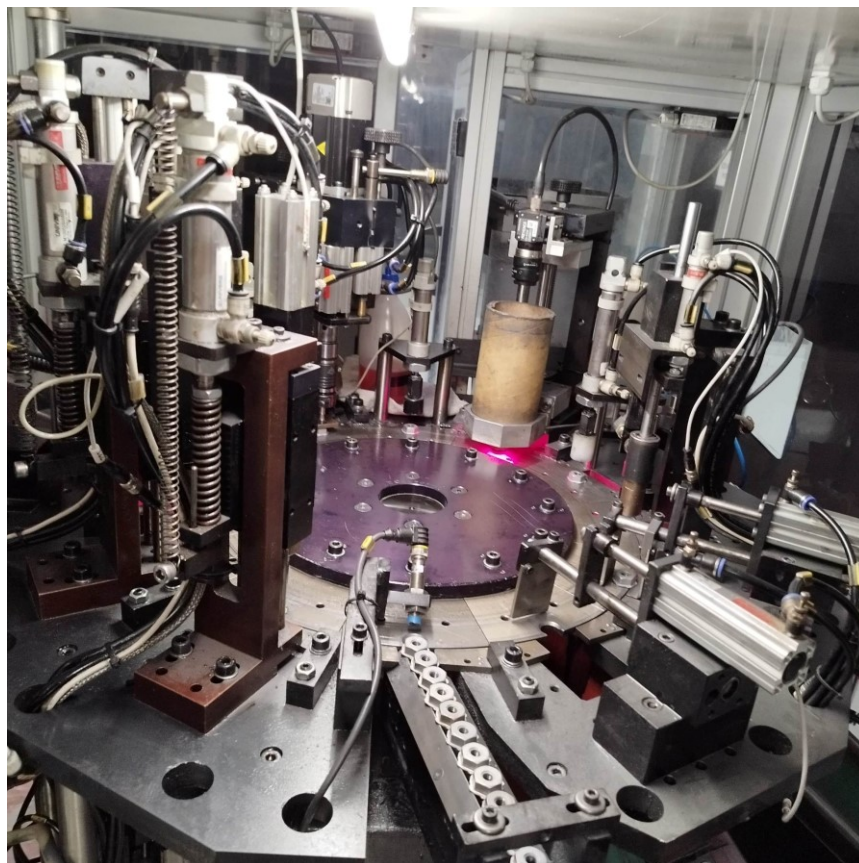


Obrázek 8 Ukázka obráběcího více vřetenového automatu [14]

## 100% kontrola

Hotovým výrobkem se stávají až po průchodu oddělením 100% kontroly kde probíhá výstupní kontrola a balení dle požadavků zákazníků. Tato kontrola je prováděna u každého jednotlivého kusu. Vzhledem k neustále se zvyšujícím nárokům na kvalitu probíhá kontrola automaticky za pomoci speciálních kontrolních automatů, které jsou vyrobeny na míru pouze pro náš závod. Část měření provádí stroje mechanicky, u složitějších tvarů a požadavků za pomoci sofistikovaných kontrolních kamer. Jakmile díly projdou kontrolním procesem, jsou zabaleny pro jednotlivé zákazníky a následně přesunuty na expediční sklad. Strojový park tvoří 28 kontrolních automatů.





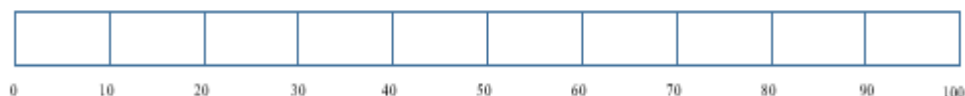
Obrázek 9 Ukázka kontrolního automatu [14]

## 5.2 Analýza slabých míst

V rámci analýzy proběhlo vyhodnocení slabých míst, která v jsou v průběhu celého našeho výrobního procesu a přímo nebo nepřímo se podílejí na aktuálním nežádoucím stavu. Analýza byla provedena díky schůzkám se samotnými vlastníky procesů, jejíž znalosti a zkušenosti byli nejlepším zdrojem informací. Výstupy z těchto schůzek byli zrevidovány formou focus group, kde byly jednotlivé problémy shrnuty do několika oblastí. V této části práce se zaměřím především na ověření, že problémy, které byly v průběhu posledních dvou let identifikovány, jsou řešitelné implementací systému MES s využitím nástroje Lean Six Sigma, škály proveditelnosti.

Škála proveditelnosti bude v tomto kontextu reprezentovat míru řešitelnosti problémových míst pomocí implementace informačního výrobního systému MES. Bude posuzována v rozsahu 0 % až 100 %.

- 0 ..... Problém není vůbec řešitelný implementací systému MES
- 100 % .... Problém je zcela řešitelný implementací systému MES



Obrázek 10 Škála proveditelnosti [zdroj vlastní]

Problémové oblasti, které jsou předmětem zkoumání a následně by měli být stabilizovány a zlepšeny po úspěšné implementaci systému MES jsou:

1. Plánování a kapacita
2. Sběr dat z výroby
3. Trasabilita
4. Vyhodnocování pomocí výkonnostních ukazatelů
5. Výkonost a efektivita
6. Množství papírových dokumentů
7. Zlepšení kvality produktů

Ke každé z těchto oblastí bude zpracována přehledová tabulka, která sumarizuje konkrétní slabá místa výroby a procentuální vyhodnocení, v jaké míře by případná implementace systému MES přispěla k jejich vyřešení, včetně průměrného pokrytí celé oblasti.



### 5.2.1 Plánování a kapacita

Tabulka 3 Pokrytí slabých míst v oblasti plánování a kapacity [Zdroj vlastní]

Identifikovaný problém	Komentář	Řešení MES
Nedostatečné podklady pro plánování výroby	Plánování se zakládá na datech, které plně nereflektují aktuální stav výroby.	80 %
Nepřesné sledování kapacity výroby	Oddělení logistiky nemá k dispozici data, na základě kterých by mohlo posoudit změny v kapacitě výroby a podle toho včasné reagovat.	80 %
Pomalá výměna a sdílení dat se zákaznickým servisem zajišťující příjem zakázek.	Současný systém je zdlouhavý, založený převážně na komunikaci prostřednictvím e-mailů, data nejsou k dispozici oběma stranám okamžitě a díky prodlevě v komunikaci může dojít k chybě.	50 %
Přetížená výroba	Nově přijímané zakázky a změny v expedičním plánu budou v souladu s aktuálními kapacitami výroby.	90 %
	Pokrytí systémem MES	75 %

### 5.2.2 Sběr dat z výroby

Tabulka 4 Pokrytí slabých míst v oblasti sběru dat z výroby [Zdroj vlastní]

Identifikovaný problém	Komentář	Řešení MES
Neefektivní sběr dat z výroby	Sběr dat z výroby obsahuje zbytečné redundantních kroky.	100 %
Možnost neúmyslného zkreslení lidským faktorem	Operátoři mají možnost data zadat neúmyslně nekorektně a tím zkreslit výstup daného stroje.	100 %
Možnost úmyslného zkreslení lidským faktorem	Operátoři mají možnost data zadat úmyslně nekorektně a tím zkreslit výstup daného stroje, nebo zamaskovat své selhání nebo chybu.	100 %
Časová prodleva	Klíčová data nejsou k dispozici okamžitě.	100 %
Nepřesné data	Aktuálně sbíraná klíčová data nejsou zcela přesná.	100 %
	Pokrytí systémem MES	100 %

### 5.2.3 Trasabilita

Tabulka 5 Pokrytí slabých míst v oblasti trasability [Zdroj vlastní]

Identifikovaný problém	Komentář	Řešení MES
Neefektivní dohledávání výrobních záznamů	Velká část záznamů je zaznamenávána a uchovávána v papírové formě. Dohledávání zdrojových záznamů je zdlouhavé.	80 %
Skladování a archivace papírových záznamů	Zákonná povinnost uchovávat výrobní záznamy po dobu 10 let.	80 %
Možnost neúmyslného zkreslení lidským faktorem	Operátoři mohou zapomenout příslušné záznamy vyplnit, případně vyplnit nečitelně.	90 %
Neefektivní sledování životního cyklu výrobku	Všechny záznamy nejsou digitalizované, část se musí dohledávat v papírových dokumentech což značně zpomaluje celý proces.	100%
	Průměrné pokrytí systémem MES	90 %

### 5.2.4 Vyhodnocování pomoci výkonnostních ukazatelů

Tabulka 6 Pokrytí slabých míst v oblasti výkonnostních ukazatelů [Zdroj vlastní]

Identifikovaný problém	Komentář	Řešení MES
Přesnost vyhodnocení	Aktuální výrobní ukazatele nejsou zcela přesně nastavené.	80 %
Závislost a ovlivnitelnost ukazatelů	Ukazatele jsou počítané na základě hodnot, které zadávají samotní operátoři ve výrobě.	100 %
Možnost neúmyslného zkreslení lidským faktorem	Operátoři mohou zdrojové hodnoty pro výpočet neúmyslně zadat nekorektně, tím pádem dochází ke zkreslení ukazatelů.	100 %
Možnost úmyslného zkreslení lidským faktorem	Operátoři mohou zdrojové hodnoty pro výpočet úmyslně zadat nekorektně, s cílem maskovat vlastní chybu nebo selhání.	100%
Dopad na řízení podniku	Jestliže nejsou ukazatele vypovídající, může dojít ke zkreslení dat na základě nichž řídicí pracovníci nemusí správně reagovat na aktuální situaci ve výrobě.	70 %
	Průměrné pokrytí systémem MES	90 %

### 5.2.5 Výkonost a efektivita

Tabulka 7 Pokrytí slabých míst v oblasti výkonosti a efektivity [Zdroj vlastní]

Identifikovaný problém	Komentář	Řešení MES
Obtížná identifikace slabých míst při výrobním procesu	Současné sledování výroby neumožňuje efektivně identifikovat slabá místa výroby a poté na tyto oblasti cílit.	90 %
Předpoklad vyšší efektivita a výkonosti	S přesnou identifikací slabých míst ve výrobním procesu bude možnost zaměřit se na ně, optimalizovat a následně tak zvýšit efektivitu a výkonost.	80 %
Možnost úmyslného zkreslení lidským faktorem	Odměny operátorů závisí na plnění jejich pracovních povinností. Systém nepracuje s reálnými daty, ale aktuálně je možné cíleně ho ovlivnit.	100 %
	Pokrytí systémem MES	90 %

### 5.2.6 Redukce papírových dokumentů a záznamů

Tabulka 8 Pokrytí slabých míst v oblasti redukce papírů ve výrobě [Zdroj vlastní]

Identifikovaný problém	Komentář	Řešení MES
Množství papírové dokumentace ve výrobě	Velká část dokumentace je samotným operátorům dostupná jen v papírové formě.	80 %
Skladování a archivace papírových dokumentů	Zákonná povinnost uchovávat výrobní záznamy a dokumentace po dobu 10 let. Archivační prostory přestávají stačit.	80 %
Aktualizace dokumentace ve výrobě	V případě aktualizace musí dojít k fyzické výměně všech papírových dokumentů ve výrobě.	80 %
Možnost ztráty	V průběhu zakládání a následné archivace je riziko ztráty zkoumaného záznamu/	80 %
	Pokrytí systémem MES	80 %

### 5.2.7 Zlepšení kvality

Tabulka 9 Pokrytí slabých míst v oblasti kvality [Zdroj vlastní]

Identifikovaný problém	Komentář	Řešení MES
Kontrola provádění periodických měření	Aktuální systém měření je vázaný na zápis do papírových záznamů a není nijak vynucovaný systémem.	100 %
Zákaznické reklamace	V roce 2022 bylo došlo k 6ti zákaznickým reklamacím oproti plánovanému cíli 5. Při analýze příčin těchto reklamací bylo zjištěno že 4 z nich mohli být eliminovány přímo v procesu, kdyby operátor provedl kontrolní měření.	60 %
	Pokrytí systémem MES	80 %

### 5.2.8 Závěr analýzy

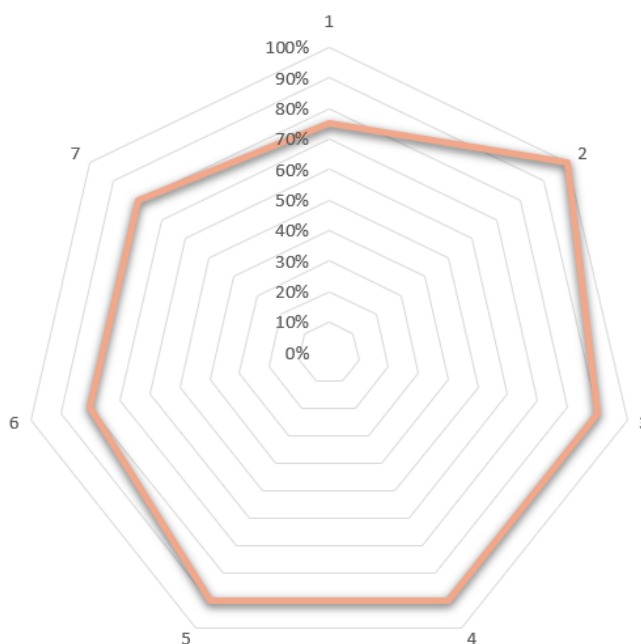
Po přezkoumání slabých míst a kořenových příčin lze konstatovat, že implementace systému MES neobsáhne všechny tyto problémové oblasti na 100 %, nicméně pokrytí všech oblastí je dostatečné, aby mohl být projekt zahájen.

Zásadně nejvýraznější přínosem bude efektivní sběr validních dat z výroby, na který jsou přímo nebo nepřímo navázány ostatní oblasti a které implementace MESU 100 % pokrývá.

Tabulka 10 Shrnutí jednotlivých pokrytí [Zdroj vlastní]

Oblast	Název	Pokrytí
1	Plánování a kapacita	75 %
2	Sběr dat z výroby	100 %
3	Trasabilita	90 %
4	Vyhodnocování pomocí výkonnostních ukazatelů	90 %
5	Výkonost a efektivita	90 %
6	Redukce papírových dokumentů	80 %
7	Zlepšení kvality	80 %

Pro lepší transparentnost výsledku uvádím paprskový graf, který znázornění pokrytí jednotlivých oblastí.



Obrázek 11 Paprskový graf znázorňující pokrytí slabých míst MESEM [Zdroj vlastní]

## 5.3 Projekt

### 5.3.1 Define (Definuj)

První etapa metody DMAIC, jejíž cílem je definovat účel a rozsah projektu. Pro lepší přehled bylo nezbytné získat více informací na základě kterých bych mohl projekt implementace naplánovat. Za tímto účelem byla realizována cesta do sesterského závodu v Melisey, kde byl MES implementován v roce 2021. Díky tomu byly získány důležité poznatky jako předpokládaná doba realizace, odhad ceny a v neposlední řadě výběr vhodného dodavatele softwaru. Po návratu byl projekt oficiálně zahájen.

#### Project charter

Základem této etapy bylo zpracování projekt charteru (zakládací listiny projektu), která jasně stanovila následující náležitosti: Cíle projektu, organizaci a vedení projektu, zainteresované klíčové osoby, projektový team, předpokládané časové vytížení jednotlivých členů projektového týmu, klíčové milníky pro jednotlivé fáze projektu a předpokládaný rozpočet.

Následující tabulky jsou přepracované pro použití v této bakalářské práci, na základě oficiálního projekt charteru, který jsem pro tento projekt vypracoval.

#### Cíle projektu a rozsah

Cíle projektu byli upřesněny na základě analýzy slabých míst, která byla zpracována v minulé kapitole.

Tabulka 11 Cíle projektu [Zdroj vlastní]

Cíle projektu
<ul style="list-style-type: none"><li>• Implementace rozhraní Aquweb (MES)</li><li>• Zapojení všech klíčových strojů se sběrem dat v reálném čase</li><li>• Digitalizace výkresů, instrukcí a dokumentace</li><li>• Zavedení digitálního měření ve výrobě s automatickým vyhodnocením dat</li><li>• Nové pracovní stanice</li><li>• Propojení s ERP systémem M3</li><li>• Zaškolení všech dotčených pracovníků</li></ul>

Tabulka 12 Rozsah projektu [Zdroj vlastní]

<b>Rozsah projektu</b>	
<b>Pokryté oblasti</b>	<b>Mimo rozsah projektu</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementace Aquiwebu</li> <li>• MES na strojích</li> <li>• Kontrolní měření</li> <li>• Proces kvality</li> <li>• Propojení s M3</li> <li>• IT infrastruktura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul pro správu údržby</li> <li>• Modul pro monitoring spotřeby energie</li> <li>• Projekt implementace M3</li> <li>• Náhrada specifických funkcí Palstatu</li> <li>• Jiné softwarové řešení než Aquiweb</li> </ul>

Oblasti, které jsou mimo rozsah projektu, bylo nutno vytyčit zejména z důvodu, že softwarové řešení Aquiweb poskytuje různorodé spektrum nabízených modulů a s tím souvisejících funkcionalit a pro cíle tohoto projektu nebylo potřebné instalovat všechny. Tím došlo i ke snížení ceny. O výběru jiného produktu než Aquiwebu nebylo uvažováno kvůli dvěma hlavními důvodům: snaha sjednotit a propojit všechny systémy v rámci organizace Lisi Group a uspokojivé funkcionalitě a referencím získaným při návštěvě závodu v Melisey.

### Projektový Tým

V první části bylo nutné stanovit vedoucí osoby projektu a osoby, v jejich zájmu je zdárné ukončení projektu.

Tabulka 13 Vedení projektu a zájmové osoby [Zdroj vlastní]

<b>Vedení projektu a zájmové osoby</b>			
	<b>Jméno</b>	<b>Pozice</b>	<b>Potvrzení</b>
Project Sponsor:	Osoba A	Generální ředitel	☑
Project Leader:	Osoba B	Manažer CI	☑
Stakeholder:	Osoba C	Manažer APU lisovna	☑
Stakeholder:	Osoba D	Manažer APU obrobna	☑
Stakeholder:	Příkaský	Manažer APU kontrola	☑
Stakeholder:	Osoba E	Manažer údržby	☑
Stakeholder:	Osoba F	Manažer technologie	☑
Stakeholder:	Osoba G	Manažer logistiky	☑
Stakeholder:	Osoba H	Manažer Financí	☑

Následně určit projektový tým, který se bude na realizaci podílet, včetně odhadovaného týdenního vytížení, které prací na projektu stráví. U všech účastníků projektu je vyžadováno potvrzení formou podpisu, které slouží jako podklad, že byli všichni seznámeni se svou rolí v projektu a akceptovali ji.

Tabulka 14 Složení projektového týmu [Zdroj Vlastní]

<b>Projektový tým</b>			
<b>Jméno</b>	<b>Role</b>	<b>Potvrzení</b>	<b>Alokace zdrojů (h)</b>
Osoba A	Projektový manažer Senior	☑	6
Příkaský	Projektový manažer Junior	☑	4
Osoba B	Administrátor systému	☑	4
Osoba C	Klíčový uživatel Lisovna	☑	2
Osoba D	Klíčový uživatel Obrobna	☑	2
Osoba E	Klíčový uživatel Kontrola	☑	2
Osoba F	Klíčový uživatel Údržba	☑	2
Osoba G	Klíčový uživatel Údržba	☑	2
Osoba CH	Manažer IT	☑	4
Osoba I	Klíčový uživatel technologie	☑	4
Osoba J	M3 projektový manažer	☑	2

## Rozpočet

Odhad rozpočtu byl stanovený na základě poznatků z Melisey a to na částku 426250 €. V tomto rozpočtu byla zahrnutá cena softwarového řešení, návrh a instalace potřebné infrastruktury, digitální měřidla, úprava pracovních stolů včetně jednotlivých komponent nutných pro zajištění funkcionality.

## Stanovení rizik

Na základě zkušeností a prostudované literatury lze konstatovat, že všechny projekty provázejí rizika. V rámci toho jsem vypracoval analýzu, která možná rizika hodnotí na základě třech kritérií.

- rizika dopadu – nevýznamné, slabé, střední, velké, katastrofické
- pravděpodobnosti vzniku – vzácná, nepravděpodobná, možná, pravděpodobná, jistá
- závažnosti – nízká, mírná, střední, vysoká

Podle prvních dvou kritérií je každé riziko posouzeno a umístěno v rozhodovací matici. Jeho umístění pak označuje výslednou závažnost. Jedná se o standardizovaný nástroj, který je využíván v rámci celé organizace Lisi Group.

Pravděpodobnost  
vzniku

Tabulka 15 Rozhodovací matice analýzy rizik [14]

<b>Jistá</b>	Mírná	Střední	Střední	Vysoká	Vysoká
<b>Pravděpodobná</b>	Mírná	Mírná	Střední	Střední	Vysoká
<b>Možná</b>	Nízká	Mírná	Mírná	Střední	Střední
<b>Nepravděpodobná</b>	Nízká	Nízká	Mírná	Mírná	Střední
<b>Vzácná</b>	Nízká	Nízká	Nízká	Mírná	Mírná
	<b>Nevýznamné</b>	<b>Slabé</b>	<b>Střední</b>	<b>Velké</b>	<b>Katastrofické</b>

Riziko dopadu

Tímto způsobem bylo posuzováno celkem třicet vytipovaných rizik a ke každému z nich byla přiřazena osoba, zodpovědná za vyřešení daného problému a příslušná akce, která by dané riziko potlačila. Pro účel této práce bude uvedeno pouze pět nejzávažnějších.

Tabulka 16 Top 5 rizik projektu [Zdroj vlastní]

Popis rizika	Vlastník	Závažnost	Akce
Nedostatečná IT struktura	Osoba CH	Střední	Detailní plánování a požadavky
Problémy se serverem	Osoba CH	Střední	Zajistit oddělený server pouze pro MES
Zatížení pracovníků údržby	Příkaský	Střední	Instalace Víse modulů proběhne interně, připravit rozvrh osazení jednotlivých strojů
Nedodržení rozpočtu	Osoba A	Střední	Detailní plánování, návštěva Melisey
Odmítnutí projektu Team leadery	Příkaský	Střední	Zahrnout je do projektu, připravit školicí materiály.

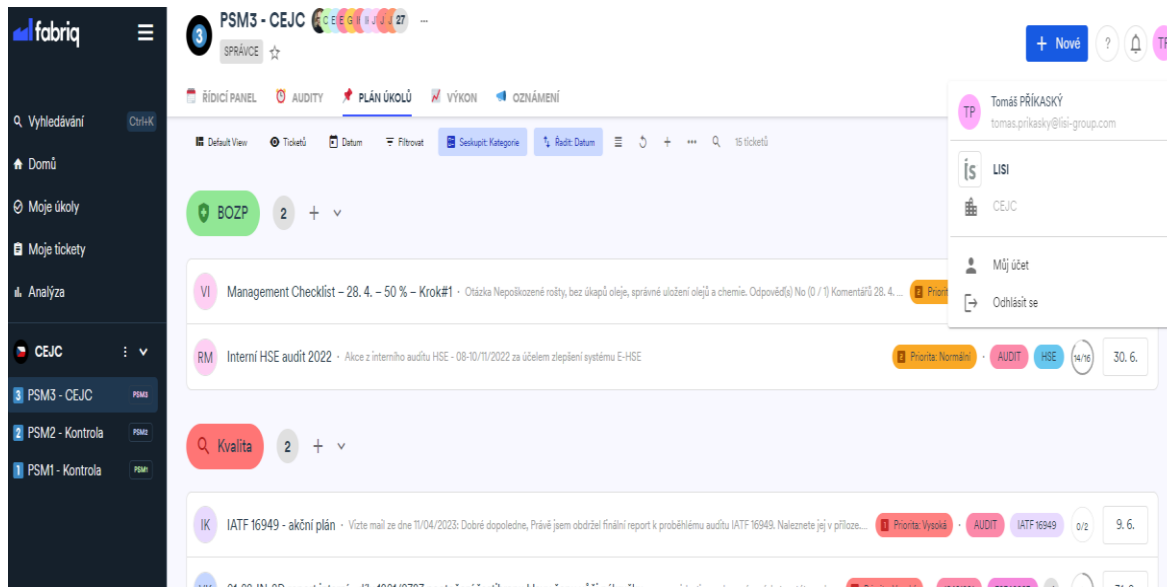
### Akční plán

Akční plán byl sestaven s využitím nástroje WBS (Work Breakdown Structure), kdy byl projekt rozčleněn do menších, lépe organizovatelných částí. Každému jednotlivému úkolu (akci) byl přiřazen jeho vlastník (osoba zodpovědná za konkrétní úsek realizace) a deadline realizace.

Pro operativní distribuci úkolů byl zvolen interní systém Fabriq, používaný v rámci celé organizace. Tento systém umožňuje rozdělení jednotlivých úkolů skrze celou firemní hierarchii, spolu se zadáním termínu splnění a případné notifikace vlastníka úkolů přes email. Pro sledování postupu projektu byli zavedeny pravidelné porady, kde byl celkový



postup projektu revidován. Celkový plán byl rozčleněn do 48 dílčích částí. Níže uvedena ukázka systému Fabriq a části akčního plánu.



Obrázek 12 Ukázka rozhraní Fabriq [14]

N°	Milestone	Action	WHO					Progress	Action Deadline	Status	Priority	Comments
			Responsible	Accountable	Supported	Informed	Consulted					
1	Define	Preparation of risk analysis and project plan	Přikaský	Linner	Linner	Mišurec	Mišurec	●	11.02.2022	●	1	
2	Define	Present the initial information to Management Team	Přikaský	Linner	-	Management	Management	●	25.02.2022	●	2	
3	Define	Set rough budget estimation	Linner	Linner	Mišurec	Pešová	Mišurec	●	25.02.2022	●	3	
4	Define	Travel to Melsey, gather information	Linner	Linner	Šaněk	Mišurec	-	●	07.03.2022	●	2	Linner, Přikaský, Šaněk
5	Define	Set detailed budget	Linner	Linner	Mišurec	Pešová	Mišurec	●	03.04.2022	●	1	
6	Define	Set project Team	Linner	Linner	Přikaský	Management	Management	●	03.04.2022	●	1	
7	Define	Define the hardware requirements	Šaněk	Linner	Central IT	Mišurec	External company	●	13.04.2022	●	1	External company: SKS
8	Define	Order the IT infrastructure project	Linner	Linner	External company	Mišurec	External company	●	20.04.2022	●	1	
9	Measure	DAI approval	Linner	Linner	Pešová	Mišurec	Vašhar	●	20.04.2022	●	2	
10	Measure	Validate that machines are connectible	Feřa	Linner	Šaněk	Mišurec	External company	●	27.04.2022	●	2	
11	Measure	Communication to workers	Přikaský	Linner	APU Managers	Mišurec	APU Managers	●	27.04.2022	●	2	
12	Measure	Order HW	Šaněk	Linner	Central IT	Mišurec	Central IT	●	27.04.2022	●	1	
13	Measure	Visit of Aquiveb Team in Cejc, agree on planning	Aquiveb Team	Linner	-	Project Team	Project Team	●	13.05.2022	●	2	
14	Measure	Order Aquiveb	Linner	Linner	Aquiveb Team	Project Team	Aquiveb Team	●	24.05.2022	●	1	

Obrázek 13 Ukázka části akčního plánu [Zdroj vlastní]

### 5.3.2 Measure (Změř)

V rámci této druhé etapy jsem se zaměřil na slabá místa v našem výrobním procesu a nastavení vhodné metody, jak je změřit, aby po implementaci MESU, bylo možné prokázat jeho přínos. Vzhledem k tomu že všechny slabá místa prokazatelně souvisí s relevantností a sběrem dat byli následující metriky projektu nastaveny takto:

Tabulka 17 Stanovené výkonnostní ukazatele [Zdroj vlastní]

Výkonnostní ukazatele			
Definice KPI	Současný stav	Budoucí stav	Jednotka
Procento připojených strojů	N/A	100 %	%
Procento zaškolených pracovníků	N/A	100 %	%
SCRAP	1,75 / 2,45	1,65 / 2,30	%
OEE	71	73	%
MTTR	9	8	h

#### Připojené stroje

Připojení všech strojů a zařízení je klíčové. Čím více strojů bude připojeno do systému, tím přesnější a ucelenější bude sledování celé výroby. Díky tomu bude možné v reálném čase sledovat jejich stav, výkonost a prostoje. Oddělení logistiky tak bude mít možnost lépe reagovat na změny ve výrobě a přizpůsobit tomu úpravy expedičního plánu a poskytovat řídicím pracovníkům výroby nezbytné podklady pro operativní plánování v souladu s aktuální situací.

#### Procento zaškolených pracovníků

S implementací nového systému dojde ke změně pracovních postupů a všichni dotčení pracovníci budou muset být schopni tento nový systém samostatně a korektně používat.

#### SCRAP

Monitorování a snižování ukazatele scrap je důležité pro zlepšování výrobního procesu a optimalizaci využití materiálu. Nižší hodnota bude indikovat, že výrobní proces je efektivní a produkuje se méně vadných výrobků. Vyšší hodnota může znamenat ztráty ve výrobě, zvýšené náklady a sníženou kvalitu výsledných výrobků.

**OEE (Overall Equipment Efficiency)**

Ukazatel, pomocí které lze měřit celkovou efektivitu stroje (zařízení). Vypočítává procento času, kdy stroj pracuje na svém plném potenciálu, s ohledem na dostupnost, výkon a kvalitu.

**MTTR (Mean Time to Repair)**

Ukazatel využívaný k měření průměrné doby opravy, poruchy, případně poruchového stavu stroje či zařízení. MTTR zahrnuje čas od okamžiku, kdy je problém nahlášen nebo zjištěn, až po úplné obnovení provozuschopnosti systému nebo zařízení.

### **5.3.3 Analyze (Analyzuj)**

V této etapě bylo nutné analyzovat současný stav a určit oblasti, které budou muset projít změnou, tak aby mohl být MES implementován. Při určování těchto oblastí jsem vycházel z vědomostí získaných návštěvou závodu v Melisey.

#### **Oblast hardwarové architektury:**

##### **Test konektivity**

První krok, který bude muset být proveden. Pokud by strojový park neumožňoval připojení na wise moduly, nebyla by realizace tohoto projektu možná.

##### **Zasíťování provozu**

Zasíťování provozu tak, aby mohli být všechny stroje a zařízení připojeny pomocí ethernetové sítě, která bude svedena do switchů. Tyto switche budou propojeny pomocí optického vedení s interní serverovnou, kde bude instalován samotný Aqiweb.

##### **Wise moduly**

Výrobní stroje napříč celým provozem budou osazeny wise moduly. Jedná se o zařízení, které je zajišťuje sběr signálů ze strojů. Na základě těchto signálů potom rozhraní Aqiwebu bude schopno monitorovat stav strojů a zajišťovat sběr a vyhodnocení dat.

##### **Úprava pracovních stanic**

Jednotlivé pracovní stanice budou modifikovány, aby bylo možné využít zamýšlenou funkcionalitu Aqiwebu. Dotykové obrazovky a stolní počítač pro zobrazení uživatelského prostředí, interakci uživatelů se systémem a zobrazení dokumentace prostřednictvím modulu Aquidoc.

##### **Digitální měřidla**

Všechny nové upravené stanice, kde operátoři provádějí měření, budou osazeny novými digitálními měřidly. Propojení těchto měřidel s modulem Aqiqual bude realizováno pomocí multiplexorů a počítačů zajišťující výpočetní výkon.

#### **Oblast softwarové architektury:**

##### **Software Aqiweb**

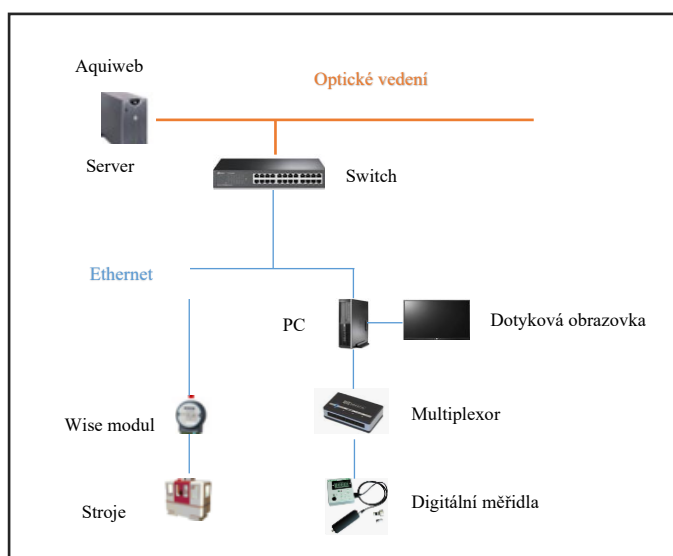
Stěžejní bod softwarového řešení u tohoto projektu, jenž zajišťuje sběr dat z připojených zařízení a jejich vyhodnocování. Jedná se o řešení, které je nabízeno jako sériový produkt,

který však umožňuje jistou variabilitu, a to ve formě modulů. Pro tento projekt byly zvoleny následující moduly, které plně pokryli současné požadavky.

- Aquitime* – Monitoring výroby-zahrnující layouts daného pracoviště a jejich vizualizaci
- Aquigual* – Monitoring kvality – automatické kontroly kvality
- Aquidoc* – Modul umožňující převod stávající dokumentace do digitální formy
- Aquitraca* – Trasabilita a genealogie výroby

Tento koncept je strukturován kolem centralizovaného systému správy databází, který zaručuje integritu dat a bezpečnost. Jeho datový model je otevřený, což umožňuje úpravu vlastních reportů a vytváření vlastních sestav.

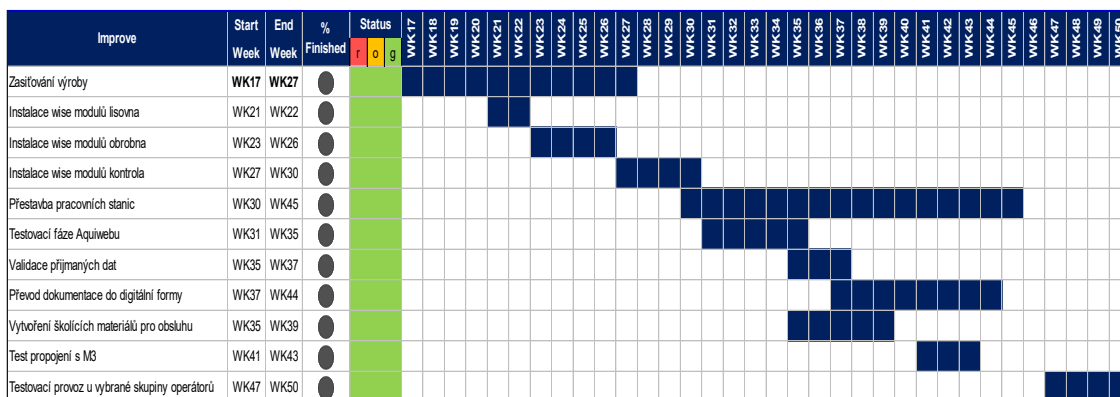
Celá architektura systému je schématicky znázorněna na následujícím obrázku.



Obrázek 14 Schéma architektury systému [Zdroj vlastní]

### 5.3.4 Improve (Zlepši)

V rámci této etapy proběhla samotná realizace změn. Pro lepší sledovatelnost postupu realizační fáze jsem využil Ganttův diagram, kde byly klíčové milníky této fáze vizuálně znázorněny. Milníky byly stanoveny v souvislosti s akčním plánem, který byl stanovený už v rámci prvního kroku Define.

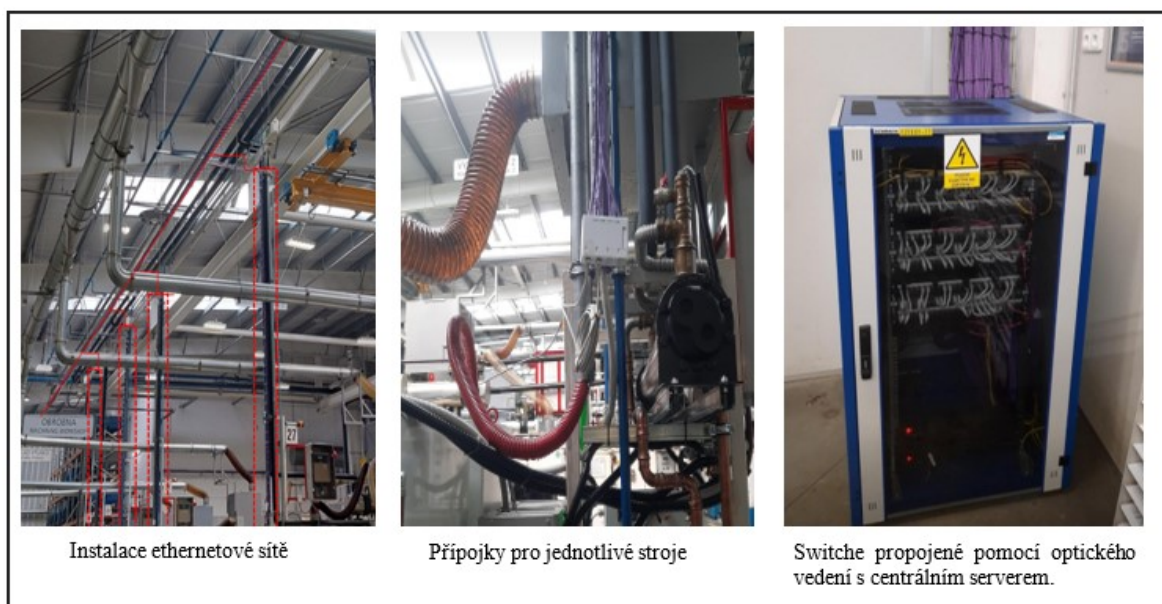


Obrázek 15 Ganttův diagram pro etapu Improve [Zdroj vlastní].

Zasíťování výrobních prostor, propojení s interní serverovnou a přestavba pracovních stanic byly zadány externím společností. Interními silami proběhla instalace wise modulů, jejich připojení k síťové infrastruktuře a kompletace pracovních stanic. Průběh realizace bude znázorněn pomocí s využitím obrázků.

#### Zasíťování výroby

Kompletní schéma síťové infrastruktury je k dispozici v příloze I a II.



Obrázek 16 Budování síťové infrastruktury[14]

### Osazení strojů a zařízení wise moduly

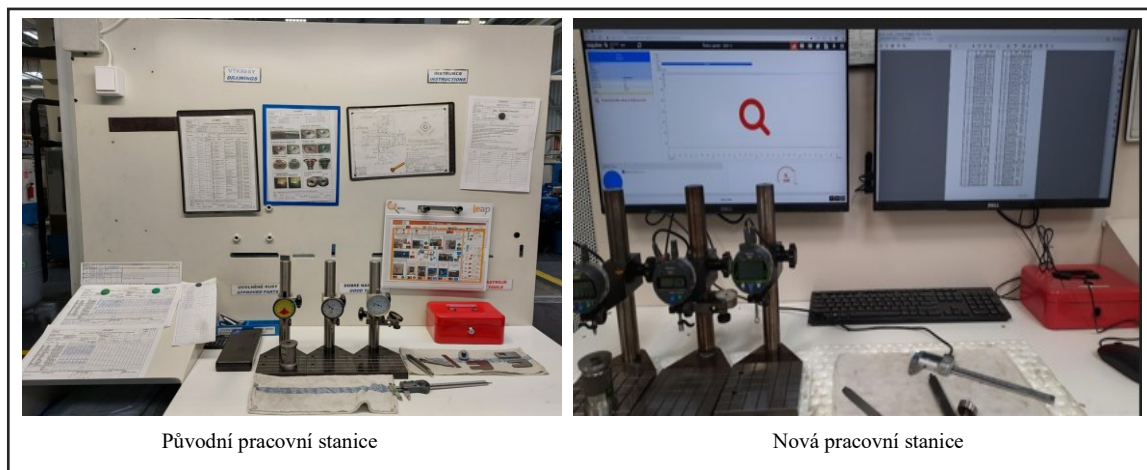
Tento krok byl proveden interními silami, po dokončení byly všechny stroje připojeny na nově vybudovanou síťovou infrastrukturu a mohla začít testovací fáze sběru dat a jejich vyhodnocení.



Obrázek 17 Ukázka připojeného wise modulu [14]

### Úprava pracovních stanic

V rámci tohoto kroku došlo k upravení layoutu současných pracovních stanic a jejich modifikaci tak, aby mohla být plně využita zamýšlená funkcionalita celého systému. Dotykové monitory pro interakci operátorů se systémem a zobrazení digitální dokumentace v modulu Aquidoc. Stolní počítače pro zajištění výpočetního výkonu, digitální měřidla, díky kterým je modul Aquiqal schopen zaznamenávat a vynucovat periodické měření kvality. Propojení digitálních měřidel bylo zajištěno pomocí multiplexorů, díky kterým byl modul Aquiqal schopen přijímat a vyhodnocovat data z prováděného měření.



Obrázek 18 Změna pracovních stanic[14]

## Převod dokumentace do digitální formy

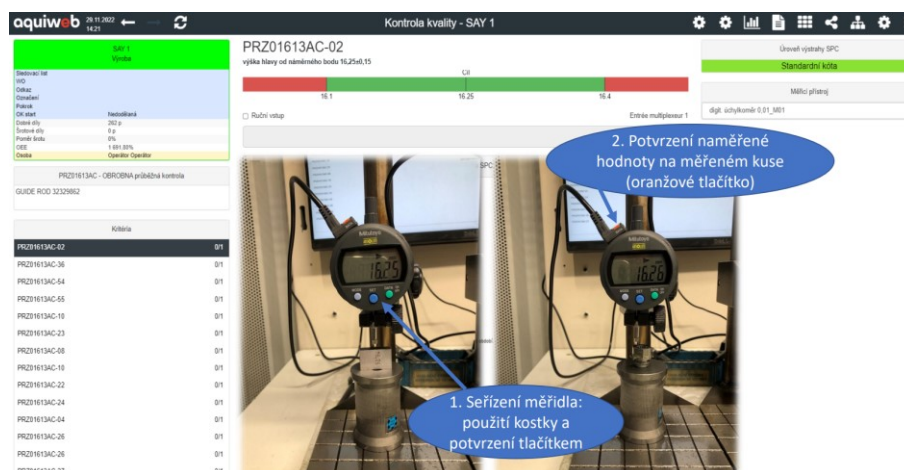
V tomto kroku byla provedena revize všech stávajících dokumentů, které jsou v papírové formě, jejich vyřídění a následně překlopení do digitální podoby prostřednictvím modulu Aquidoc.

## Zaškolení vybrané skupiny operátorů

V rámci otestování byla vybrána vytipovaná skupina operátorů, která byla zaškolená. Data ze strojů obsluhovaných touto vytipovanou skupinou byla monitorována za účelem ověření funkcionality celého systému před spuštěním v rámci celého provozu.

## Vytvoření školících materiálů

Na základě poznatků získaných od zkušební skupiny operátorů byly vypracovány školící materiály pro zbytek pracovníků, tak aby mohli plynule a bez problémů začít nový systém používat.



Obrázek 19 Ukázka ze školících materiálů[14]



### 5.3.5 Control (Říd)

Poslední etapa projektu, kdy proběhlo vyhodnocení a přínosy nového stavu. Vzhledem k tomu, že tento stav byl žádoucí, bylo nutné ho standardizovat.

#### Vyhodnocení pomocí vybraných ukazatelů

Tabulka 18 Vyhodnocení vybraných výkonostních ukazatelů [Zdroj vlastní]

Ukazatel	Stav před implementací	Plánovaný stav	Skutečný stav	Jednotka
Procento připojených strojů	0	100	100	%
Procento zaškolených pracovníků	0	100	100	%
SCRAP	1,75 / 2,45	1,65 / 2,30	1,69 / 2,39	%
OEE	71	73	73	%
MTTR	9	8	7	h

Vyhodnocení je provedeno ke dni 20.5.2023. MES byl spuštěn v rámci celé výroby od 1.2.2023, lze tedy předpokládat další pozitivní vývoj hlavně v oblasti produkovaných NOK kusů (SCRAPU). Již po 3 měsících provozu bylo možné pozorovat zlepšení v rámci všech oblastí, které byly při analýze slabých míst identifikovány a které měla implementace tohoto systému potlačit. Nejvýznamnější z nich je automatizovaný sběr dat, bez ovlivnitelnosti lidským faktorem.

#### Vyhodnocení budgetu projektu

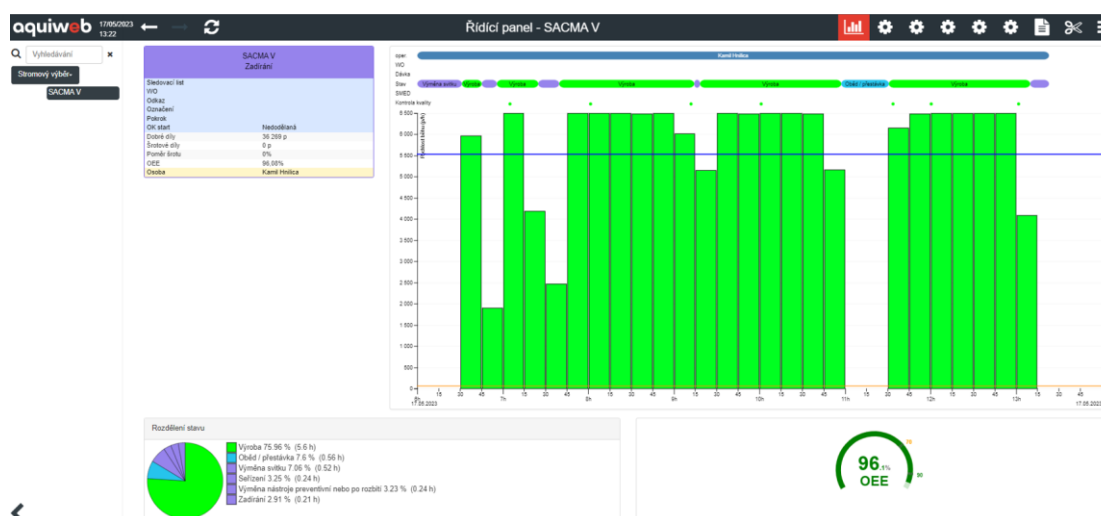
Rozpočet u tohoto projektu byl přesažen z důvodu selhání komunikace mezi realizačním týmem v Čejči a centrálou ve Francii. Původně tento rozpočet počítal s předpokladem, že switche, které byly v rámci infrastruktury instalovány, budou hrazeny z rozpočtu mateřské organizace. Pokud by byly switche mimo rozpočet, byla by finální částka 483 318€ a rozpočet by skončil v plusu oproti předpokladu.

Tabulka 19 Vyhodnocení rozpočtu [Zdroj vlastní]

Předpokládaný rozpočet	Skutečný rozpočet	Rozdíl
494645€	513818 €	-19173 €

## Standardizace

- Zaškolení všech osob, které systém používají.
- Zavedení pravidelných revizí prostřednictvím teamleaderů a vedoucích pracovníků ve výrobě
- Zařazení pravidelné revize stavu výroby díky nově instalovaného prostředí Aquiweb, v rámci pravidelných denních porad managementu a logistiky.
- Vytvoření oficiálních pracovních postupů při provádění kontrolního měření.



Obrázek 20 Ukázka nového sledování výroby v rozhraní Aquiweb [14]

## Doporučení pro další rozvoj

Díky nově vybudované infrastruktuře převést současný systém 5S do digitální formy. Aktuálně je systém pouze nepsaným pravidlem. Pomocí digitálního 5S lze snadně standardizovat jednotlivá pracoviště a systém by mohl vynucovat potvrzení a identifikaci operátora, že jeho pracoviště dané požadavky splňuje. Toto potvrzení v digitální formě by při případné namátkové kontrole sloužilo jako ověření, že operátor plní své povinnosti.

Další oblastí, která má velký potenciál a pravděpodobně bude v tomto roce i rozvíjena je nákup a začlenění do výrobního procesu dalšího modulu Aquiwebu, například Aquiapp díky které by sledování výroby bylo dostupné přes mobilní telefon v rámci mobilní aplikace.

## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla zaměřena na implementaci výrobního informačního systému, známého pod zkratkou MES. V teoretická části, jsem případnému čtenáři nastínil základy, které mi při plánování a řízení tohoto projektu pomohly, jako využití informačních systémů při řízení podniku, pochopení konceptu MES, řízení projektů a s tím související metodologie Lean Six Sigma, díky které jsem projekt implementace dovedl ke zdárnému konci. Cílem této metodologie, je dosáhnout vysoké úrovně efektivity, kvality a spokojenosti zákazníků prostřednictvím systematického zlepšování procesů a odstraněním příčin chyb a plýtvání.

V praktické části jsem už využíval konkrétní metody a nástroje, z výše zmíněné metodologie jako její hlavní nástroj DMAIC, který je jejím základním prostředkem pro řízení projektů. V první kapitole praktické části jsem představil společnost, pro kterou pracuji, Lisi Automotive Form a.s. Následovala analýza slabých míst našeho současného procesu, při které jsem využil svých zkušeností z výroby, v kombinaci se zkušenostmi vlastníků ostatních procesů. Na základě těchto získaných informací, byly sestaveny rizikové oblasti, které měla zdárná implementace MESU potlačit, nebo úplně eliminovat. Naprosto zásadní kořenovou příčinou současného nežádoucího stavu byla spolehlivost dat získávaných z výroby. Pokud jsou tyto data nespolehlivá, nelze přesně počítat kapacitu výroby, na základě, které lze přijímat další zakázky a tomu přizpůsobit plánování výroby. Poté co jsem konkretizoval současná slabá místa, využil jsem dalšího nástroje z metodologie Lean Six Sigmy – škály proveditelnosti. Díky tomuto nástroji a znalosti funkcionality konceptu MES jsem ověřil, že MES je schopen současný nežádoucí stav eliminovat. Poté mohla začít samotná realizace projektu, kdy jsem postupoval s využitím nástroje (metody) DMAIC.

V první etapě Define, dostal projekt svou podobu, byl vymezen v čase, prostoru a zdrojích a pro potvrzení jsem vypracoval zakládací listinu projektu (project charter). Následně byl zpracován akční plán za pomoci nástroje WBS, kdy se projekt rozpadl do menších, lépe sledovatelných částí a byla určena rizika, která by jeho průběh nebo výsledek mohla negativně ovlivnit.

Druhá etapa Measure vyžadovala stanovit výkonnostní ukazatele, díky kterým by šel současný stav změřit a po ukončení projektu vyhodnotit jeho přínosy. V tomto bodě jsem použil stávající ukazatele OEE, SCRAP a MTTR a přidal k nim dva nové: procento zaškolených lidí na ovládání nového systému a procento připojených strojů.

Třetí etapa Analýzy vyžadovala zmapování současného stavu, a určení oblastí, které budou muset projít změnou, aby systém MES mohl být implementován a korektně fungoval. Hlavním nedostatkem, byla neexistující infrastruktura, díky které by stroje a výrobní zařízení mohli být připojeni a modifikace současných pracovních stanic operátorů.

Čtvrtou etapou Improve byla samotná realizace, kdy jsem rozvržení a postup klíčových milníků mapoval za pomoci Ganttova diagramu. Vybudování síťové infrastruktury si vzhledem k rozsáhlosti výrobních prostor vyžádalo externí společnost.

V poslední etapě Control, byl projekt po implementaci vyhodnocen a jelikož byl nový stav vyhovující, tak i standardizován prostřednictvím školení a nových pracovních postupů pro všechny uživatele. Jediným problémem, který vyvstal, bylo nedodržení původního odhadovaného rozpočtu. I když dodržení rozpočtu bylo jedním z rizik, které jsem zpracovával už při první etapě Define, nedal se takový vývoj předpokládat. Na vině byla komunikace s centrálním vedením.

Vzhledem k tomu že se jednalo o skutečný projekt, měl jsem možnost osvojit si skutečné techniky a nástroje využívané při řízení projektů. Samotný projekt implementace výrobního informačního systému dopadl velmi dobře, i přes překročení plánovaného rozpočtu. Po zdárné implementaci se okamžitě začali projevovat jeho přínosy a původní tlak na výrobu se začal postupně snižovat. Po třech měsících plného provozu došlo k symbióze mezi přijímanými zakázkami a kapacitou výroby. Na základě pozorování lze konstatovat, že implementace MESU snížila možnost lidské chyby a eliminovala zkreslení dat. Pokud jsou data správná a relevantní je poté možné na ně adekvátně reagovat.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4307-3.
- [2] GÁLA, Libor, Jan POUR a Zuzana ŠEDIVÁ. *Podniková informatika: počítačové aplikace v podnikové a mezipodnikové praxi*. 3., aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2015. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-5457-4.
- [3] MOLNÁR, Zdeněk. *Podnikové informační systémy*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04380-6.
- [4] MOLNÁR, Zdeněk. *Manažerské informační systémy*. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 9788001045961.
- [5] DOLEŽAL, Jan a Jiří KRÁTKÝ. *Projektový management v praxi: naučte se řídit projekty!*. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-247-5693-6.
- [6] FIALA, Petr. *Projektové řízení: modely, metody, analýzy*. Praha: Professional Publishing, 2004. ISBN 808641924x.
- [7] DOLEŽAL, Jan. *Projektový management: komplexně, prakticky a podle světových standardů*. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5620-2.
- [8] SOMMERVILLE, Ian. *Softwarové inženýrství*. Brno: Computer Press, 2013. ISBN 978-80-251-3826-7.
- [9] DOLEŽAL, Jan, Jiří KRÁTKÝ a Ondřej CINGL. *5 kroků k úspěšnému projektu: 22 šablon klíčových dokumentů a 3 kompletní reálné projekty*. Praha: Grada, 2013. Management (Grada). ISBN 978-80-247-4631-9
- [10] IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, 2004. Business books (Computer Press). ISBN isbn8025104613.

- [11] PATERMANN, Jiří. *Lean dílenské řízení: je čas změnit vaši dílnu : začněme teď!*. Praha: Grada, 2022. ISBN 978-80-271-3534-9.
- [12] MILLER, Ivan. *Kapesní příručka Six Sigma*. 2. vyd. Praha: Interquality, 2011. ISBN 9788090277076.
- [13] SMETKOWSKA, Monika and MRUGALSKA, Beata, 2018. Using six sigma DMAIC to improve the quality of the proces: A case study. *Procedia, social and behavioral sciences*. Online. 2018. Vol. 238, p. 590-596. DOI 10.1016/j.sbspro.2018.04.039.
- [14] Interní materiály společnosti: Lisi Automotive Form a.s.
- [15] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [16] KLETTI, Jürgen. *Manufacturing execution systems - MES*. Berlin: Springer, 2007. ISBN 9783540497431.
- [17] FUCHS, Franz a Klaus THIEL, MEYER, Heiko, ed. *Manufacturing Execution Systems: Optimal Design, Planning, and Deployment*. Velká Británie: McGraw-Hill Education, 2009. ISBN 9780071626026.
- [18] *Analýza možností vzniku vad a jejich následků: příručka FMEA : FMEA návrhu produktu, FMEA procesu, doplňková FMEA monitorování a odezvy systému*. Přeložil Stanislav KŘEČEK. Praha: Česká společnost pro jakost, 2019. ISBN 978-80-02-02885-7.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MES	Manufacture Execution System, informační výrobní systém
IS	Informační systém
ERP	Enterprise Resource Planning, podnikový informační systém.
SCM	Supply Chain Managment, systém pro řízení a správu spotřebitelského a dodavatelského řetězce
CRM	Customer Relationship Managment, systém pro řízení vztahů se zákazníky
SCRUM	Agilní metoda využívající se při vývoji softwarových produktů
LEAN	Metodologie zaměřená na eliminaci plýtvání a zlepšení procesů
KANBAN	Metoda pro vizualizaci a zlepšení toku práce
MESA	Manufacturing Enterprise Solutions Association, organizace zabývající se konceptem MES
IEC	International Electrotechnical Commission, mezinárodní elektrotechnická komise
KAIZEN	Postupy při zlepšování procesů ve výrobě
5S	Metoda uspořádání pracoviště s cílem vyšší produktivity práce
SMART	Specific, measurable, achievable, relevant, time-bounded, pravidlo využívané při stanovení cílů projektu
ISA S95	Norma poskytující rámec pro integraci MESU v průmyslovém prostředí.
CTQ	Critical To Quality, parametr kritický z pohledu kvality
CTP	Critical To Process, parametr kritický z pohledu procesu
WBS	Work Breakdown Structure, struktura rozdělení práce při projektu
PDCA	Plan Do Check Act, metoda kontinuálního zlepšování
M3	Nově implementovaný ERP systém
SCRAP	Výkonnostní ukazatel vyprodukovaných vadných kusů
OEE	Výkonnostní ukazatel celkové efektivity výrobního zařízení

- MTTR Mean Time to Repair, výkonnostní ukazatel průměrného času potřebného k opravě stroje před uvedením do opětovného provozu
- DMAIC Define, Measure, Analyze, Improve, Control, stěžejní metoda pro řízení projektů v rámci metodologie Lean Six Sigma



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Grafické znázornění funkcionality ERP [2] .....	14
Obrázek 2 Znázornění vertikální a horizontální integrace [16] .....	15
Obrázek 3 Schéma funkční organizační struktury[6] .....	22
Obrázek 4 Schéma projektové organizační struktury[6] .....	22
Obrázek 5 Schéma maticové organizační struktury[6] .....	23
Obrázek 6 Grafický souhrn nástrojů a postupů u Lean Six Sigmy [14] .....	33
Obrázek 7 Ukázka tvářecího lisu [14] .....	37
Obrázek 8 Ukázka obráběcího více vřetenového automatu [14] .....	38
Obrázek 9 Ukázka kontrolního automatu [14] .....	39
Obrázek 10 Škála proveditelnosti [zdroj vlastní] .....	40
Obrázek 11 Paprskový graf znázorňující pokrytí slabých míst MESEM [Zdroj vlastní]....	44
Obrázek 12 Ukázka rozhraní Fabriq [14] .....	49
Obrázek 13 Ukázka části akčního plánu [Zdroj vlastní].....	49
Obrázek 14 Schéma architektury systému [Zdroj vlastní].....	53
Obrázek 15 Ganntův diagram pro etapu Improve [Zdroj vlastní]. .....	54
Obrázek 16 Budování síťové infrastruktury[14].....	54
Obrázek 17 Ukázka připojeného wise modulu [14] .....	55
Obrázek 18 Změna pracovních stanic[14] .....	55
Obrázek 19 Ukázka ze školicích materiálů[14] .....	56
Obrázek 20 Ukázka nového sledování výroby v rozhraní Aquweb [14].....	58

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Shrnutí výhod a nevýhod jednotlivých způsobů zavádění IS [1] .....	13
Tabulka 2 Rozdíl mezi Lean managementem a Six Sigmou [15] .....	32
Tabulka 3 Pokrytí slabých míst v oblasti plánování a kapacity [Zdroj vlastní] .....	41
Tabulka 4 Pokrytí slabých míst v oblasti sběru dat z výroby [Zdroj vlastní] .....	41
Tabulka 5 Pokrytí slabých míst v oblasti trasability [Zdroj vlastní] .....	42
Tabulka 6 Pokrytí slabých míst v oblasti výkonnostních ukazatelů [Zdroj vlastní] .....	42
Tabulka 7 Pokrytí slabých míst v oblasti výkonnosti a efektivity [Zdroj vlastní] .....	43
Tabulka 8 Pokrytí slabých míst v oblasti redukce papírů ve výrobě [Zdroj vlastní] .....	43
Tabulka 9 Pokrytí slabých míst v oblasti kvality [Zdroj vlastní] .....	43
Tabulka 10 Shrnutí jednotlivých pokrytí [Zdroj vlastní] .....	44
Tabulka 11 Cíle projektu [Zdroj vlastní] .....	45
Tabulka 12 Rozsah projektu [Zdroj vlastní] .....	46
Tabulka 13 Vedení projektu a zájmové osoby [Zdroj vlastní] .....	46
Tabulka 14 Složení projektového týmu [Zdroj Vlastní] .....	47
Tabulka 15 Rozhodovací matice analýzy rizik [14] .....	48
Tabulka 16 Top 5 rizik projektu [Zdroj vlastní] .....	48
Tabulka 17 Stanovené výkonnostní ukazatele [Zdroj vlastní] .....	50

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha P I: Zásíťování staré haly [14]

Příloha P II: Zásíťování nové haly [14]



# PŘÍLOHA P II: ZASÍŤOVÁNÍ NOVÁ HALA

