ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra technologií a měření

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zlepšování výrobních procesů v elektrotechnice

Bc. Antonín Ballák **2019**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: **2018/2019**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Antonín BALLÁK**
Osobní číslo:	**E17N0001P**
Studijní program:	**N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor:	**Komerční elektrotechnika**
Název tématu:	**Zlepšování výrobních procesů v elektrotechnice**
Zadávající katedra:	**Katedra technologií a měření**

Zásady pro vypracování:

1. Přehled současného stavu v oblasti zlepšování elektrotechnické výroby.
2. Popis vhodných metod a nástrojů.
3. Případovou studii, jejíž cílem je analýza vybraného výrobního procesu a návrh na jeho zlepšení.
4. Doporučení pro praxi.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah kvalifikační práce: **40 - 60 stran**

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

Seznam odborné literatury:

1. **Iniciativa Průmysl 4.0**
2. **https://managementmania.com/cs**
3. **Tomek G., Vávrová V.: Řízení výroby**
4. **Svozilová A.: Zlepšování podnikových procesů**
5. **elektronické informační zdroje (IEEE, Sciencedirect apod.)**

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jiří Tupa, Ph.D.**
Katedra technologií a měření

Datum zadání diplomové práce: **5. října 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. května 2019**

Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan

L.S.

Doc. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 5. října 2018

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na zlepšování výrobních procesů ve společnosti Engel strojírenská spol. s.r.o. zabývající se výrobou komponentů pro vstřikovací stroje. V teoretické části jsou popsány metody a nástroje využívané pro zefektivnění procesů. V praktické části případové studie je popsána společnost, ve které je proces analyzován a je zde navrhnuto zlepšení. Při analyzování bylo využito Mapování materiálového toku, vypočítána průběžná doba a graficky znázorněn tok materiálu ve Špagetovém diagramu. V návrhu je vypočítána úspora času při využití Komaxu II a dvoudutinkovače ZF Unic-LZ. Po výpočtu času ve středisku ručního krimpování byl zpracován layout pracoviště. V návrhu pracoviště je navrhnut pojezd pro předávku svazků drátů od Komax II do střediska krimpování. V závěru práce je zhodnocení navrhovaného řešení a doporučení pro praxi.

Klíčová slova

SMED, JIT, 5S, zlepšování, proces, štíhlá výroba, řízení, reengineering, Kaizen, Inshikawův diagram, Poka-Yoke, optimalizace, plýtvání, přidaná hodnota, průběžná doba, mapování materiálového toku, layout, špagetový diagram, inovace

Abstract

The master thesesis focused on process improvement in company Engel strojírenská spol. s.r.o. manufacturing components for injection holding machines. The theoretical part describes methods and tools used for processes improvement. The practical part case study describes the company in which the process is analyzed and an improvement is proposed. The material flow, the lead time, and the graphical representation of the material flow in the Spaghetti diagram were used for analysis. In the proposal, the time savings by using Komax II and the ZF Unic-LZ dual-timer are calculated. After calculating the time in the manual crimping center, the workplace layout was designed. There is the chute for the transport of wire bundles between Komax II and the crimping center in the proposal of the workplace. In conclusion, there is an evaluation of the proposed solution and recommendation for practice.

Key words

SMED, JIT, 5S, process, improvement, lean manufacturing, management, reengineering, Kaizen, Inshikawa diagram, Poka-Yoke, optimalization, waste, value added, value stream mapping, layout, spaghetti diagram, inovation

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 28.5.2019 Bc. Antonín Ballák

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Jiřímu Tupovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Také bych rád poděkoval společnosti Engel strojírenská spol. s.r.o. za vstřícné jednání a poskytnutí veškerého materiálu a informací, zejména Ing. Rastislavu Krčovi a Ing. Romanu Pichovi za cenné profesionální rady a připomínky.

Obsah

OBSAH ... **8**

ÚVOD ... **10**

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK ... **11**

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU ... **12**

1.1 PROCES A JEHO ATRIBUTY ... 13
1.2 PŘIDANÁ HODNOTA PROCESU ... 15
1.3 PRŮBĚŽNÁ DOBA VÝROBY ... 16
1.4 VÝROBA A JEJÍ ŘÍZENÍ ... 16
1.5 PROCESNÍ VYSPĚLOST ... 18
1.5.1 Organizační struktura organizace ... 18
1.5.2 Kultura organizace ... 19
1.5.3 Manažerský styl ... 19

2 POPIS VHODNÝCH METOD ... **20**

2.1 REENGINEERING PODNIKOVÝCH PROCESŮ – BPR ... 20
2.2 ŘÍZENÍ KVALITY ... 21
2.3 SIX SIGMA ... 23
2.3.1 DMAIC ... 24
2.4 LEAN PRODUCTION ... 25
2.4.1 Plýtvání ... 26
2.5 KAIZEN ... 27
2.6 TEORIE OMEZENÍ - TOC ... 28

3 POPIS VHODNÝCH NÁSTROJŮ ... **30**

3.1.1 Nástroje řízení kvality ... 30
3.1.2 JIT ... 30
3.1.3 Kanban ... 31
3.1.4 5S ... 31
3.1.5 Poka-Yoke ... 33
3.1.6 Mapování toku hodnot - VSM ... 34
3.1.7 Spaghetti diagram ... 34
3.1.8 Analýza a optimalizace pracoviště ... 35

4 PŘÍPADOVÁ STUDIE ... **36**

4.1 SPOLEČNOST ENGEL ... 36
4.2 ENGEL STROJÍRENSKÁ SPOL. S.R.O. KAPLICE ... 39
4.2.1 Metody využívané pro zlepšování ... 39
4.2.2 Výroba komponentů ... 40
4.3 KOMAX ... 43

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PRACOVIŠTĚ ... **46**

5.1 VÝPOČET PRŮBĚŽNÉ DOBY ... 50
5.2 SPAGHETTI DIAGRAM ... 51
5.3 VSM ... 52

6 NÁVRH ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU ... **56**

6.1 INOVACE KOMAX II ... 56
6.2 INOVACE DVOUDUTINKOVAČE ... 60
6.3 NÁVRH LAYOUTU ... 62
6.3.1 Pojezd pro svazky drátů ... 65

6.3.2 Layout pracoviště *67*
6.3.3 Předávací místa *69*
6.3.4 VSM *71*

7 DOPORUČENÍ PRO PRAXI **72**

8 ZÁVĚR **75**

SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ **77**

PŘÍLOHA **1**

Úvod

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na zlepšování výrobních procesů v elektrotechnice. V dnešní době při náročném trhu je nutné, aby každá společnost zvyšovala svoji konkurenceschopnost. Hlavní prioritou je splnění přání zákazníka. Snaží se vyrábět výrobky v co nejvyšší kvalitě, co nejrychleji a s nejnižšími náklady. Proto právě zlepšování výrobních procesů je cesta pro společnosti, jak na trhu konkurovat. Zlepšování procesů nelze realizovat, pokud není zanalyzován současný stav. Cílem diplomové práce je analyzování vybraného výrobního procesu společnosti Engel strojírenská spol. s.r.o. a navrhnutí jeho zlepšení.

Práce je rozdělena do 8 hlavních bodů, kdy první bod se zabývá současným stavem a popsáním základních pojmů v oblasti zlepšování procesů. Je zde obecně popsán proces, procesní řízení a výroba. Druhá a třetí část se zaměřuje na vhodné metody a nástroje, kterými lze zlepšení procesu dosáhnout. Ve čtvrté části začíná případová studie a je v této části je představena společnost, jejich výroba a představení současného a budoucího stroje Komax s náležitými moduly. V pátém bodu je analýza výrobního procesu zpracování drátů, kterým se budu zabývat. Z analyzování současného stavu a znázornění pomocí VSM a špagetový diagramu vyplývají nedostatky ve výrobním procesu. V šesté části jsou vypočteny časové úspory na středisku krimpování při implementaci Komaxu II a dvoudutinkovače ZF Unic-LZ. Po vypočtení úspory pomocí investovaných strojů je navržen layout pracoviště s využitím pojezdu pro svazky drátů. V sedmé části je doporučení pro praxi se zhodnocením navrhovaného řešení a přínosy analyzování daného procesu.

Seznam symbolů a zkratek

BPR..... Business Process Reengineering

CSA ..... Canadian Standards Association

DBR..... Drumm – Buffer – Rope

DMAIC..... Model postupného zlepšování

DPMO..... Defects per Milion Opportunities

EMS..... Elektromontage Schwertberg

EMV ..... Elektromontage Valentin

EPOS ..... Engel Process Optimalization System

IoT ..... Internet of Things

ISO..... International Organization for Standardization

JIT..... Just In Time

TOC ..... Theory of Constraints

TPM..... Total Productive Maintenance

TQM ..... Total Quality Management

TPS ..... Toyota Production System

UL..... Under writers Laboratories

VAR..... Value added ratio

VSM ..... Value Stream Mapping

5S..... Nástroj štíhlé výroby

1 Přehled současného stavu

Přelom ve zlepšování podnikových procesů přišel po 2. Světové válce, kdy se začaly podnikové procesy identifikovat, hodnotit a zlepšovat podnikové aktivity. Před tímto průlomem se o procesním pohledu v podniku moc nejednalo. Poprvé se tím zabýval v Japonsku pan Wiliam Deming, který začal aplikovat procesní řízení. [1]

V dnešní době, aby byla společnost konkurenceschopná, musí respektovat potřeby zákazníka a nároky tržního prostředí. Proto se provádí činnosti, které všechny zahrnuje pojem řízení procesu. Řízení procesu je definováno jako *„činnost, která využívá znalostí, schopností, metod, nástrojů a systému k tomu, aby identifikovala, popisovala, měřila, řídila, hodnotila a zlepšovala procesy se záměrem efektivního pokrytí potřeb zákazníka procesu“* [1].

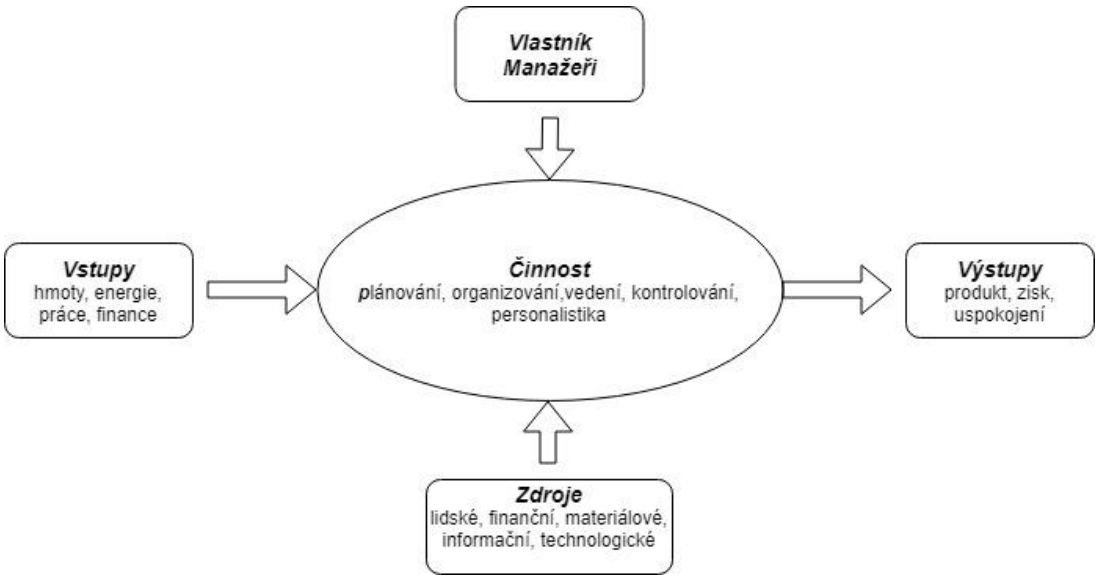
Zlepšováním podnikových procesů se zabývá ve své stejnojmenné knize Ing. Alena Svozilová, MBA v publikaci z nakladatelství Grada Publishing, a.s., ze které jsem se inspiroval. Optimalizací a zlepšováním procesů se zabývá mnoho dalších autorů ve svých knihách, kde se zabývají určitými metodami či širším pohledem na zlepšování procesů. Na téma zlepšování je napsáno mnoho odborných článků v prestižních časopisech a také mnoho knih od českých či světových autorů. Základem zlepšování procesů je Toyota Production System vyvinutý společností Toyota po 2. Světové válce. Dr. Jeffrey Liker ve své knize The Toyota Way vysvětluje, jak lze principy TPS použít v jakémkoli oboru. Ve své knize popisuje 14 zásad řízení podniku. Nejedná se jen o zlepšování procesů za použití známých metod, ale také o nastavení systému tahu, vybudování kultury podniku a další.

Dnešním trendem je efektivnější výrobní technologie a automatizovaná výroba v podnicích zvaná Industry 4.0 v českém překladu průmysl 4.0. Je to průmyslová revoluce založená na rozvoji digitalizace, robotizace a automatizace s využití IoT sítě. Internet věcí společně s umělou inteligencí a samostatnosti strojů představuje čtvrtou průmyslovou revoluci. Zapříčiní to propojení celého procesu od vývoje až k distribuci. Autonomní roboti se pomocí senzorů, čidel a podobně budou moci samy seřizovat. [2]

K vytvoření přehledu o současném stavu o procesech a dále jejich zlepšování v podniku, je třeba si tento stav zmapovat. Je důležité znát proces a z jakých činností se skládá. Díky tomu je možné odstranit nadbytečné činnosti. [3] V čem přesně proces spočívá je zpravidla složité s určitostí rozpoznat. Proto je nejprve proces podroben důkladnému zkoumání. [1] Při precizním zkoumání a zmapování je získán procesní model současného stavu, ze kterého známe vstupy a výstupy z procesů a činností, také jaký pracovník danou činnost vykonává a jaká je návaznost mezi činnostmi.

Při nabytí poznatků zjištěné v analýze současného stavu a při ujasnění budoucích cílů a metod, kterých budeme využívat, vytvoříme procesní model budoucího stavu. Je důležité, aby lokální zlepšení v procesu současně zlepšilo celý proces. [3] Tato činnost se nazývá zlepšování podnikových procesů, kdy po zkoumání chování tyto procesy zefektivňujeme. Činnosti při zlepšování procesů jsou zaměřeny na postupné zvyšování kvality, produktivity nebo odstranění nadbytečných činností, které nepřinesou přidanou hodnotu. S tím souvisí také eliminace nadbytečných nákladů. [1] Pro zlepšování výrobních procesů je nutné definovat základní pojmy.

1.1 Proces a jeho atributy



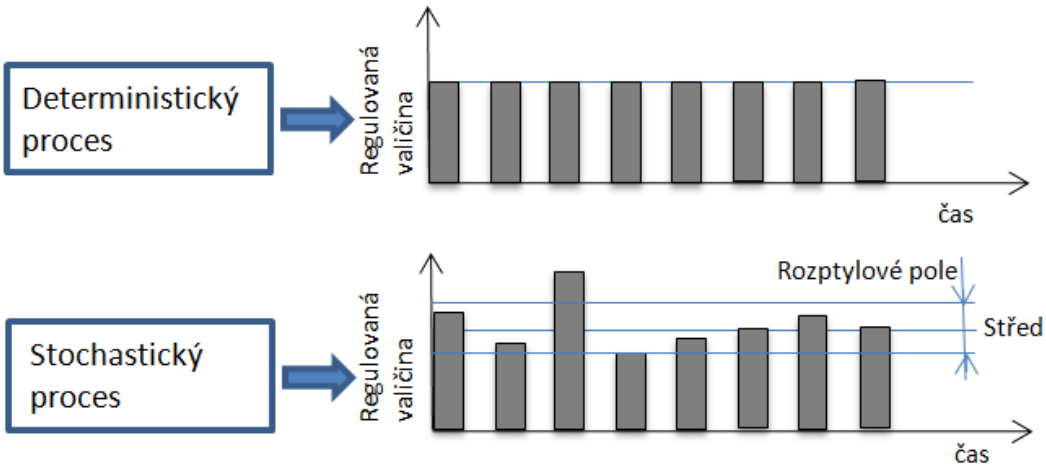
Obrázek 1 Podnikový proces [4]

Proces je definován podle normy ISO 9001 jako „*soubor vzájemně působících činností, který přeměňuje vstupy na výstupy*“. Výsledkem činnosti podniku je přidaná hodnota procesu. Při popisování procesu se shromažďují a zaznamenávají informace o vztazích a sledech činností. Dále se také popisují výkonné procesní role, podpůrné systémy, nástroje a časové, výkonnostní a kvalitativní parametry, které má proces plnit. K popisování procesů používáme řadu nástrojů k tomu určených. Jedná se zejména o vývojové diagramy, analytické a statické nástroje a mnoho dalších. [1]–[3]

Procesy můžeme rozdělit podle druhů a typů, proto je důležité znát kontext, aby nedošlo k nedorozumění. Jako hlavní druhy procesů jsou obchodní proces, produkční, systémový, výrobní a technologický proces. [2]

Zákazník požaduje stabilitu parametrů výrobků. Proto výrobce musí být schopen řídit procesy tak, aby své výrobky vyráběl stabilně s požadovanou úrovní jakosti. Idealizovaný proces, u kterého při opakování činností vznikne vždy stejný výsledek a nepůsobí na něj žádné vlivy, se nazývá deterministický proces. V reálném případě působí na proces řada faktorů, které zapříčiní různě velké rozptýlení výsledků. Tento proces se nazývá stochastický.

- **Stochastické** – průběh není známý a výsledek můžeme vysvětlit pravděpodobností
- **Deterministické** - průběh je přesně stanoven [5]



Obrázek 2 Deterministický a stochastický proces [5]

Také lze proces v organizaci rozdělit podle tvorby hodnoty nebo užitku pro zákazníka. Zákazník může představovat zákazníka firmy, zaměstnance, manažera nebo stakeholdera. Proces podle přidané hodnoty dělíme na hlavní procesy, které vytváří hodnotu, podpůrné procesy, jejímž cílem je zajištění fungování hlavních procesů a řídící procesy, které koordinují, řídí, organizují a plánují. [2]

Činnost lze definovat jako aktivitu s určitým trváním, která mění vstupy na výstupy a spotřebovává zdroje. Činnost procesu se skládá z plánování, organizování, vedení, kontrolování a personalistiky. [1], [2]

Zdroje procesu zahrnují lidské, finanční, informační, materiálové a technologické zdroje. V celé organizaci se zdroje řídí a plánují pomocí uceleného systému řízení zdrojů ERP. Lidský zdroj je základní požadavek k dosažení podnikatelských cílů, a proto se podnik zaměřuje na zaměstnání odpovědných zaměstnanců.

Výstupem procesu je produkt, který je buďto hmotný nebo nehmotný a je vytvořen za účelem, pokrytí potřeby a přání zákazníka. [2]

1.2 Přidaná hodnota procesu

Přidanou hodnotu lze definovat jako soubor činností, které vedou ke změně výsledného produktu. Nejprve je třeba zanalyzovat současný stav činností prováděných na pracovišti. Po posouzení jednotlivých činností podle toho, jak přispívají k výsledné hodnotě, rozlišujeme činnosti do 3 kategorií:

- **Přidaná hodnota** - Činnosti, které přímo přispívají a zákazník je ochotný za ně zaplatit. Tyto činnosti je nutné optimalizovat. Příkladem je montáž, předmontáž, broušení.
- **Nepřidaná hodnota** - Činnosti, které nepřímo přispívají, ale z důvodu technologického hlediska jsou potřebné. Pro zákazníka nemají význam a není ochoten za ně zaplatit. Tyto činnosti je nutné minimalizovat a redukovat. Příkladem je kontrolní činnost, dokumentace a úklid.
- **Plýtvání** - Činnosti, které nepřispívají a zákazník není ochoten za ně zaplatit. Tyto činnosti nemají žádný vliv na technologický postup a je nutné je eliminovat. Příkladem plýtvání je čekání, chyby či zbytečný pohyb. [1], [6]

1.3 Průběžná doba výroby

Průběžná doba výroby je definovaná jako délka trvání všech procesů ve výrobě od zahájení prvního úkonu až po expedici hotového produktu. Získané informace o průběžné době slouží k plánování, řízení výroby a k analýze pracoviště s opatřením na zkrácení průběžné doby. Průběžná doba není pouze pro celý proces, ale také pro jednotlivé výrobní fáze, kdy průběžná doba slouží k nalezení možností pro zkrácení této doby. Průběžná doba neboli Lead Time je vždy definovaná v jednotkách času a je ukazatelem flexibility. Lze jí využít k výpočtu ukazatele činností přidávajících hodnotu pro zákazníka neboli VAR s procentuálním vyjádřením. VAR udává poměr přidané hodnoty a je ukazatelem míry plýtvání. [7]

$$VAR = \frac{Dobatrvání\ přidávajících\ hodnotu}{Celková\ doba\ trvání} \cdot 100\ [\%] \tag{1}$$

1.4 Výroba a její řízení

Výroba je jakákoli činnost, která vytváří přidanou hodnotu. Z ekonomického hlediska je nutné, aby výroba byla co nejefektivnější. Toho lze docílit vyloučením plýtvání a využitím zdrojů s co nejnižší spotřebou. Výkonnost lze vypočítat ze vztahu $V = \frac{O}{I}$, kde V je ukazatel výnosnosti výrobních faktorů, O jsou vyrobené statky a I jsou spotřebované výrobní faktory. Jako výrobní faktory jsou označovány vstupy do výroby, co jsou půda, kapitál a práce. Čím je ukazatel výnosnosti výrobních faktorů vyšší, tím je výroba efektivnější. Výroba neexistuje pouze ve výrobních organizacích, ale také v organizacích poskytující služby. Tudíž se může jednat jak o výrobu šroubů, tak také u církve o sňatky či pohřby. Uspořádání a řízení výroby závisí na charakteru výrobku, trhu, objemu a poptávce. Podle množství výrobků rozdělujeme výrobu na kusovou, sériovou a hromadnou. Je to základní dělení, podle kterého se určuje, zda je vhodné použít speciální stroje, vytvoření zautomatizované linky s nízkým počtem pracovníků, či využití specializovaných pracovníků. [8], [9]

Řízení výroby je činnost, která spojuje výrobní zdroje s produkty a službami za účelem vyrobení v požadované kvalitě s minimálními náklady a v co nejkratším čase. [9]

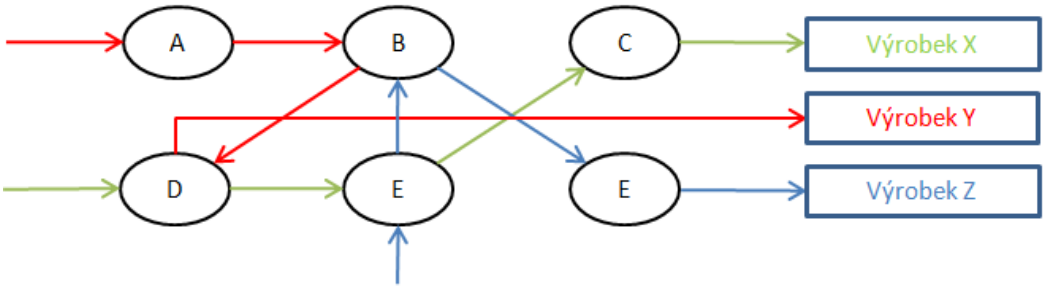
Cíle výrobního procesu:

- Vyrobit požadované množství výrobků
- V požadovaném termínu
- V požadované kvalitě
- S maximální efektivností / s minimálními náklady [10]

Řízení výroby zahrnuje také organizační a prostorové uspořádání výrobního procesu. Uspořádání výroby je dáno materiálovými toky a uspořádáním pracoviště.

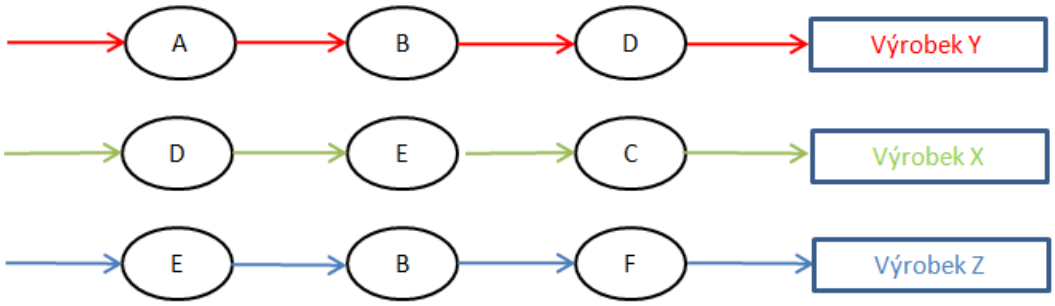
Uspořádání pracoviště je možné rozdělit do 4 skupin:

- **S pevnou pozicí výrobku** - Pracovníci a zařízení jsou podle potřeby přesouvány do místa výroby, kdy rozpracovaný výrobek se nikam nepohybuje.
- **Technologické uspořádání pracovišť** - Vytvořené skupiny pracovišť nejsou seřazeny podle postupy vypracování výrobků. Výrobky se podle potřeby přesouvají po pracovištích.



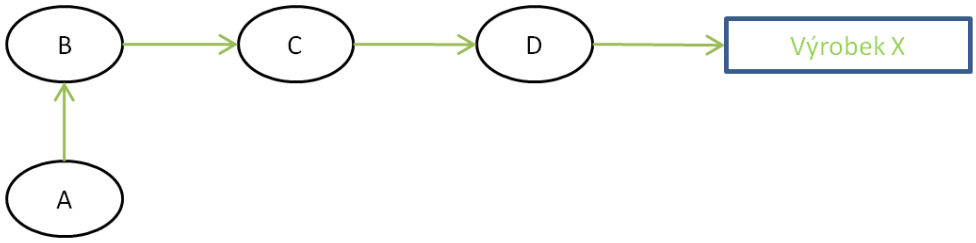
Obrázek 3 Technologické uspořádání pracovišť [11]

- **Buňkové uspořádání pracovišť**- Pracoviště jsou rozdělena do skupin, kdy určitá část je zhotovena na jednom místě. Nejčastěji používané uspořádání je do tvaru písmene U nebo L.



Obrázek 4 Buňkové uspořádání pracovišť [11]

- **Předmětné uspořádání**- pracoviště jsou uspořádaná s technologickým postupem, aby mezioperační přesuny výrobků byly minimální a plynulá. Nejčastěji využívány u výrobní linky. [8]



Obrázek 5 Předmětné uspořádání pracoviště [11]

1.5 Procesní vyspělost

Model vyspělosti je rámem nástrojů a postupů, které umožňují komplexní změnu pro dosažení stanovení cílů. Pro zlepšení pružnosti a zvýšení produktivity v podnicích se zavádí procesní řízení, které zlepšuje spolupráci zaměstnanců napříč celou společností. Název procesní vyspělost neobsahuje pouze nástroje a metody procesního řízení, ale také zralost a vyspělost manažerů, kteří podnik řídí. Model procesní vyspělosti byl vyvinut jako reakce na potřebu měřit pokrok, ke kterému v organizaci při neustálém zlepšování došlo. Jedná se tedy o kvantitativní hodnocení kvalitativních rysů. Ovlivňující proměnné pro dosažení většího přínosu jsou organizační struktury organizace, kultura organizace a manažerský styl. [3], [12]

1.5.1 Organizační struktura organizace

Jedná se o hierarchické uspořádání podniku, kde jsou definovaná práva, povinnosti a odpovědnosti. Nejčastěji se jedná v organizacích o funkční přístup k řízení. Při funkčním řízení se jakékoli zlepšení na nízké úrovni neprojeví do zlepšení organizace jako celku. Neexistuje totiž vazba, která by zabezpečila koordinaci výkonu jednotlivých organizačních jednotek napříč podnikem. Procesní řízení se staví k organizačním jednotkám jinak. Nejprve navrhne činnosti, které musí být uspořádány tak, aby na sebe plynule navazovaly, a poté činnosti přidělí pracovníkům odpovídající organizačním jednotkám. Rozhraní mezi jednotlivými organizačními jednotkami vzniká přirozeně a plynule. [3]

1.5.2 Kultura organizace

Kultura organizace je soubor hodnot, norem a zvyků, které se projevují v obecném chování podniku a jednání všech zaměstnanců. Ovlivňuje podnikovou strategii a měla by podporovat dosažení podnikových cílů. Kultura se projevuje v myšlení, cítění, přesvědčení a chování každého účastníka organizace. Organizační kulturu lze rozdělit na slabou a silnou. Kdy silná organizační kultura sdílí chování, hodnoty a přesvědčení ve vysoké míře a slabá naopak. [3], [13]

Kulturu podniku lze definovat v pár bodech

- Jak firma a její pracovníci působí navenek.
- Jaké jsou vztahy mezi zaměstnanci.
- Jaké panuje ve firmě klima.
- Co se považuje za klady a co za zápory.
- Jaké hodnoty sdílí většina pracovníků. [14]

1.5.3 Manažerský styl

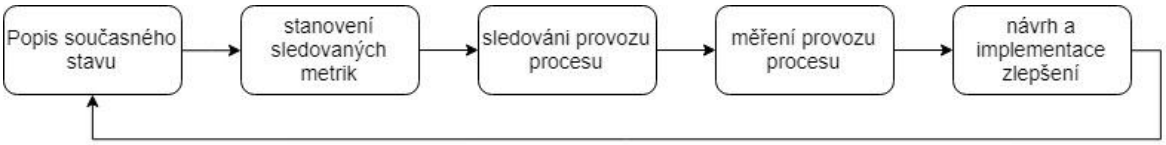
Jedná se o způsob, jakým manažer zadává úkoly svým podřízeným a jak výsledky úkolů hodnotí. Manažerský styl můžeme rozdělit do 4 kategorií podle toho, na co manažer klade důraz při řízení podřízených.

- **Formální styl řízení** – Největší důraz klade na dodržení firemních pravidel a opomíjí zájem o výsledek a zájem o lidi.
- **Direktivní styl řízení** – Především preferuje dosažení výsledků bez ohledu na názory podřízených. Je ochuzen o názory zaměstnanců, kteří práci rozumí lépe než on. Tento styl může být výhodný při rychlém rozhodování, či při řešení banálních problémů.
- **Týmový styl řízení** – Dbá na výsledky ale i na podřízené. Hodnotí úkoly a podřízení jsou obeznámeni s účelem a smyslem své práce.
- **Řízení venkovského klubu** – Manažeři se snaží předejít konfliktům, snaží se být oblíbeni. Preferuje se především zachování dobrých mezilidských vztahů na úkor splnění úkolů. [3]

2 Popis vhodných metod

Zlepšování procesů v podniku je dnes jedinou možností, jak být dlouhodobě konkurenceschopní na trhu. Firmy jsou nuceny svými zákazníky vyrábět stále lepší produkty a poskytovat lepší služby. Čeho lze docílit průběžným zlepšování procesů. Protože pokud by podnik nedodal svému zákazníkovi to, co žádá, může se obrátit na konkurenční firmu. Podniky znají své konkurenty a mají zájem své procesy zlepšovat. Snaží se vyrábět výrobky v co nejvyšší kvalitě, co nejrychleji a s nejnižšími náklady. Změny v procesu je možné provádět průběžně nebo radikálně.

Při průběžném zlepšování procesu je nejprve třeba popsat současný stav procesu. Poté se určí základní ukazatelé k měření, které vyplývají z požadavků zákazníka. Soustavným sledováním provozu lze zjistit, jaké jsou příležitosti pro zlepšení. Při aplikování zlepšení je nutné správné zařazení do celého procesu a implementování do provozu. Vše je důležité přehledně a důkladně zdokumentovat. Vytvořená dokumentace bude novým popisem současného stavu, který se bude dále zlepšovat v nekonečném cyklu. [15]



Obrázek 6 Průběžné zlepšování procesů [15]

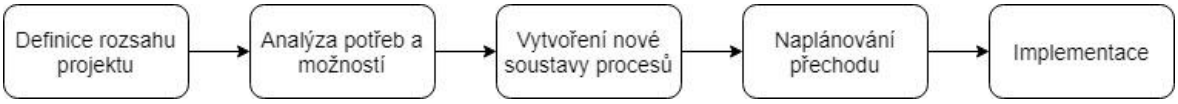
Neexistuje pouze průběžné zlepšování procesů. Průběžné zlepšování nebylo dostačující a vyžádalo si to radikální změny, které přinesly nové. Skoková změna je nazývána inovací. Tato inovace vede s sebou velká rizika a je potřeba mnoho času oproti průběžnému zlepšování. [15]

2.1 Reengineering podnikových procesů – BPR

Reengineering představili světu v devadesátých letech Mike Hammer a James Champy a přinesli nový manažerský přístup. Předpokladem BPR je, že stávající proces je nevyhovující a je třeba ho od začátku změnit. Výhodou je odpoutání od současného stavu procesu a manažeři věřili, že pokud procesy nově navrhnou, tak je výrazně zlepší. Ve své

knize M. Hammer a J. Champy roku 1993 definovali reengineering*„ Radikální rekonstrukce (redesign) podnikových procesů tak, aby mohlo být dosaženo dramatického zdokonalení v kritických parametrech výkonnosti, jako jsou kvalita, služby a rychlost [9].“* BPR svou změnu staví na zákaznících, konkurenci a na změně. [1], [15]

Reengineering začíná definováním cílů a rozsahu celého projektu. Pokračuje analyzováním potřeb zákazníků a zaměstnanců. Analyzuje konkurenci a technologické možnosti. Po pečlivé analýze se vytvoří vize budoucího procesu a promyslí vzájemná souvislost. Je nutné vytvořit plán akcí, které je třeba provést k zavedení nového procesu. Po vytvoření nového procesu už zbývá proces uskutečnit. [15]



Obrázek 7 Model zásadního Reengineeringu [15]

Pro zlepšování procesu se nevyužívá pouze skokového zlepšování pomocí reengineeringu, ale také postupné zlepšování metodou kaizen. Zlepšování procesů pomocí malých krůčků s využitím spolupráce zaměstnanců. Pro neustálé zlepšování je vhodné využívat kombinaci postupného a skokového zlepšování. [16]

Přelom této metody přišel roku 2000, kdy začaly vznikat drahé podnikové informační systémy, které přinesly téměř pokrytí všech podnikových funkcí. [1]

2.2 Řízení kvality

TQM a ISO jsou nejužívanější koncepce pro řízení kvality. Rozdílem je, že TQM není založen na normách oproti koncepci ISO a je mnohem širším přístupem k řízení kvality. Normy ISO neboli mezinárodní organizace pro standardizaci také stanovují požadavky pro systém řízení kvality v podniku. Mezi základní normy patří ČSN EN ISO 9000: 2001, EN ISO 9001: 2001, EN ISO 9004: 2001. [16]

Total quality management neboli celkové řízení kvality je založeno na neustálém zlepšování procesů v organizaci za neustálého zlepšování kvality s cílem uspokojení zákazníka. Principem TQM je dělat správné věci a dělat věci správně. Komplexní řízení kvality definuje mezinárodní organizace pro normalizaci ISO takto: *„TQM je manažerský*

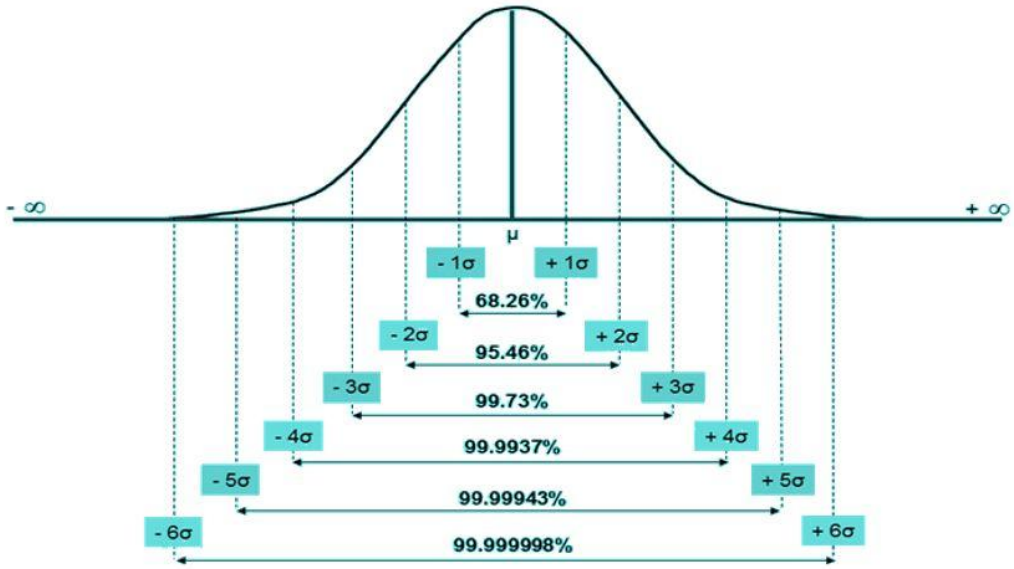
přístup určený pro organizaci, soustředěný na kvalitu, založený na zapojení všech jejích členů a zaměřený na dlouhodobý úspěch dosahovaný prostřednictvím uspokojení zákazníka a prospěšnosti pro všechny členy organizace i pro společnost [2]*"*. Koncepce TQM je založena na mnoha zakladatelích, kteří se řízením kvality zabývali. Jedná se především o W. E. Deminga, K. Ishikawu, J. M. Jurana, P. B. Crosbyho, A. Feigenbauma a mnoho dalších, kteří na práce těchto zakladatelů navazovali. TQM byla zformulovaná v druhé polovině 20. století v Japonsku a dále je rozvíjena v USA a Evropě. Do činnosti spojené s kvalitou výrobků či služeb jsou zapojeni pracovníci z celé společnosti. Nejedná se pouze o útvary společnosti spojené s výrobou, ale o úvary od marketingu až po servis.[16] Z toho vychází název, kdy total představuje zapojení všech pracovníků organizace. Quality pojímá principy kvality. Management nakonec říká, že se metoda prolíná celou organizací a všemi manažerskými funkcemi. [2] TQM prosazuje procesní řízení se zaměřením na:

- Zapojení všech zaměstnanců
- Orientaci na zákazníka
- Kvalitu výrobků a služeb
- Efektivnost využití zdrojů
- Eliminaci nákladů
- Neustálé zlepšování [2], [16]

Obrázek 8 Zásady komplexního řízení kvality TQM [16]

2.3 Six Sigma

Metoda Six Sigma byla aplikovaná v polovině osmdesátých let ve společnosti Motorola. Za účelem vyrábět výrobky s vyšší kvalitou, neboli s nižším počtem chyb a s nižšími náklady za stejných podmínek. Pro stanovení informací o výchozím stavu procesu se využívají grafických a analytických metod a matematických, analytických a statických analýz. Základním přístupem k myšlení je statika, tím je dán také název Sigma. Sigma představuje řecké písmeno σ, které používají statistici, aby změřili variabilitu v procesu. Výkon společnosti se měří podle úrovně Sigma jejich obchodních procesů. Jako norma je společnostem obvykle akceptováno 3. nebo 4. úrovně výkonu sigma. Six v názvu znamená, že horní a dolní mez tolerancí je vzdálená 3 σ od střední hodnoty μ. Plocha mimo tyto meze znázorňuje nevyhovující produkty. Six Sigma je standardem ve výši 3,4 DPMO, což představuje 3,4 problémů na milion příležitostí. [1], [17], [18]



Obrázek 9 Gaussova křivka znázorňující Sigma (převzato z [17]*)*

Six Sigma je metoda řízení pro postupné a neustálé zlepšování podniku. Je důsledná, měřitelná a vysoce efektivní implementace ověřených zásad a technik kvality. Metoda je založená na porozumění potřeb zákazníků. Zákazníci představují kritickou hodnotou na analyzování procesů a standardizování metod měření. Kritická hodnota reprezentuje kvalifikovanou úroveň vlastností produktů nebo služeb a říká nám, co zlepšovat. V Six Sigma se stala kvalita základním pojmem, který představoval nejen zvýšení hodnoty pro

zákazníky, ale také má vliv na celkovou efektivitu procesů. V Six Sigma kvalita nabývá dvou hodnot.

- **Potenciální kvalita** – ukazuje, čeho lze v oblasti kvality dosáhnout
- **Skutečná kvalita** – ukazuje, čeho proces skutečně dosáhnul

Rozdíl mezi potenciální a skutečnou kvalitou představuje plýtvání. Six Sigma se toto plýtvání snaží odstranit a pomáhá společnostem vyrábět produkty rychleji a levněji. Základním pilířem metody Six Sigma je cyklus zlepšování DMAIC. Ten se zaměřuje na vyhledávání slabých míst a jejich odstranění. [1], [17], [18]

2.3.1 DMAIC

Cyklus DMAIC je nástroj používaný při zlepšování pomocí metod Six Sigma a Lean Six Sigma. Zkratka DMAIC je složená z pěti slov, které rozdělují projekt na fáze a na dílčí cíle. Prvotní písmena představují fáze v doporučeném postupu definování, měření, analyzování, zlepšování a řízení.

Obrázek 10 DMAIC cyklus [1]

- **Definování** – Je to první fáze DMAIC cyklu a zaměřuje se na porozumění problému, nalezení a pojmenování cílů a vymezení rozsahu projektu. V rozsahu se definuje začátek a konec procesu a také vstupy a výstupy. V tomto kroku také dochází k definování rolí a odpovědností. Vše je soustředěné na pokrytí potřeb zákazníka. Cílem fáze je zodpovězení na otázky: Kdo, Co, Jak, Proč, S kým a kdy bude proces zlepšován.
- **Měření** – Tato fáze se využívá k získávání údajů a jejich hodnocení, navrhování plánu měření a nástrojů k měření potřebným. Výstupem z fáze měření jsou přesně definovaná měřítka výkonnosti procesu.
- **Analýza** – Úkolem je zjištěné informace z měření podrobně analyzovat a vyhodnotit. Analyzují se zejména příčiny problémů, nedostatků a nespokojeností. Cílem je zjištění kritických parametrů, které způsobují rozdíl mezi současnou výkonností procesu a cílovou výkonností. Mezi nejznámější metody pro analyzování může být 5x proč, Paretův diagram nebo také Ishikawův diagram.
- **Zlepšování** – Cílem fáze zlepšování je odstranění skutečné příčiny problému. Dochází zde k navrhování nových postupů a technologií, k vytvoření, vyzkoušení a k implementaci nového řešení, které dokáže odstranit příčiny vzniku problémů.
- **Řízení** – Po úspěšném implementování změn pro zlepšení dochází na poslední fázi, která se nazývá řízení nebo také kontrolování. Veškeré vytvořené změny je potřeba zavést, standardizovat a stabilizovat. Po implementaci se provádí kontroly, které sledují, jestli jsou změny správně uplatňovány. Provádí se určité období od zavedení a sleduje se dosažení plánovaných výsledků. Cílem je zajištění udržitelnosti nového stavu. [1], [19]

2.4 Lean production

Průkopníkem této metody byl Henry Ford kolem roku 1910, kdy chtěl vyrobit co nejvíce automobilů v nejkratším čase a společnost Toyota, která vyvinula metodiku TPS. Lean production neboli štíhlá výroba či lean manufacturing zlepšuje proces v postupních krocích a používá k tomu řadu metod a nástrojů. Zaměřuje se na identifikaci a eliminaci činností, které nepřináší přidanou hodnotu výrobkům nebo službám. Lean production má cíl zvyšování přidané hodnoty pro zákazníka a snižování plýtvání zdrojů. Ať už se jedná o lidské zdroje, materiál, čas či skladové prostory. Uvažování ve stylu lean je v principu přímočaré a jednoduché. Aby byla Lean metoda účinná, musí se stát firemní kulturou.

V první řadě, než začneme se zlepšováním, je nutné procesy standardizovat, zdokumentovat a ověřit, že fungují v souladu s technologickým popisem. [1], [2], [20]

2.4.1 Plýtvání

Plýtváním se označuje jakékoli ztráty, které zapříčiní snížení efektivnosti nebo hospodárnosti organizace.

Obrázek 11 Druhy plýtvání [21]

1. ***Čekání*** – S čekáním se setkáváme v každém procesu. Čekací doby jsou způsobeny zpožděním zpracováním, prostojem u stroje, časem na schválení či čekáním na materiál. Dělníci tedy určitý čas nemohou pracovat a ztracený čas je plýtvání.
2. ***Nadvýroba*** – Výrobky jsou vyrobeny bez požadavku zákazníka a nadbytečné výrobky se mohou prodat s nižší cenou nebo vůbec nevyužít. Vede to k dalšímu problému, a to je zbytečné zásobování. Jedná se o jakékoli výkony a práce, které nejsou nikým požadovány.
3. ***Přepracování*** – Vada je jakákoli chyba, která činí výrobek nebo službu méně cennou pro zákazníka. Jedná se o vady výrobků, nebo také chybně zpracované dokumenty nebo návody. Obvykle jsou to dodatečné úpravy, změny návrhu nebo změny procesu a také špatná kvalita výrobku.
4. ***Pohyb*** – Nepotřebné pohyby, které nepřináší přidanou hodnotu.

5. ***Přemisťování*** **–** Jinými slovy také manipulace a transport. Zbytečná manipulace materiálů a výrobků. Je to způsobeno špatným výrobním procesem a nevhodným rozvržením výrobních a skladových prostor.
6. ***Zpracování*** **–** Nadbytečné zpracování je tam, kde používáme nevhodné techniky, nadměrné vybavení, práci s tolerancí a kvalitou, kterou zákazník nevyžaduje.
7. ***Skladování*** **–** Nadbytečná zásoba bez objednávek zákazníka. Zásoba nám svazuje peněžní tok, protože peníze jsou uložené v zásobách. Při skladování vznikají náklady na skladovací prostor, přepravu, mzdy zaměstnanců a mnoho dalších nákladů.
8. ***Intelekt*** **–** Jedná se o nejnovější druh plýtvání**.** Nevyužití lidského potenciálu. Zaměstnanci nevyužívají svůj potenciál. Pracovník je nasazen na špatnou práci, omezení pravomocí a odpovědnosti. Příkladem je kvalifikovaný zaměstnanec nasazený na práci, kterou může vykonávat méně kvalifikovaná obsluha. Pokud kvalifikovaný zaměstnanec na takovéto pozici zůstane, je to plýtvání lidského potenciálu. Plýtváním je také neposlouchání připomínek, poznatků a nápadů na zlepšování. [1], [20], [22], [23]

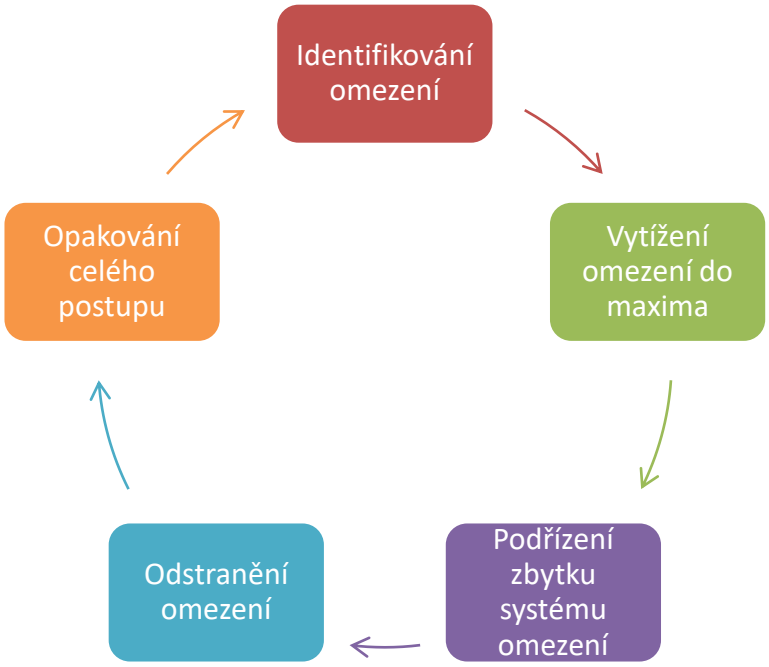
2.5 Kaizen

Kaizen je strategický nástroj zaměřující se na neustálé zlepšování a optimalizování procesů, která napomáhá ke zvyšování kvality produktů a služeb, snižování zmetkovitosti, úspoře materiálu a času a také k bezpečnosti práce. Zakladatel Masaaki Imai roku 1997 vydává knihu Gemba Kaizen: A Common sense, Low-Cost Approach to Management, kde kaizen definuje: „*Filozofie Kaizen předpokládá, že náš způsob života, ať už pracovní, společenský či rodinný, by se měl zaměřit na neustálé zlepšování.*‘‘ Název metody pochází z Japonska a skládá se ze slov „kai“ = změna a „Zen“ = lepší, což v překladu celého názvu kaizen je změna k lepšímu. Jedná se o japonský přístup zaměřený na zvyšování produktivity, efektivity a kvality prostřednictvím malých kroků. Drobná vylepšení, která touto metodou nastanou, vedou k násobení zisku společnosti a také bezpečnosti na pracovišti. Kaizen je cenný nástroj, který lze využít ke zvýšení produktivity a tím pádem k obchodní výhodě na silném konkurenčním trhu nejen v Evropě, ale v celém světě. Tato metoda se může aplikovat na jakýkoli problém z jakéhokoliv prostředí. Nejen v pracovním

životě je možné kaizen použít, ale také v osobním či společenském. Je to tedy univerzální metoda ke zdokonalování i těch nejmenších detailů. [24]

2.6 Teorie omezení - TOC

Teorie omezení je českým názvem metody theory of constraint, která je zaměřena na zlepšení zisku pomocí trvalého zlepšování činnosti. Autorem této teorie je Dr. Eliyahu M. Goldratt. Metoda identifikuje nejdůležitější omezení neboli úzké místo, které stojí v cestě k dosažení cílů a snaží se ho odstranit. Metoda je založena na principu, že řetěz je tak silný, jak jeho nejslabší vazba. Neboli proces pracuje tak dobře, jak dovoluje nejslabší článek procesu. [25] Úzkým místem může být v procesu pracovník, stroj, zásoba, trh, dodavatel a mnoho dalších. Celý proces se chápe jako řetěz závislých procesů a v každém systému je úzké místo. [26] Pro posílení nejužšího místa, definuje Goldratt pět kroků, které jsou znázorněny na obrázku 12.



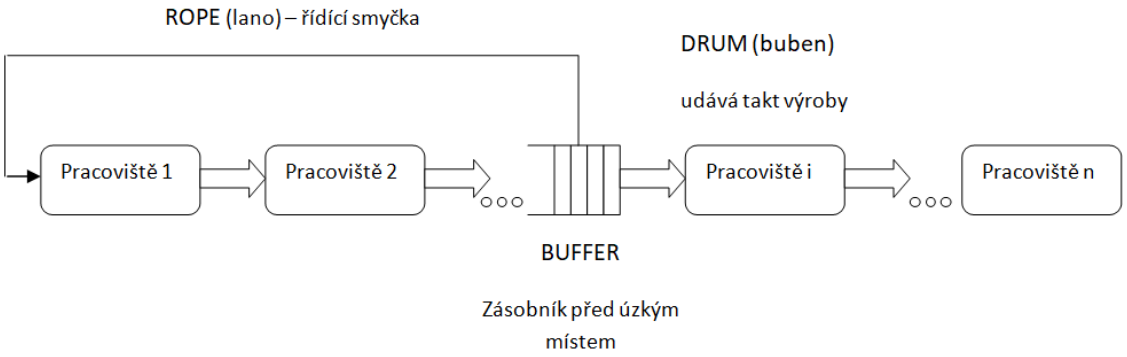
Obrázek 12 Pět kroků teorie omezení [25]

Ukazatele (metriky) TOC:

Požadujeme, aby ukazatele průtoku rostly a ukazatele nákladů a zásob klesaly.

- **Průtok** – Představuje všechny peníze přicházející do organizace. Je to sazba, kterou organizace získává za prodej produktu nebo služeb.
- **Zásoby** – Představují všechny peníze, které organizace investuje do nákupu věcí. Tyto věci umožní zhotovit průtok. Peníze jsou vázané v organizaci. Jedná se o zařízení, vybavení a zpracované výrobky.
- **Provozní náklady** – Představují všechny peníze, které organizace vynaloží na přeměnu zásob na průtok. Jedná se o práci, služby, odpisy a spotřební materiál. [25], [26]

Pro maximální využití úzkého místa se využívá metoda DBR. Tato metoda Drum-Buffer-Rope reguluje průběh činností v úzkých místech. Drum znamená bubnování a představuje tempo výrobního systému. Buffer je zásobník, který lze dělit na časový a kusový. Zásobník slouží pro zabezpečení výkonnosti úzkého místa pro případ výpadku některých zdrojů. Rope představuje lano neboli zpětnou smyčku, která spojuje úzké místo se vstupem materiálu. [6], [26]



Obrázek 13 Drum - Buffer – Rope [6]

3 Popis vhodných nástrojů

3.1.1 Nástroje řízení kvality

Nástroje řízení kvality slouží ke zlepšování kvality či k identifikování zdrojů nekvality. Základem bylo sedm nástrojů řízení jakosti, ale v dnešní době má zastoupení také sedm nových nástrojů nebo také jiným názvem sedm nástrojů managementu. Staré nástroje jsou statické se založením na grafické vizualizaci a jsou oblíbené pro svou jednoduchost. Využívány jsou zejména při sběru dat. Oproti tomu nové nástroje jsou určeny k zabezpečení jakosti a k efektivnímu plánování jakosti. [2], [6], [27]

Tabulka 1 Nástroje řízení kvality [27]

Sedm nových nástrojů řízení kvality	Sedm starých nástrojů řízení kvality
Diagram afinity	Kontrolní tabulky a záznamníky
Relační diagram	Histogramy
Stromový diagram	Vývojové diagramy
Rozhodovací diagram	Paretův diagram
Maticový diagram	Ishikawův diagram příčin a následků
Analýza údajů v matici	Bodový diagram
Síťový diagram	Regulační diagram

3.1.2 JIT

Just in time organizuje logistické toky, aby byly minimalizovány náklady na dopravu a skladování a zvýšení efektivity. JIT je založený na přesném dodání materiálu, kdy je potřeba ve výrobním procese. To říká samotný název Just in time, který lze přeložit právě v čas. Metoda vznikla v Japonsku ve společnosti Toyota, kdy JIT byl zahrnut do jejich uceleného systému TPS (Toyota Production System) principů a metod pro zlepšení výkonnosti. [2] Nejedná se pouze na dodání materiálu právě v čas, ale také na opuštění materiálu právě v čas. V ideálním případě by všechen materiál měl být zpracováván nebo převážen a neexistovaly by žádné zbytečné zásoby. V reálném případě i dobré společnosti mají zásoby, ale účelem JIT je tyto zásoby snižovat. Snížením zásob zapříčiníme snížení nákladů na vázaný kapitál, na skladování a na mnohé náklady s tím spojené. [28]

3.1.3 Kanban

Metoda kanban je tahový systém výroby a zabývá se řízením zásob a výroby. Název kanban lze přeložit jako štítek či karta. Nejedná se o statický nástroj a musí být udržován. Kanban je založen na lidech, a proto je nutné lidi trénovat a zapojovat. Pomocí tohoto nástroje lze dosáhnout tří požadavků. Získá se, co je potřeba, v jaký čas a v jakém množství. [29] Karta obsahuje číslo dílu, název, příjemce, přepravu, množství, QR kód, datum a čas, kód umístění a mnoho dalších informací. [30] Na obrázku 14 je znázorněna kanban karta společnosti Toyota.

Obrázek 14 Kanban karta společnosti Toyota (převzato z [30]*)*

3.1.4 5S

Metoda 5S pochází z Japonska a jejím cílem je eliminace plýtvání na pracovišti. Technika 5S je základem štíhlé výroby. Principem je zpřehlednění pracoviště, které nebude obsahovat nadbytečné předměty. Hlavním úkolem je vytvoření štíhlého pracoviště, kde se budou nacházet pouze předměty, které produktu při výrobě přidávají přidanou hodnotu. Číslo 5 charakterizuje v názvu 5 základních kroků metodiky a písmeno S je první písmeno pěti kroků.

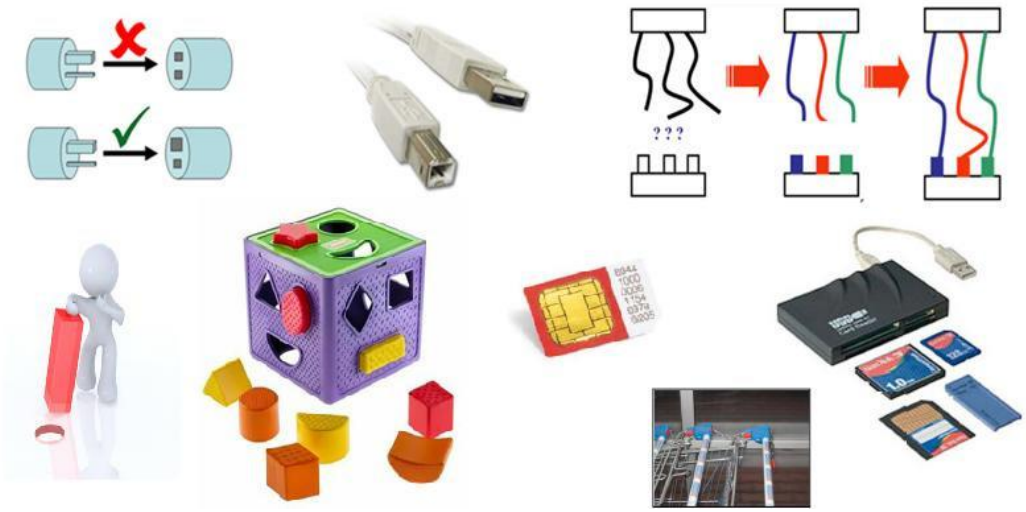
Obrázek 15 Postup 5S [31]

- **SEIRI – Třídění** – Rozdělení předmětu podle frekvence použití. Předměty, které se používají často, musí být blízko. Předměty, které se používají ojediněle, se mohou nacházet dále. Předměty, které se nepoužívají k výkonu práce, musí být odstraněny.
- **SEITON – Uspořádání** – V tomto kroku se vytříděné předměty musí uspořádat tak, aby byly na správném místě. Je možné si vizualizaci rozdělení předmětů barevně rozlišit. Vzniká tu layout pracoviště.
- **SEISO – Čištění** – Ve třetím kroku probíhá udržování čistoty na pracovišti a v blízkém okolí. Poté co veškerý materiál a ostatní předměty mají své místo, je důležité na tato místa vše patřičně vracet. V tomto kroku je třeba vše důkladně zdokumentovat, jak pracoviště vypadalo před a po čištění, také čím tyto nečistoty byly odstraněny a jak dlouho úklid trval. Tyto informace poslouží pro standardizaci.
- **SEIKETSU – Standardizování** – Všechny aktivity na pracovišti je nutné standardizovat. Za účelem použití stejných způsobů čistění, ve stejném čase a se stejným výsledkem.
- **SHITSUKE – Sebedisciplína** – Důležité je, aby se zlepšený stav nevrátil zpět do původního stavu. Proto je třeba pracoviště kontrolovat, jestli dochází k dodržování standardů.

Metoda 5S během svého používání posílila o 2 další kroky. Šestým krokem je bezpečnost a sedmým ekologie a životní prostředí. Je to z důvodu vyvíjení metody a bezpečné pracoviště a ochrana svých pracovníků je důležitá. Krok ekologie a životní prostředí se zabývá správným tříděním odpadu a rizikovými faktory znečištění na pracovišti. [24], [32]

3.1.5 Poka-Yoke

Autorem systému byl Shingeo Shingo v roce 1960 se základní myšlenkou vytvořit pracoviště s nulovou chybovostí. Princip Poka-Yoke je založen na předcházení zbytečným chybám. Mezi Poka-Yoke nástroje lze zařadit jakýkoli mechanismus nebo zařízení, které zabrání vyrobení špatného výrobku. Popřípadě může nastat i úprava pracoviště, aby bylo docíleno vyrábění pouze správných výrobků bez chyb. Zařízení je jednoduché a levné. Pomocí zařízení Poka-Yoke lze předejít neúmyslným chybám pracovníků a napomáhá zvyšovat kvalitu procesů. Při opakovatelných operací nástroje Poka-Yoke napomůžou uvolnit mysl pracovníka a celý proces urychlit. [33], [34]

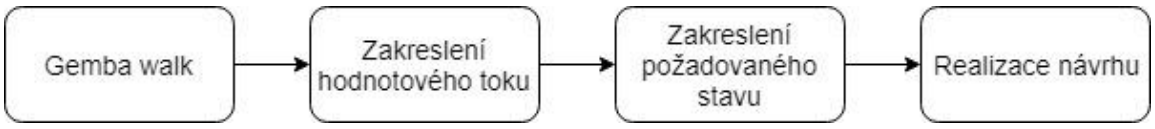


Obrázek 16 Příklady Poka-Yoke [33]

3.1.6 Mapování toku hodnot - VSM

VSM je analytická technika spadající do filozofie štíhlé výroby a slouží pro mapování hodnotového toku ve výrobě i administrativě zaměřeného na zákazníka. Jedná se o podrobnou vizualizaci procesů a sled procesních kroků od dodavatele až po dodání zákazníkovi. Graficky zobrazuje pořadí materiálového a informačního toku a nemá vztah k layoutu. Pokud bude mapování hodnotového kroku správně použito, lze hodnotový řetězec optimalizovat. Slouží pro identifikaci příčiny plýtvání zdrojů, odhalování úzkých míst a slabých stránek. Při zakreslení současného hodnotového toku je nutné do výroby jít a zakreslit. Seznámení s procesem a sledování cesty výrobků se nazývá Gemba-Walk. Vizuální zakreslení začíná u zákazníka a pokračuje proti směru materiálového toku. [2], [35]

VSM je metoda používána k analýze, návrhu a řízení materiálových a informačních toků a snaží se o hledání a snížení plýtvání na časové ose. VSM pomáhá pochopit tok materiálu a informací a zachycuje celkový obraz procesu firmy. V prvním kroku dochází k určení materiálu, který je zkoumán. Následně probíhá analyzování aktuálního stavu. Po zjištění výsledných informací z analyzování je navržen cílový stav, kterého by bylo rádo dosaženo. Poté se implementuje navržený stav. Tento stav je měněn podle aktuálních okolností. Tímto krokem by měl být kruh uzavřen a implementovaný stav se stane aktuálním stavem pro následné zlepšování. [36]



Obrázek 17 Hlavní fáze VSM [35]

3.1.7 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram neboli špagetový diagram je vizuální ztvárnění skutečného toku v aktuálním čase. Tokem může být tok lidí, produktů, či informací. Popisuje tok, vzdálenost a čekací dobu. Špagetový diagram se zakreslí do layoutu pracoviště s reálným poměrem velikosti pracovišť a vzdáleností tras. Do layoutu se znázorní toky materiálu či chůze lidí. Při kreslení různých materiálů či materiálu a pohybu pracovníka se trasy

zakreslí odlišnými barvami. Po zakreslení špagetový diagram znázorňuje neefektivnost uspořádání. Nejvíce využívané cesty by po optimalizování měli být blízko sebe. [37]

3.1.8 Analýza a optimalizace pracoviště

Pro zvýšení kvality a efektivity, je potřeba nejdříve pracoviště popsat a definovat potenciální zlepšení pro zvýšení kvality, produktivity a snížení plýtvání. Tomuto procesu se říká analyzování pracoviště. Mezi nejhlavnější cíle analýzy pracoviště patří zpracování pracoviště podle pracovníka, analyzování využití stroje, zpracovat materiálové toky a mapu procesu a stanovit časy pro jednotlivé takty. Mezi základní prvky analýzy pracoviště patří miniaudity pořádku a čistoty na pracovišti, vizualizace pracoviště a údržba strojního zařízení. Výstupem poté může být od zavedení metod jako je 5S až po navržení nového layoutu pracoviště. [6]

Optimalizace pracoviště vychází z fyzických a ekonometrických možností těla. Při zoptimalizovaném pracovišti je pracovník schopen vydávat co největší výkon. Nepřetěžuje určitou část těla a nezpůsobuje zvýšené riziko onemocnění pracovníka. Vytváří se tak stabilní proces, kde nedochází ke snížení přidané hodnoty pracoviště. Pro udržování zoptimalizovaného pracoviště napomáhá metoda 5S. [38]

4 Případová studie

Případová studie je zaměřena na zlepšování výrobního procesu ve společnosti Engel Kaplice. V prvním bodě je představena společnost a strojové využití ve středisku kabelové konfekce. V druhé části je analýza současného stavu za využití vybraných metod ze zmíněných v teoretické části. Při návrhu budou vypočítávány úspory při využití strojového zpracování drátů a navrhnut nová layout střediska.

4.1 Společnost Engel

Společnost Engel je rodinnou firmou založenou Ludwigem Engelem roku 1945, která vytváří kompletní vstřikovací stroje po celém světě. Engel je rakouská firma s celým názvem ENGEL AUSTRIA GmbH. Sídlo společnosti se nachází v rakouském Schwertbergu, kde se vyrábí malé a střední stroje, a především je zde centrální technologické a vývojové centrum. Společnost se zaobírá zpracováním plastů v široké škále oblastí. Engel má své pobočky ve více než 85 zemích po celém světě. V Evropě, Severní Americe a Asii vlastní 9 výrobních závodů, z nichž jeden sídlí v České republice v Kaplici. V roce 2013 se společnost Engel stala celosvětovým lídrem v oboru vstřikovacích lisů. Společnost s ročním obratem 1,51 mld. eur v roce 2017/2018 zaměstnává po celém světě 6600 zaměstnanců. [39]

Obrázek 18 Schwertberg, Rakousko: centrální správa, centrální technologie a vývoj (převzato z [39]*)*

Historie společnosti se píše od roku založení společnosti 1945. V obrázku 19 naznačím důležité milníky společnosti.

Obrázek 19 Důležité milníky společnosti Engel [39]

Po otevření výrobního závodu v České republice se společnost rozrůstala po celém světě a v roce 2002 otevřela závod v Korei a o čtyři roky později v Číně. V tuto chvíli vedení firmy řídí Stefan Engleder.

Obrázek 20 Mapa poboček společnosti Engel [39]

Společnost Engel nabízí komplexní řešení vstřikovacích strojů pro různá odvětví. Mezi základní odvětví je automobilový průmysl, telekomunikační, farmaceutické a zdravotnické společnosti. Pro hračkářské odvětví se jedná zejména o dodávání vstřikovacích strojů společnosti The LEGO Group, pro kterou byl první postavený rozvaděč v Kaplici.

Tabulka 2 Výrobní odvětví vstřikovacích strojů [39]

Automotiv	**Telekomunikace**	**Medicína**	**Obalové výrobky**	**Technické tvary**
Karosérie	Mobilní komunikace	Diagnostika	Víčka a uzávěry	Armatury a vodárenská technika
Interiér	Displeje	Lékařská technika	Tenkostěnné nádoby	Domácnost a bílé zboží
Zasklívání automobilů	Zábavní a počítačová elektronika	Farmaceutický průmysl	Kbelíky a kulaté nádoby	Stavba, zahrada a elektro
Osvětlení	Autoelektronika	Zdravotní péče	Velké nádoby a palety	Nábytek a kancelářské potřeby
Klimatizace	Konektory a senzory			Hračky
Prostor motoru	Funkční povrchy			Sport a volný čas

Bezpečnostní a ovládací prvky				
Kompozity				

4.2 Engel strojírenská spol. s.r.o. Kaplice

Engel strojírenská spol. s.r.o. je výrobní závod komponentů do vstřikovacích strojů sídlící v Kaplici a je jedinou dceřinou společností ENGEL GmbH v České republice. Výrobní závod v Kaplici byl otevřen v roce 2000 a zaměstnával 5 zaměstnanců. V současnosti Engel strojírenská spol. s.r.o. zaměstnává přes tisíc zaměstnanců. Ve výrobním oddělení elektromontáže pracuje 210 zaměstnanců. V roce 2018 došlo ke slavnostnímu rozšíření závodu na téměř dvojnásobnou kapacitu. [40]

Obrázek 21 Historické milníky Engel strojírenská spol. s.r.o. [40]

4.2.1 Metody využívané pro zlepšování

Ve společnosti Engel strojírenská spol. s.r.o. se využívá systému pro optimalizaci procesů firmy Engel neboli EPOS. Engel v EPOS systému využívá nástroje 5S, PDCA cyklus, komplexní přístup k efektivnosti provozu a údržbě zařízení (TPM) a probíhají denní EPOS schůzky. [40]

Obrázek 22 Pricipy EPOSu (převzato z [40]*)*

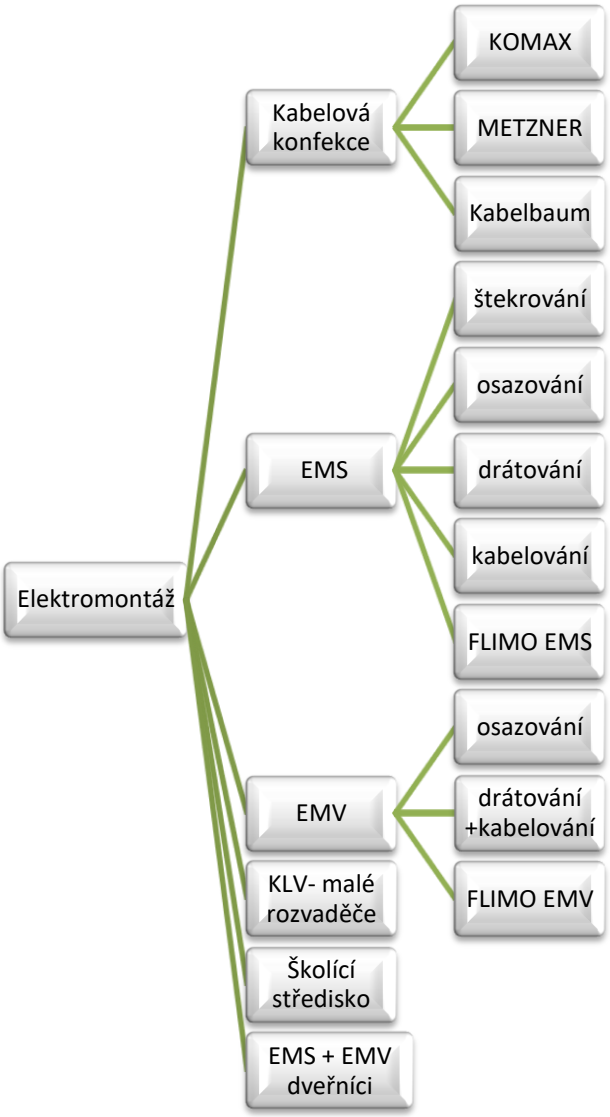
4.2.2 Výroba komponentů

Ve výrobním závodě vznikají komponenty do vstřikovacích strojů. Závod je rozdělen do tří základních výrobních bloků. V prvním bloku s názvem Stahlbau vznikají ocelové konstrukce, olejové nádrže pro hydraulické systémy, kryty strojů a rámů pro stroj. Tento blok obsahuje také lakovnu, kde jsou ocelové konstrukce lakovány. V oddělení elektromontáže se osazují, drátují a kabelují elektrorozvaděče pro vstřikovací lisy. Vyrábí se také trafoskříně, zásuvkové rozvaděče či energetické řetězy. Třetí blok s názvem výroba periférie se dělí na výrobu dopravníkové techniky a na automatizaci. V závodě je také logistika a nákup.

Obrázek 23 Vstřikovací lisy a manipulátory Engel (převzato z [40]*)*

Elektromontáž

Elektrorozvaděčové skříně se v Kaplickém závodu vyrábí pro dva rakouské výrobní závody ve St. Valentinu (EMV) a Schwertbergu (EMS). Středisko kabelových pásů (Kabelbaum) dodává do Dietachu (EAT). Výrobní střediska pro elektromontáž zabírají téměř 4500 m^2 a rozdělují se na základních 5 středisek. Středisko, kde se montují dveře, pracuje pro vývoz EMV i EMS. Největším střediskem z pohledu rozlohy je výroba pro Schwertberg. Pokud práce pro osazování, drátování a kabelování je do 30 hodin, tak se zakázka vyrábí na taktovací lince tzv. Flimo. Pokud je doba práce delší, pak práce probíhá na středisku tzv. Standplatz. Základní hierarchii upořádání elektro výroby je znázorněna na obrázku 24. Pod oddělení elektromontáže patří také nevýrobní středisko, kam patří příprava výroby, kvalita, projektový manažeři či oddělení techniků.



Obrázek 24 Hiearchie středisek elektromontáže

Na obrázku 46 v příloze je znázorněn layout elektrovýroby s vyznačením daných středisek. Tento layout je současným stavem při analyzování. Ve středisku kabelová konfekce probíhá na Komax I stříhání, popis, odholování a krimpování daných koncovek. Na středisku Kabelbaum vznikají kabelové řetězce, které jsou dodávány přímo EAT. Z kabelové konfekce jsou dráty a kabely odváženy na příslušná střediska s vyznačeným skladovacím místem. Vznikají tzv. buffery středisek, které budou v diplomové práci optimalizovány.

4.3 KOMAX

Celistvý stroj Komax se skládá ze dvou základních částí, a to z tiskárny a stroje ZETA 633, který je osazen specifickými moduly.

Komax ims 291 HP je dosavadní inkoustová tiskárna. Komax ims 295 Švýcarské společnosti Wiedenbach je inkoustová tiskárna pro bezkontaktní popisování a značkování s libovolným tvarem povrchu.

Obrázek 25 a) Komax ims 295, b) Komax ims 291 HP

ZETA 633

ZETA 633 je stroj pro sekvenční zpracování drátů. Pro přívod kabelů do stroje lze zpracovat maximálně 36 různých drátů bez dodatečné montáže. Při výrobě drátů normy ISO je do stroje přiváděno 29 drátů a pro normy CSA-UL 31 drátů. Zbylé sloty jsou určeny pro speciální dráty. To znamená, že není možné bez výměny drátů do slotů stříhat dráty pro elektrorozvaděče normy ISO a CSA-UL. Proto se to řeší takovým způsobem, že nejdříve se nastříhají dráty pro jednu normu a poté pro druhou normu. Proto se výměna drátů provádí 2x týdně, kdy jedna výměna trvá cca 40 minut.

Pro specifické vlastnosti stroje lze doplnit po celé délce moduly. To dělá z Komaxu flexibilní stroj pro každou aplikaci. Lze doplnit až 5 zpracovatelnými stanicemi. Engel strojírenská spol. s.r.o. využívá dosavadní stroj s třemi moduly pro krimpování dutinek s průřezy 1, 1,5 a 2,5 mm^2. Inovace do nového stroje s novější verzí ZETA 633 a speciálním modulem EKS Keller, který svařuje odholené konce drátů. [40]

Obrázek 26 a) zeta 633 s modulem EKS Keller, b) Zeta 633 s moduly pro dutinkování

Obrázek 27 Osazení dutinkovači - Komax I

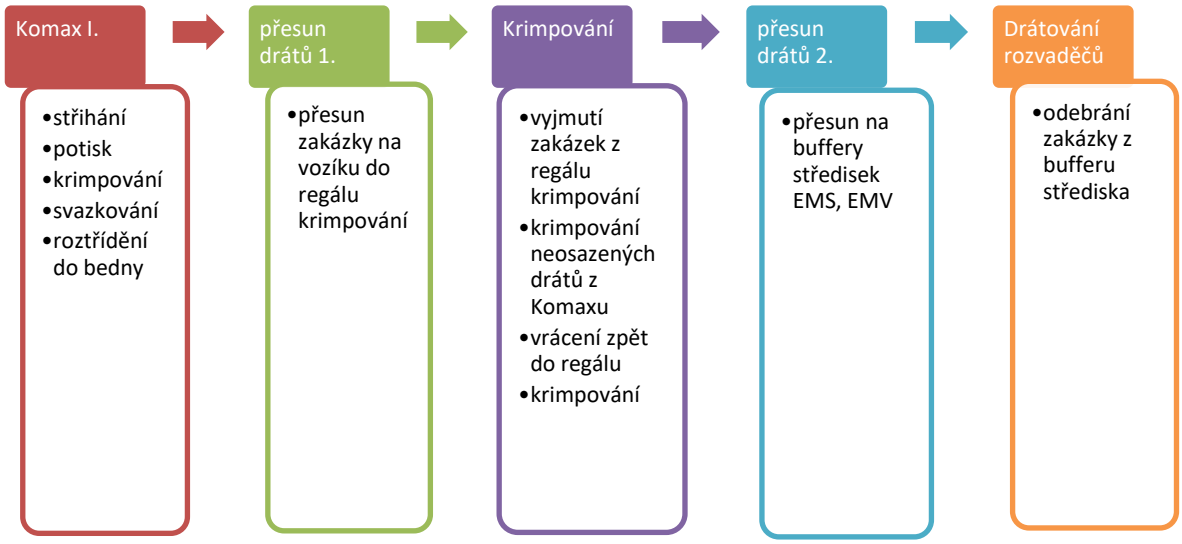
EKS Keller

Stanice odporového spojování lankových spojů EKS Keller řady KPA060 je modul integrovaný do stroje Komax Zeta 633. Využívá techniky odporového svařování a pomocí dvou plynule nastavitelných izolačních desek z keramiky je drát čistě a kvalitně zhutněn. Modul svařuje dráty s průřezem 0,12-6 mm^2 jakéhokoli materiálu.

Obrázek 28 Svařovací modul EKS Keller

5 Analýza současného stavu pracoviště

V současné době výrobní pracoviště kabelové konfekce pro výrobu drátů využívá jeden stroj pro zpracování drátů a obsluhuje ho jeden pracovník na ranní a odpolední směně. Dále je zde stůl pro mistra a směnového mistra, jednací stůl a regály. Ve středisku ručního krimpování jsou 3 pracovnice na ranní směně a 2 na odpolední. Manipulant pracuje na středisku kabelů i drátů zároveň. Stroj Komax musí obsahovat bubny s příslušnými dráty, kterých může být až 36. S jedním strojem souvisí také plánování zakázek, kde se musí počítat s náhlým rizikem výpadku stroje. Proto se zavádí výrobní předstih, kdy pracoviště začíná vyrábět dříve, než se materiál odebírá. Proto se zakázky na stroji Komax I vyrábí 4 dny dopředu před začátkem osazování rozvaděče. Při využití nového stroje Komax II by tento výrobní předstih nemusel být a Komax I by sloužil pouze jako záložní stroj.

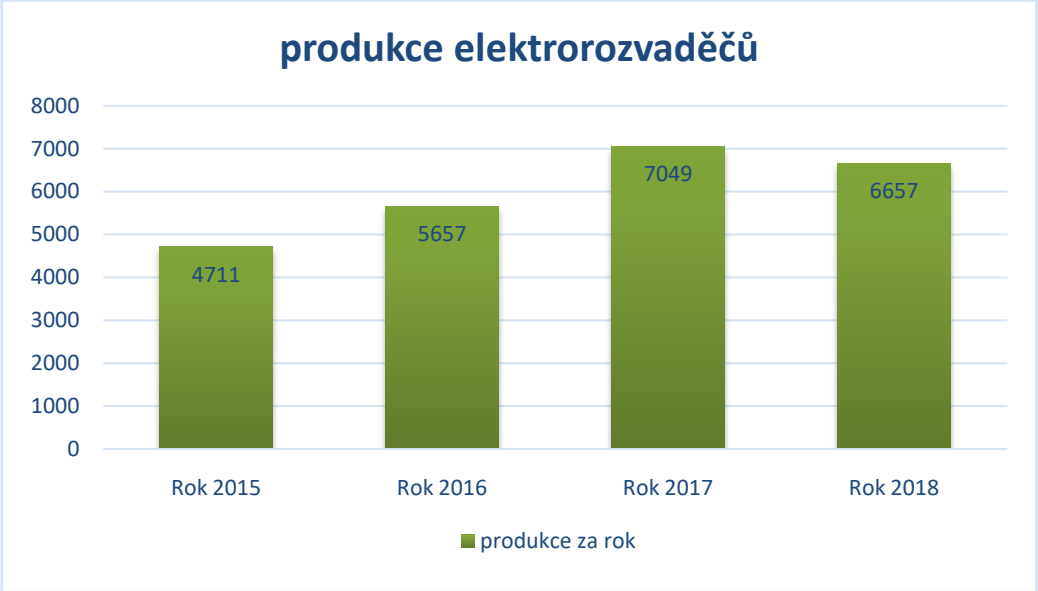


Obrázek 29 Popis procesu zhotovení drátů

V současné době se na Komax I zpracovávají dráty s průřezem 1, 1,5 a 2,5 mm^2 s příslušnými dutinkami. Zbylé dráty Komax pouze odholí, potiskne a nasvazkuje. Následuje středisko krimpování, kde pracovníci ručně osadí dráty koncovkami. Tato možnost nastává, pokud je drát s jiným průřezem, než je výše sepsáno, nebo se dráty osazují jinými konektory, než jsou dutinky. Při zakázkách označených CSA-UL se

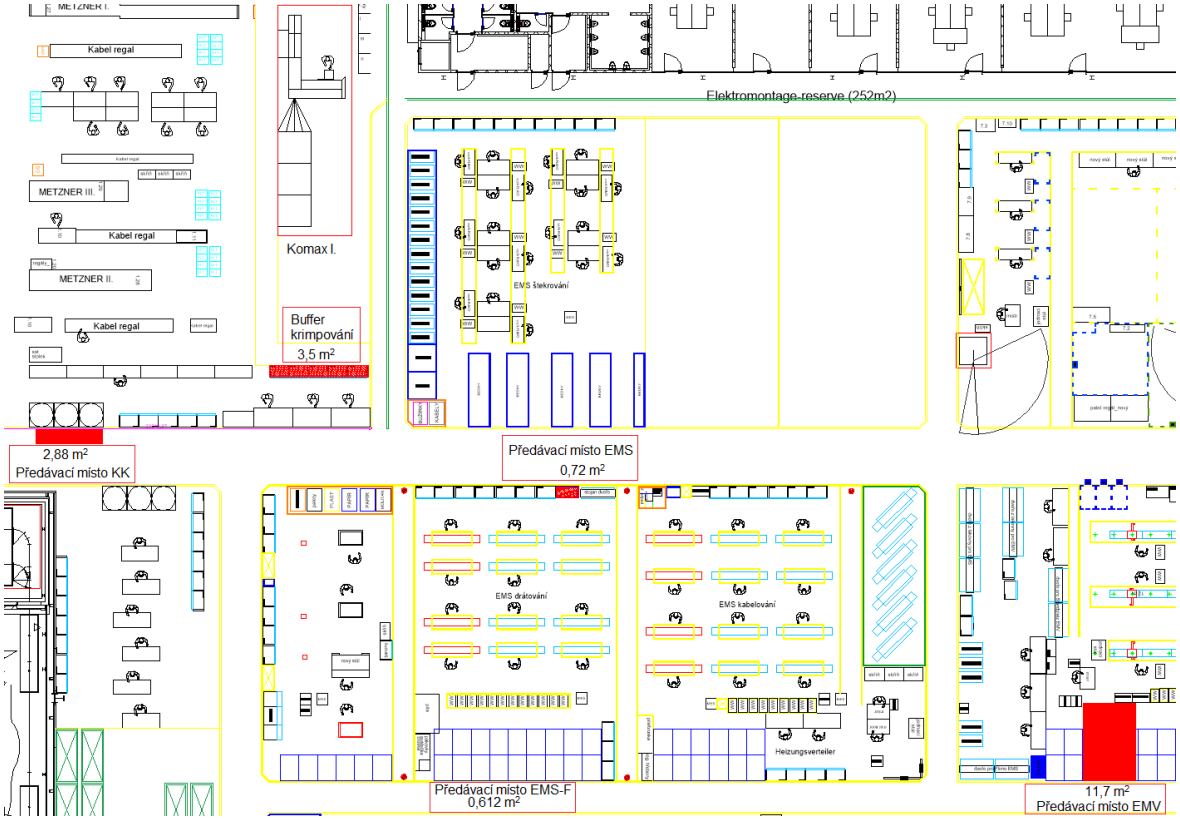
všechny dráty pouze nastříhají, potisknou a nasvazkují. Rozvaděče s označením CSA-UL splňují bezpečnostní a kvalitativní standardy platné v USA a Kanadě a je možné výrobky s označením této normy do těchto zemí exportovat. Podle požadavků zákazníka jsou tyto normy splňovány a využívají se jiné dráty a přístroje.

Stroj na zpracování drátů Komax zpracovává dráty pro veškeré rozvaděče montované v závodě v Kaplici. Produkce elektrorozvaděčů za poslední tři kalendářní roky je znázorněna na obrázku 30.



Obrázek 30 Produkce rozvaděčů Engel Kaplice [40]

Za rok 2018 bylo vyrobeno a zpracováno 3,1 mld. drátů a proto je důležitá průběžná doba drátů, než se dostanou do střediska pro drátování rozvaděčů. Proto je tato diplomová práce zaměřena na tento úsek a bude zde návrh pro snížení této doby a zefektivnění celého procesu. Plánování střihu na stroji Komax I probíhá 4 dny před zahájením osazování elektrorozvaděče. Vytvořené předávací místa středisek neboli buffery jsou znázorněny na obrázku 31.



Obrázek 31 Layout s vyznačenými předávacími místy

Při pozorování procesu bylo zjištěno, že dochází k nadbytečnému skladování připravených drátů pro drátování elektrorozvaděče. Mezi výrobou drátů na Komax I a konečným drátováním vzniklo 5 meziskladů. Buffer krimpování je pětipatrový regál zabírající plochu 3,5 m^2 s kapacitou 50 beden s dráty. Předávací místo střediska EMS má vyznačené místo s plochou 0,72 m^2 a bedny se zakázkami jsou zde posazeny na sebe bez regálu. U střediska EMS-F jsou dva pojízdné vozíky se čtyřmi patry a kapacitou 24 beden. Předávací místo EMV je společné pro středisko Standplatz a Flimo a jsou zde společně dráty i kabely. Plocha zabírá 11,7 m^2 a zakázky jsou ponechány na paletě nebo na zemi naskládané na sebe. Mezisklad vytvořený pro předávku střediska kabelové konfekce s manipulantem skladu je také společný pro dráty a kabely a zabírá plochu 2,88 m^2.

a) Předávací místo EMV

b) Předávací místo EMS - Flimo

c) Mezisklad kabelové konfekce

d) Předávací místo EMS - Standplatz

e) Buffer krimpování

Obrázek 32 Předávací místa středisek

Proces byl analyzován za neustálého sledování jednoho pracovního dne na dvousměnný provoz. Zaměstnanci pracovali při jedné směně 7,5 hodiny. Z nichž jedna pracovnice byla přesčas 2,5 hodiny. Sledován byl celý den, protože vždy se zpracovávají jako první dráty pro zakázky EMS. Tudíž ranní směna zpracovává EMS zakázky a odpolední směna EMV. Je to z dvou důvodů. Prvním důvodem je, že EMS zakázky se částečně v Englu Kaplice zpracovávají na tzv. taktované montáži a je nutné mít připravený materiál. Druhý důvod je, že ve Schwertbergu je centrální sídlo společnosti a také

zpracovávají zakázky na taktované lince. Obsluhou Komaxu I je jeden pracovník. Na středisku krimpování byly na ranní směně tři pracovnice a na odpolední směně dvě.

Manipulant kabelové konfekce nepravidelně odváží po příkazu směnového mistra bedny připravených drátů z bufferu krimpování do meziskladu KK. Skladník z meziskladu kabelové konfekce odveze nepravidelně 1x-2x za směnu bedny s dráty do bufferů příslušných středisek. Nepravidelnost převozu je dána odlišností zakázek a dobou zpracování. Z bufferů tří středisek si zaměstnanci, kteří drátují elektrorozvaděč, vyzvednou příslušnou bednu s dráty popsanou určitým zakázkovým číslem.

5.1 Výpočet průběžné doby

Při analyzování současného stavu byla sbírána data pro výpočet jedné složky průběžné doby výroby. Složka obsahuje pouze čas přípravy drátů. Doba začíná načtením zakázkového čísla na Komax I a končí při odebrání drátů z bufferu střediska na vydrátování elektrorozvaděče. Zaznamenány byly veškeré časy a byly rozděleny na časy, které přidávají hodnotu výrobku a na časy, které nikoli. V tabulce č. 3 jsou výsledky výpočtu, ze kterého jsou zřejmá procenta přidané hodnoty. V analyzování jsou také dvě zakázky označené LARM. Tyto zakázky byly předané kooperantům neboli společnosti LARM a.s., se kterou Engel Kaplice spolupracuje. Pro tyto dvě zakázky byla počítána průběžná doba do expedování zakázky, kdy pro Engel Kaplice je zakázka tímto hotová. Při výpočtu průběžné doby a VAR je počítáno s 15 hodinami za den. Ukazatel činností přidávající hodnotu VAR analyzovaných zakázek je 4,05 %, kdy nejvyšší hodnota je 8,965 %, ale tato zakázka se převážela kooperantům do společnosti LARM. Průběžná doba se rovná celkové době trvání.

$$VAR = \frac{Dobatrvání\ přidávajících\ hodnotu}{Průběžná\ doba} \cdot 100\ [\%] \tag{2}$$

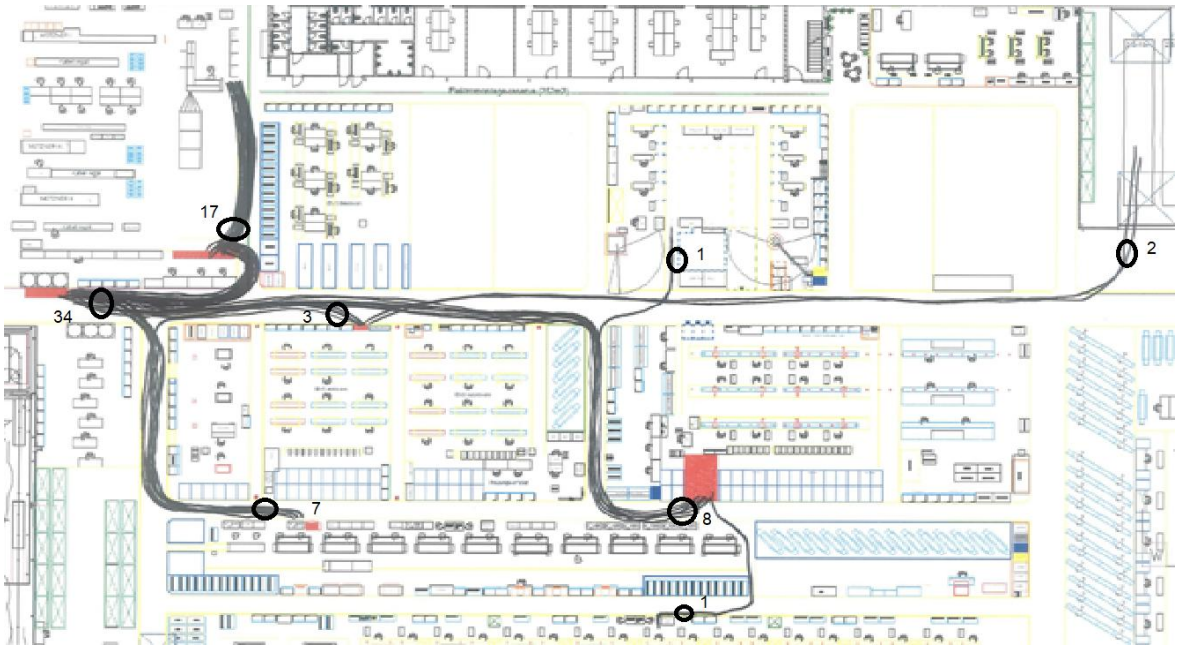
$$VAR = \frac{Komax + kripování}{Komax + kripování + přesun + skladování} \cdot 100\ [\%] \tag{3}$$

Tabulka 3 Výpočet průběžné doby

		čas přidávající hodnotu		čas nepřidávající hodnotu			
středisko	**č. zakázky**	**Zpracování na Komax**	**Krimpování**	**Doba přesunu**	**Skladování**	**VAR**	**Průběžná doba**
EMV	10066169	1:02	1:20	0:01:33	82:27:27	2,789%	84:51:00
EMV	10066163	1:24	1:47	0:01:33	102:08:27	3,022%	105:21:00
EMV	10116070	1:04	8:20	0:01:51	95:25:09	8,965%	104:51:00
EMV	10075282	0:43	4:44	0:01:33	72:15:27	7,011%	77:44:00
EMS-F	11288004	0:40	1:52	0:02:04	55:21:56	4,373%	57:56:00
EMV	10106072	1:26	0:40	0:02:09	56:14:51	3,597%	58:23:00
LARM	11294016	0:59	4:35	0:01:11	64:25:49	7,950%	70:01:00
EMS-F	11293054	1:04	0:50	0:01:16	82:28:44	2,251%	84:24:00
EMS-F	11288034	0:46	1:10	0:01:16	86:27:44	2,187%	88:25:00
EMS-F	11284222	0:52	0:44	0:01:16	81:20:44	1,928%	84:25:00
EMS-F	11288033	0:29	1:00	0:01:16	95:55:44	1,522%	96:48:00
EMS-F	11983009	0:52	1:55	0:01:11	81:32:49	3,300%	87:19:00
EMS-F	11291089	0:43	2:00	0:01:16	71:23:44	3,665%	86:37:00
LARM	11295015	1:21	1:55	0:01:11	68:45:49	4,534%	84:05:00
Celkem		13:25:00	32:52:00	0:20:36	1124:32:24	**4,050%**	1171:10:00

5.2 Spaghetti diagram

16. 4. 2019 bylo sledováno 14 zakázek na středisku krimpování, které byly zpracovány na Komaxu I ve dnech 11. a 12. 4. 2019. Ze střediska ručního krimpování byly zapisovány počty přepravek, ve kterých jsou dráty uschovány a zaznamenávaly se jejich přesuny a místa skladování. Záznam pohybu přepravek byl ukončen v momentě doručení drátů k příslušnému rozvaděči ve středisku drátování. Na obrázku 33 je layout elektromontáže se zaznamenanými trasami přepravek s dráty.



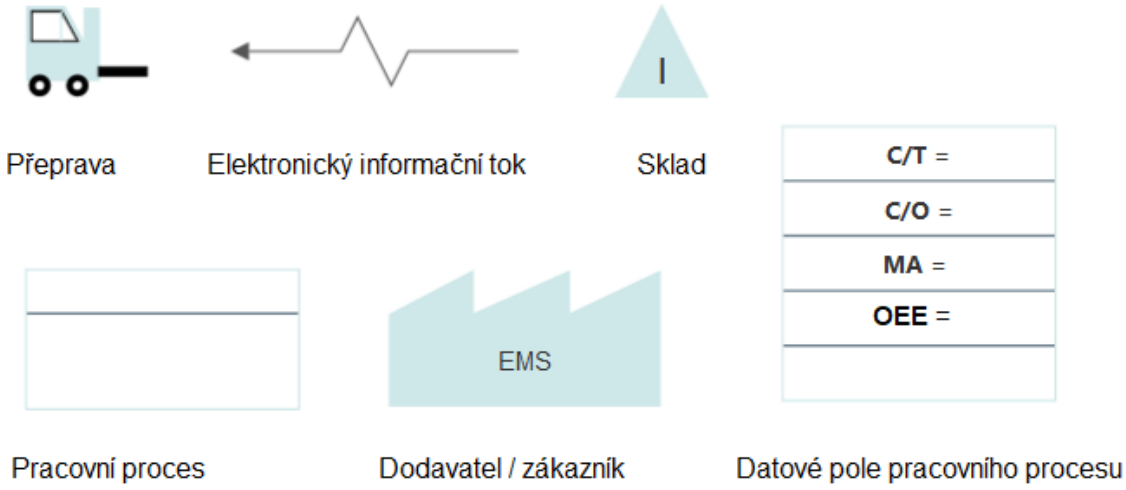
Obrázek 33 Spaghetti diagram

Ze Spaghetti diagramu je graficky znázorněn tok přepravek s dráty. Nejvyšší koncentrace je na přepravu do předávacího místa z kabelové konfekce, kde si materiál přebírá manipulant skladu a rozváží do příslušných středisek. Pohybuje se tam za analyzovaný den 34 přepravek s dráty. Druhým zatíženým místem na přesun materiálu je mezi Komax I a bufferem střediska krimpování, kde již 17 přepravek do bufferu vstupuje a 17 vystupuje. Z tohoto důvodu se v novém návrhu pracoviště budu zabývat nadbytečnými přesuny zejména ve středisku kabelové konfekce a na místě předání s manipulantem skladu. Zbylé cesty jsou nutné k přepravě na daná střediska. Nadbytečné přesuny společně s nadbytečným skladováním vznikly při přesunu tří beden na středisko EMS a dvě z toho byly odvezeny na expedici bez jakéhokoli zpracování a jedna převezena na středisko EMS-F. Tento nadbytečný přesun vznikl i na středisku EMV, kdy se jedna zakázka přesouvala na středisko montáže speciálních rozvaděčů.

5.3 VSM

Ke zmapování materiálového toku bylo využito počítačového programu Smartdraw, který je možné zdarma po dobu 7 dnů využít online na internetu. V grafickém znázornění VSM je vyobrazena pouze ta část, která byla analyzována už pro špagetový diagram či

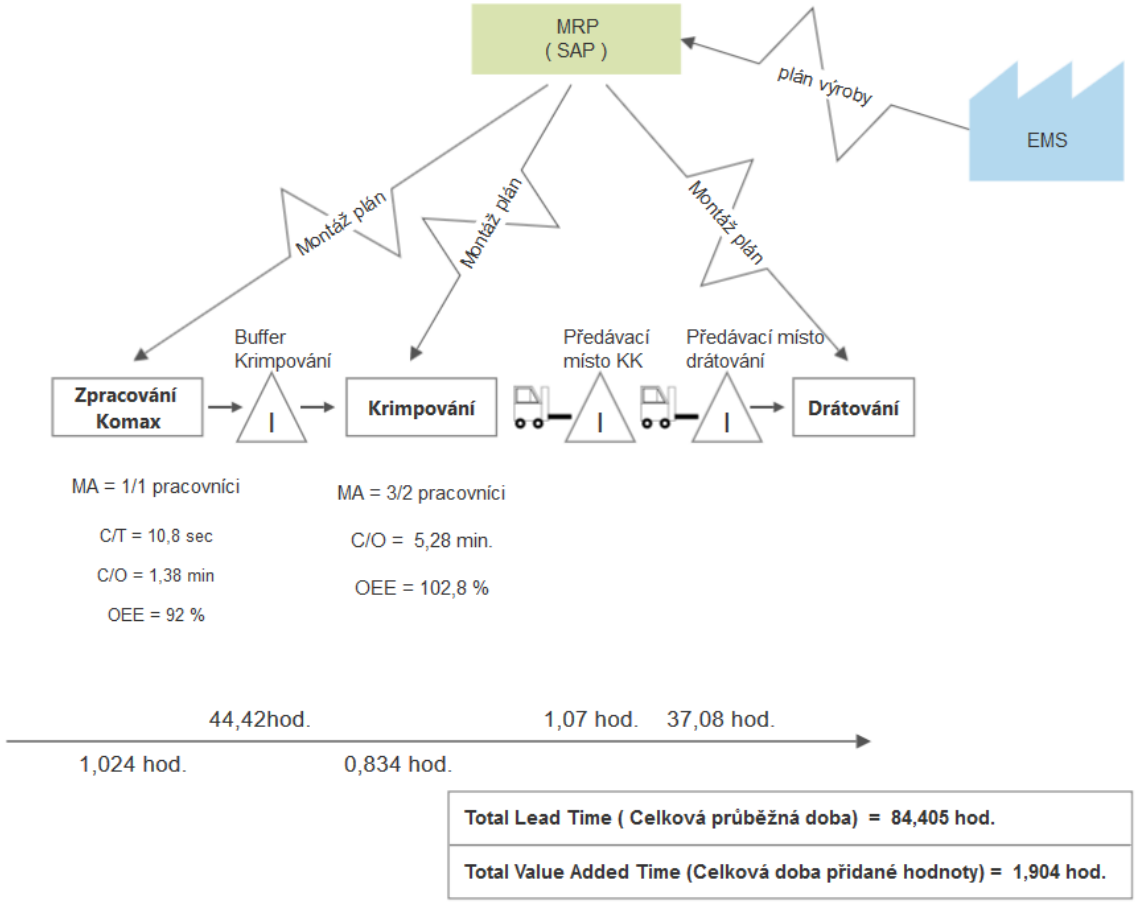
výpočet VAR, proto je posledním pracovním procesem drátování. Před zobrazením samotného VSM je nutné si vysvětlit jednotlivé využívané symboly.



Obrázek 34 Použité symboly VSM

Vpravo nahoře se nachází zákazník, který zasílá požadavek do společnosti Engel Kaplice. Proces je řízen systémem SAP a jednotlivé procesy jsou řízeny montáž plánem. Do datového pole pod pracovní proces jsou zaznamenány informace každého procesu.

- Čas cyklu (C/T) – představuje časový interval jednoho výrobního dílu do zahájení dalšího
- Čas přechodu (C/O) – představuje čas nutný pro přípravu pro změnu výroby od posledního výrobního kusu
- Počet pracovníků (MA) – potřebný počet pracovníků pro provoz výrobního procesu
- Spolehlivost stroje (OEE) – udává spolehlivost v procentech



Obrázek 35 VSM zpracování drátů

Ve VSM viz obrázek 35 byly zaznamenány materiálové tok zakázky č. 11293054. Výroba je určená plánem výroby zákazníka, nyní je zákazníkem závod ve Schwertbergu, kterému dodáváme elektrorozvaděč. Plán výroby byl zadán 2. 4. 2019, kdy technici přípravy výroby tyto zakázky uvolnili 4. 4. 2019 a 5. 4. byla zpracována data pro stroj Komax I. 11. 4. se dráty zpracovaly na Komax I a byly převezeny do bufferu krimpování. Poté 16. 4. byly dráty zpracovány ručně a 18. 4. se dráty začaly používat do osazeného elektrorozvaděče. Celý proces výroby je řízen montážním plánem. Čas přechodu (C/O) je dán zpracováním posledního drátu a začátkem zpracování prvního drátu následné zakázky. Za čas 1,38 minuty byly 3 úkony. Prvním úkonem bylo spojení posledního svazku stahovací páskou a vložení do bedny s dráty. Druhým úkonem je uložení zakázky do systému a jako poslední je zapsání časů a číslo zakázky. Poté se spustí další zakázka a zpracovaná zakázka se během toho odveze do bufferu krimpování. Doba přesunu u

krimpování je 5,28 minuty, kde doba zahrnuje vrácení hotové zakázky do bufferu krimpování, zapsání času do záznamů pracovníka, odhlášení zakázky v systému, přihlášení nové zakázky a vyhledání fyzicky v regálu.

6 Návrh zlepšení výrobního procesu

Návrh bude obsahovat nakreslený layout pracoviště Komax II a krimpování pro eliminaci nadbytečné manipulace s materiálem a zmenšením plochy stávajících předávacích míst. Výrazným zefektivněním procesu bude inovace v novém stroji, ale je za potřebí správně přizpůsobit navazující úkony a celkové plánování výroby drátů. Pracoviště bude také obsahovat nový stroj ZF Unic-LZ, což je elektropneumatický krimpovací stroj pro zpracování dvoudutinek s průřezem 2x 0,5-1,5 mm^2. Cílem návrhu bude eliminace předávacích míst, které jsou naznačené na obrázku 31 a snížení doby skladování s čím souvisí již zmíněné plánování.

6.1 Inovace Komax II

Při sledování jednoho pracovního dne bylo analyzováno zpracování drátů pracovnicemi na středisku krimpování. Za den pracovnice zpracovaly 14 zakázek, z nichž 3 zakázky, které byly zpracovány, byly již rozpracované z minulého dne nebo naopak další den tyto zakázky byly dodělány. 4 zakázky jsou pro elektrorozvaděče do Valentinu a 9 zakázek do Schwertbergu. Zakázka se skládá z drátů a kabelů. V této práci je zohledněn pouze materiálový tok drátů, nikoliv silové části elektrorozvaděče, takže při analyzování byly zpracovány časy pouze krimpování drátů. V tabulce č. 4 jsou znázorněné zakázky s dobou zpracování na stroji Komax I a na manuálním krimpování.

Tabulka 4 Zpracování drátů z hlediska času

typ	Středisko drátování	Číslo zakázky	Strojní zpracování Komax I	Krimpování
ISO	EMV	10066169	1:02	1:20
ISO	EMV	10066163	1:24	1:47
CSA-UL	EMV	10116070	1:04	8:20
CSA-UL	EMV	10075282	0:43	4:44
CSA-UL	EMS-F	11288004	0:40	1:52
CSA-UL	EMV	10106072	1:26	8:40
ISO	EMS	11294016	0:59	4:35
ISO	EMS-F	11293054	1:04	0:50
ISO	EMS-F	11288034	0:46	1:10
ISO	EMS-F	11284222	0:52	0:44
ISO	EMS-F	11288033	0:29	1:00
ISO	EMS	11983009	0:52	1:55
CSA-UL	EMS-F	11291089	0:43	2:00
ISO	EMS	11295015	1:21	1:55
Celkem			**13:25:00**	**40:52:00**

Pro porovnání časů stráveného při zpracováním drátů na Komax I a budoucího Komax II jsou v tabulce č. 5 zpracovány zakázky podle čísla zakázek a jsou rozděleny podle počtu drátů na jednotlivé osazování.

Tabulka 5 Zpracování drátů z hlediska množství jednotlivých osazení

Číslo zakázky	Krimpování celkem	Očka	Dvoudutinky	Dutinky ručně	Odholení	Dutinky strojově
10066169	1550	40	232	117	17	1144,00
10066163	1424	49	230	181	4	960,00
10116070	2598	14	530	2022	32	0,00
10075282	1628	1	542	1073	12	0,00
11288004	570	0	100	468	2	0,00
10106072	1284	12	258	1008	6	0,00
11294016	1108	32	246	312	0	518,00
11293054	554	13	98	143	0	300,00
11288034	794	15	116	217	0	446,00
11284222	686	18	90	76	0	502,00
11288033	674	15	82	206	0	371,00
11983009	1062	26	148	399	0	489,00
11291089	700	0	136	563	1	0,00
11295015	986	22	232	292	0	440,00
celkem	15618	257	3040	7077	74	5170

Z rozdělení osazení podle druhu bylo určeno, které osazení lze vyrobit strojově na stávajícím a budoucím stroji. Ve sloupečku dutinky strojově jsou znázorněny dutinky, které se strojově zpracovávají na Komax I. V tabulce č. 6 jsem pracoval tabulku, která při využití nového Komaxu II se svařovacím modulem znázorní zredukování manuálních činností krimpování.

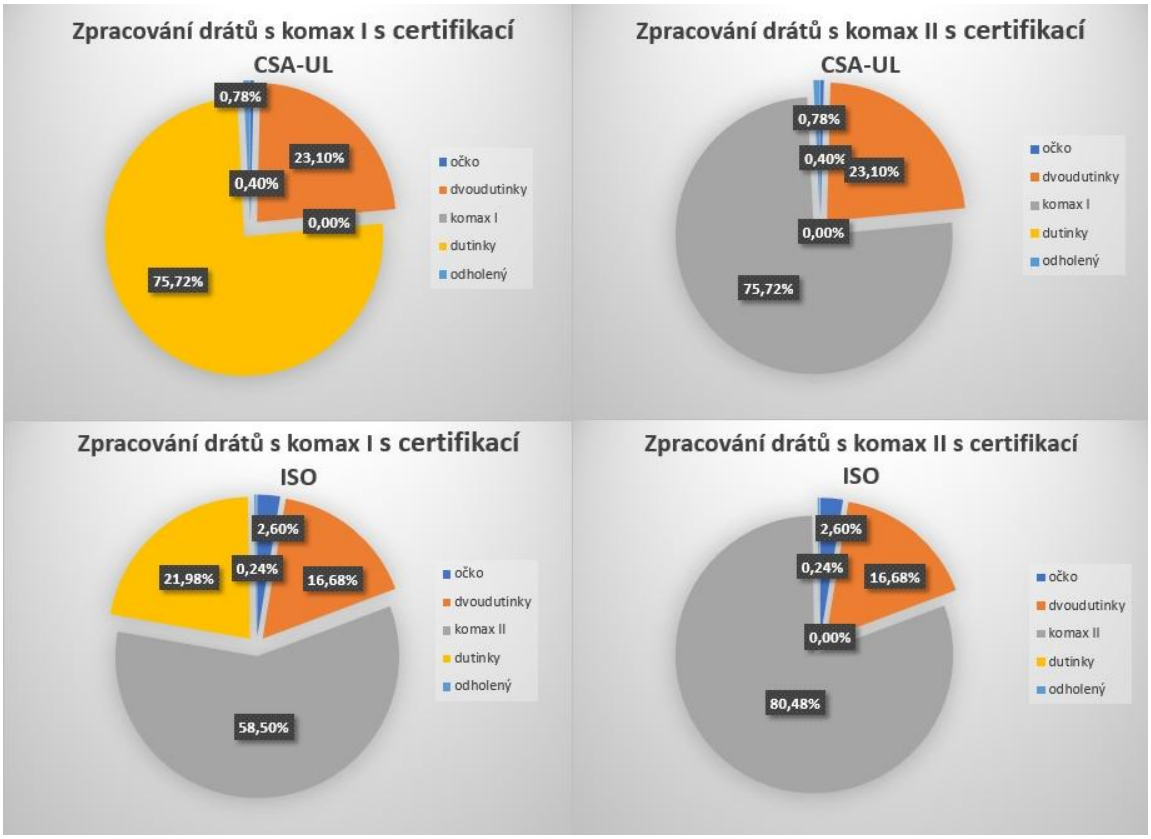
Tabulka 6 Rozdíl strojového zpracování na Komax I a II

typ	Středisko drátování	číslo zakázky	Strojní zpracování Komax II	Strojní zpracování Komax I	Rozdíl strojového krimpování
ISO	EMV	10066169	1261	1144	117
ISO	EMV	10066163	1141	960	181
CSA-UL	EMV	10116070	2022	0	2022
CSA-UL	EMV	10075282	1073	0	1073
CSA-UL	EMS-F	11288004	468	0	468
CSA-UL	EMV	10106072	1008	0	1008
ISO	EMS	11294016	830	518	312
ISO	EMS-F	11293054	443	300	143
ISO	EMS-F	11288034	663	446	217
ISO	EMS-F	11284222	578	502	76
ISO	EMS-F	11288033	577	371	206
ISO	EMS	11983009	888	489	399

CSA-UL	EMS-F	11291089	563	0	563
ISO	EMS	11295015	732	440	292
Celkem			12247	5170	**7077**

Z analyzování 14 zakázek je zřejmé, že při využití Komaxu II se svařovacím modulem se celkové strojové zpracování drátů více než zdvojnásobí ze strojově zpracovaných 5170 kusů krimpování na 12247 kusů. Rozdíl mezi Komax II a I je ve zpracování dutinek, které dosavadní Komax I nezvládl zpracovat. U elektrorozvaděčů s certifikací CSA-UL je to nárůst strojového zpracování o počet dutinek v zakázce. Ze 14 sledovaných zakázek je rozdíl ve strojovém zpracování přes 7000 osazení.

Procentuální vyjádření pomocí prstencového grafu je znázorněné na obrázku 36. Grafy jsou rozděleny na výrobu s certifikací CSA-UL a ISO a na zpracování na stávajícím a budoucím Komaxu. Z grafu je zřejmé, že strojová výroba u CSA-UL normy stoupne u analyzovaných zakázek o 75 %. U norem ISO stoupne při Komaxu II strojová výroba o téměř 22 %. Z grafu je viditelné, že žlutá výseč ruční krimpování dutinek při Komaxu II je nulová a nebude se toto krimpování ručně provádět.



Obrázek 36 Zpracování drátů na Komax I. a II. s rozdělením podle certifikací ISO a CSA-UL

Z hlediska času na stroji Komax udává rychlost taktu naměření správné délky a potisknutí. Tudíž čas na stroji Komax zůstane stejný jako v současném stavu a není plánováno zlepšení z hlediska rychlosti při využití Komax II. Na středisku krimpování jsou nastavené časy pro tvoření norem získané z měření na pracovišti. Čas, který zůstane stejný i po návrhu je čas pro přihlášení a odhlášení zakázky v systému SAP. Pro krimpování očka je čas 21,6 s, pro dutinky 7,2 s, pro dvoudutinky 10,8 s a pro nasvazkování drátu 10,8 s. U dvoudutinek se musí počítat s poloviční počtem koncovek drátů z důvodu dvou koncovek pro jedno krimpování. Po vypočítání časů pro jednotlivé osazení a zanechání naměřených hodnot na Komax I, je sestrojena tabulku č. 7. V celkovém čase Komaxu II jsou také připočítány neměnné časy z přípravy zakázky, přihlášení a odhlášení v systému SAP, což činí téměř 5,5 minuty.

Tabulka 7 Vypočtené časy pro Komax II

č. zakázky	Ruční krimpovánípři Komax I	Ruční krimpování při Komax II	Celkový vypočtený čas pro Komax II	Úspora času manuálního krimpování
10066169	1:20	0:35:25	2:23:10	- 0:01:10
10066163	1:47	0:38:23	2:47:26	0:23:34
10116070	8:20	0:53:08	3:08:12	6:15:48
10075282	4:44	0:49:54	2:33:48	2:53:12
11288004	1:52	0:09:00	1:28:30	1:03:30
10106072	8:40	0:28:03	2:34:50	7:31:10
11294016	4:35	0:35:00	2:06:42	3:27:18
11293054	0:50	0:13:42	1:40:32	0:13:28
11288034	1:10	0:16:06	1:24:58	0:31:02
11284222	0:44	0:15:07	1:27:38	0:08:22
11288033	1:00	0:12:53	1:05:10	0:23:50
11983009	1:55	0:22:41	1:40:30	1:06:30
11291089	2:00	0:12:34	1:24:18	1:18:42
11295015	1:55	0:29:17	2:28:24	0:47:36
Celkem	40:52:00	6:11:13	28:14:08	**26:02:52**

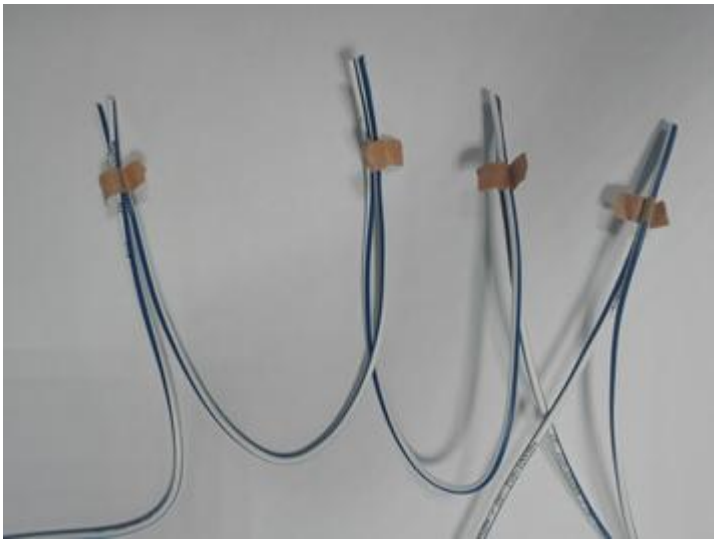
- *Ruční krimpování při Komax I, II = čas, za který se okrimpují neosazené dráty*
- *Celkový vypočtený čas Komax II = ruční krimpování + svazky + čas pro zpracování na Komaxu + přihlášení/odhlášení*
- *Úspora času manuálního krimpování = ruční krimpování při Komax I + čas pro zpracování Komax I – celkový vypočtený čas pro Komax II*

Z tabulky je zřejmá úspora času zapříčiněna využitím svařovacího modulu EKS Keller. Ze 14 sledovaných zakázek, z nichž 5 bylo certifikace CSA-UL se inovací snížil čas zpracování drátů z 54 hodin a 17 minut na 28 hodin 14 minut. Podařilo se uspořit přes 26 hodin na manuálním středisku krimpování. Záporná hodnota u první zakázky je způsobena tím, že při výpočtu je počítáno s danými časy pro jednotlivá krimpování a časy na přihlášení a odhlášení zakázky. Pracovnice na této zakázce strávila méně času, nejspíše na rychlejším přebrání zakázky a na rychlejší manuální práci. A proto i když vypočtený čistý čas pro manuální krimpování při Komaxu II byl mnohem nižší, tak v celkovém času jsou započteny všechny tyto časy.

6.2 Inovace dvoudutinkovače

Navýšení potenciální kapacity manuální práce na krimpování bude pomocí dvoudutinkovače ZF Unic-LZ, který bude obsluhovat operátor Komaxu II. Tato práce bude souběžná při zpracování drátů na Komax II. Operátor po spuštění svazku na Komax II se bude zabývat dvoudutinkováním příslušných drátů. Pomocí stroje ZF Unic-LZ je možné využívat pouze pro dráty normy ISO. Dráty certifikované CSA-UL mají silnější izolaci a stroj jí nedokáže odholit.

Při testování dvoudutinkovače byla naměřena průměrná hodnota času pro osazení dvoudutinkou na 2,40 vteřiny a 2 vteřiny na manipulaci s dráty. Komax II dokáže dráty pro dvoudutinkování svázat tak, aby nebylo nutné hledání příslušných konců drátů. Při výpočtu je nutné brát zřetel, že počet drátů se vydělí dvěma.



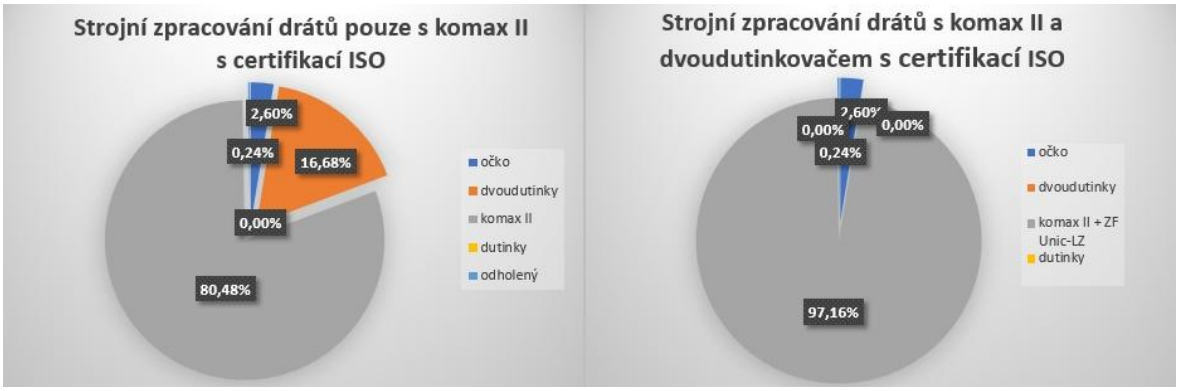
Obrázek 37 Dráty pro dvoudutinkování z Komaxu II

Tabulka 8 Výpočet kripování dvoudutinek

	Počet krimpování dvoudutinkou	Ruční kripování bez dvoudutinkovače	Práce na dvoudutinkovači	Ruční kripování s dvoudutinkovačem
ISO	232	0:20:51	0:08:30	0:00:00
ISO	230	0:20:41	0:08:21	0:00:00
CSA-UL	530	0:47:36	Nelze	0:47:36
CSA-UL	542	0:48:38	Nelze	0:48:38
CSA-UL	100	0:09:00	Nelze	0:09:00
CSA-UL	258	0:23:13	Nelze	0:23:13
ISO	246	0:20:08	0:09:01	0:00:00
ISO	98	0:08:50	0:03:36	0:00:00
ISO	116	0:10:22	0:04:15	0:00:00
ISO	90	0:08:01	0:03:18	0:00:00
ISO	82	0:07:23	0:03	0:00:00
ISO	148	0:13:19	0:05:26	0:00:00
CSA-UL	136	0:12:14	Nelze	0:12:14
ISO	232	0:20:51	0:08:30	0:00:00
Celkem	3040	**4:31:07**	**0:53:57**	**2:20:41**

Z tabulky č. 7 plyne, že na ručním krimpování z 9 zakázek certifikace ISO se ušetří na ruční práci přes 2 hodiny a 10 minut. Je to znázorněno ve 3. a 5. sloupci. Kdy ve 3. sloupci je čas strávený ručním krimpování před dvoudutinkovačem a v 5. sloupci po zavedení dvoudutinkovače do procesu. Znázorněný čas ve 4. sloupci je čas, který bude vykonávat operátor Komaxu II a stráví nad tím téměř hodinu při 14 analyzovaných zakázkách. Při návrhu layoutu pracoviště Komaxu II a střediska krimpování totiž budu počítat s tím, že obsluhu dvoudutinkovače bude provádět operátor Komaxu II během stříhání svazků na stroji. Průměrnou dobou zpracování drátů na Komaxu II je 54 minut, během které postupně zpracuje dráty pro dvoudutinkování.

Z grafu na obrázku 38 je viditelná úspora ručního zpracování podle normy ISO při využití dvoudutinkovače o více než 16 % a celková úspora čistě ručního krimpování za využití navrhovaných strojů Komax II a dvoudutinkovače je 38,66 %. U certifikace CSA-UL není možné strojově zpracovávat dvoudutinky, ale pomocí Komaxu II je možné zpracovávat veškeré dutinky oproti Komaxu I a úspora je 75,72 %.



Obrázek 38 Procentuální znázornění strojního zpracování podle počtu drátů

6.3 Návrh layoutu

Při rozšiřování závodu v roce 2018 a stěhování elektromontáže do nové haly se již počítalo s investicí do nového Komaxu II a bylo na něj připraveno místo. Při návrhu bylo pracováno s touto vymezenou plochou a vycházelo se z analyzovaných dat, protože se v den analyzování zpracovávaly dráty s certifikací jak ISO, tak CSA-UL. Při inovaci Komax II a dvoudutinkovače ZF Unic-LZ se doba ručního krimpování z analyzovaných 40 hod. a 52 min. rapidně snížila na 8 hod. a 3 min. Čas na dvoudutinkování se snížil na 2 hodiny a 20 minut a čas ručního krimpování na 6 hodin a 11 minut bez započítání času pro svazkování a přihlášení zakázky.

Tabulka 9 Výpočet celkového času ručního krimpování

	č. zakázky	Ruční krimpování silovky	Ruční kripování drátů	Krimpování na dvoudutinkovači	Celkový čas krimpování zakázky
	10066169	0:40:00	0:14:34	0:08:30	0:54:34
	10066163	1:10:00	0:17:42	0:08:21	1:27:42
CSA-UL	10116070	1:25:00	0:53:08		2:18:08
CSA-UL	10075282	2:30:00	0:49:54		3:19:54
CSA-UL	11288004	0:39:00	0:09:00		0:48:00
CSA-UL	10106072	1:20:00	0:28:03		1:48:03
	11294016	0:33:00	0:14:52	0:09:01	0:47:52
	11293054	0:20:00	0:04:52	0:03:36	0:24:52
	11288034	0:40:00	0:05:44	0:04:15	0:45:44
	11284222	0:30:00	0:07:06	0:03:18	0:37:06
	11288033	0:40:00	0:05:30	0:03:00	0:45:30
	11983009	0:55:00	0:09:22	0:05:26	1:04:22
CSA-UL	11291089	0:35:00	0:12:34		0:47:34
	11295015	0:25:00	0:08:26	0:08:30	0:33:26
Celkem		12:22:00	4:00:47	0:53:57	16:22:47

Časy z tabulky č. 9 jsou čisté časy na práci bez započítání časů na svazkování, podpůrné práce a přihlášení zakázky. Celkový čas připočtený k čistému času pro 14 zakázek je 4 hodiny a 7 minut. Tento čas je přičten k jednotlivým zakázkám v tabulce č. 10. Při zachování dvousměného modelu na středisku ruční krimpování by mohla být pouze jedna pracovnice na jednu směnu, protože náplní práce je také zpracování silových kabelů. Silové části na opracování je ale mnohem méně, protože zpracování silové části se provádí na stroji Metzner. Tato část kabelové konfekce nebyla analyzována a muselo by dojít tedy k přesnějšímu zkoumání. Strávený čas na krimpování silové části byl získán ze záznamů pracovnic. Komax zpracoval 14 analyzovaných zakázek za téměř 13,5 hodiny ve dvou dnech a to 11. a 12. 4. Devět zakázek bylo vyrobeno 11. 4. a pět zakázek 12. 4. Dne 11. 4. 2019 bylo zpracováno na Komax I 12 zakázek. Veškeré zjištěné a vypočítané časy jsou v tabulce č. 9.

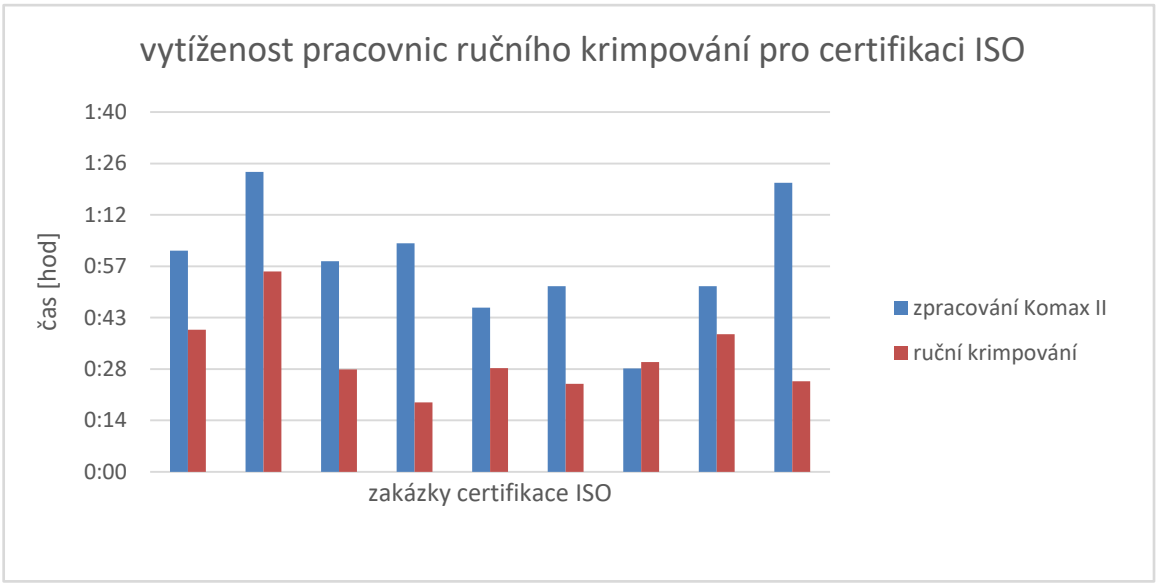
Tabulka 10 Celkový čas zpracování na ruční krimpování

č. zakázky	Zpracování drátů	Zpracování silovky	Celkový čas
10066169	0:39:34	0:40:00	1:19:34
10066163	0:42:16	1:10:00	1:52:16
10116070	1:16:08	1:25:00	2:41:08
10075282	1:01:30	2:30:00	3:31:30
11288004	0:39:30	0:39:00	1:18:30
10106072	0:45:19	1:20:00	2:05:19
11294016	0:24:26	0:33:00	0:57:26
11293054	0:18:58	0:20:00	0:38:58
11288034	0:18:10	0:40:00	0:58:10
11284222	0:19:18	0:30:00	0:49:18
11288033	0:21:34	0:40:00	1:01:34
11983009	0:22:06	0:55:00	1:17:06
11291089	0:28:44	0:35:00	1:03:44
11295015	0:25:48	0:25:00	0:50:48
Celkem	8:03:21	12:22:00	**20:25:21**

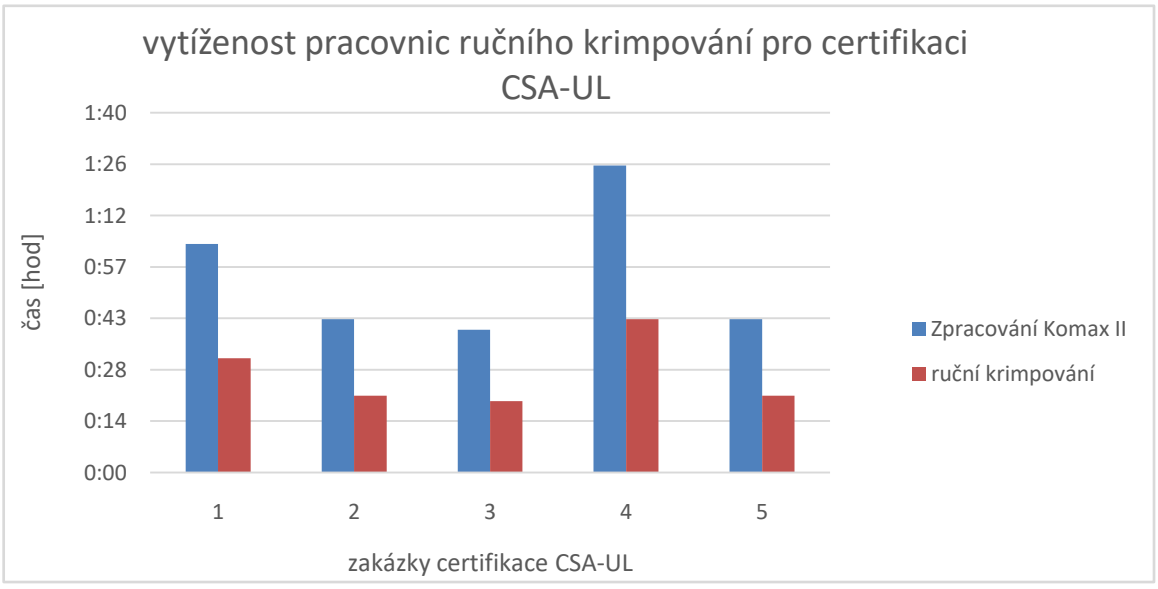
Z tohoto celkového času 20,5 hodiny nám vyplývá počet pracovních míst ve středisku ruční krimpování. Pracovní místa lze zredukovat ze tří na dvě za využití dvousměnného provozu. Čtyři pracovnice za den pracují dohromady 30 hodin s průměrnou efektivností oproti normám 102,8 % za měsíc duben. Průměrně zakázka za využití Komaxu II a dvoudutinkovače trvá 1,42 hodiny. Krimpování drátů trvá průměrně 35 minut a krimpování silovky 53 minut. Pracovnice musí mít vyhrazený čas na uklizení pracoviště a doplnění materiálu. Za využití 4 pracovnic za den lze ručně zpracovat veškeré zakázky

zpracované ten samý den na Komax II. Na Komax I zpracované zakázky se ručně zpracovávaly dohromady se silovkou přes 53 hodin viz tabulka č. 4 a přičtení času pro krimpování silovky z tabulky č. 10.

Za předpokladu, že při pracování Komaxu II budou zpracovávat zakázky dvě pracovnice na ručním krimpování, je možné pro představu vytížení počítat s poloviční dobou zpracování na ručním krimpování.



Obrázek 39 Graf vytíženosti ručního krimpování pro certifikaci ISO



Obrázek 40 Graf vytíženosti ručního krimpování pro certifikaci CSA-UL

Z grafů na obrázku 39 a 40 je vidět, že dvě pracovnice na středisku ručního krimpování budou kapacitně stíhat zakázky z vytvořené FIFO zásoby pomocí pojezdu. Pracovnice nebudou tedy plně vytížené a je možné, aby se pracovnicím dále měnila náplň práce.

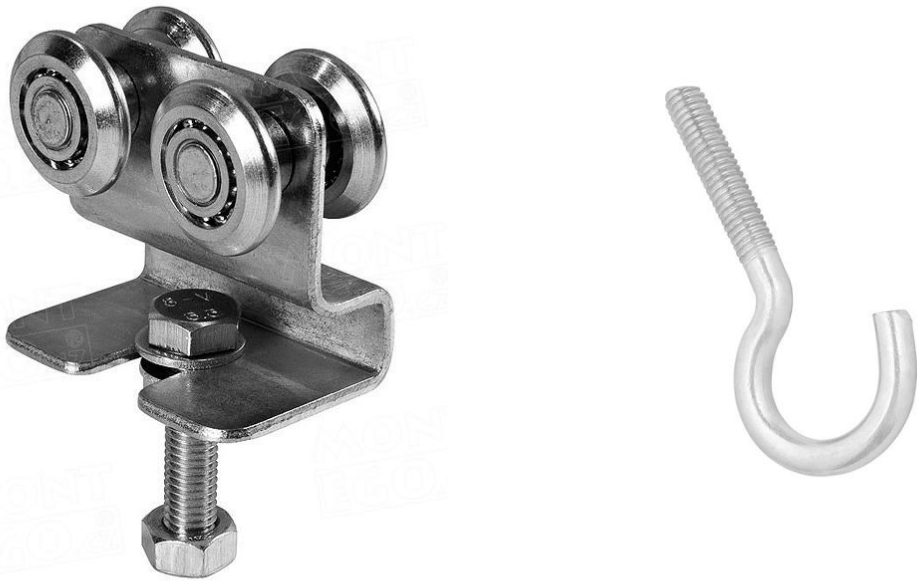
Pro efektivnější přesun drátů od Komax II a střediskem ručního krimpování byl vymyšlen jednoduchý dopravník pro svazky drátů. Kdy operátor svazek pro dvoudutinkování osadí na dvoudutinkovači ZF Unic-LZ a poté sváže vázací páskou a zahákne na kolejničku pro přepravu svazků. Pokud se nejedná o osazení dvoudutinkami, tak operátor svazek spojí vázací páskou a rovnou pošle. Na konci kolejničky bude připravený prostor pro zachycení svazku drátů. Svazek se sundá z háčku a háček pošle zpět druhou kolejničkou. Svazek drátů buďto rovnou zkontroluje, a pokud není osazen očky nebo se jedná o osazení dvoudutinkami u zakázky s certifikací CSA-UL, tak konce drátů okrimpuje. Hotové a zkontrolované dráty se dají do bedny, na tu se nalepí papír s číslem zakázky a uloží do regálu. Poté se pracovnice věnuje silové části zakázky. Při věnování silové části, tak do připraveného boxu zatím přichází z kolejničky svazky drátů. Tímto způsobem se sníží manipulace s bednami.

6.3.1 Pojezd pro svazky drátů

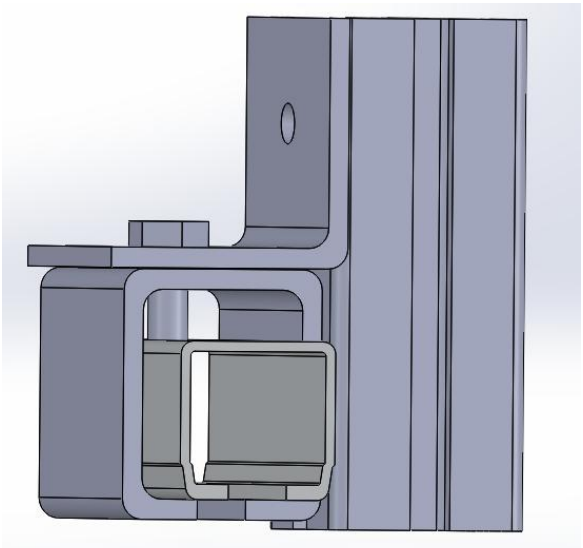
Navrhovaný pojezd je vytvořený pro snažší a rychlejší manipulaci z důvodu přidání práce operátorovi. Kontrukce pro pojezd je navrhnuta pomocí programu MAY-CAD z hlinikových profilů MayTec. Navrhnutá konstrukce měřící 3,5 metru bude na kolečkách pro snadnou manipulaci a bude vážit 30 Kg. Na konstrukci budou připevněny navrženým úchytem profily typu C, které budou sloužit jako kolejnice, viz obrázek č. 41. Systém je inspirovaný pojezdem závěsných vrat, kdy bude fungovat na stejném principu. Pro pojezd je využitý dvojitý závěsný vozík, na který bude přimontován pomocí matic M8 a podložek hák. Pro samovolný pojezd bude C profil nakloněn od Komax II ke stolu krimpování a také pro zpáteční pojezd prázdných háků od stolu krimpování zpět ke Komaxu II.

Pojezd a následné uložiště by sloužilo jako FIFO zásoba, která by řídila středisko krimpování. Na ručním krimpování by nemuselo být řízeno montáž plánem a další výhodou by bylo kvalitativní hledisko. Při FIFO zásobě by byla během chvíle známá chyba

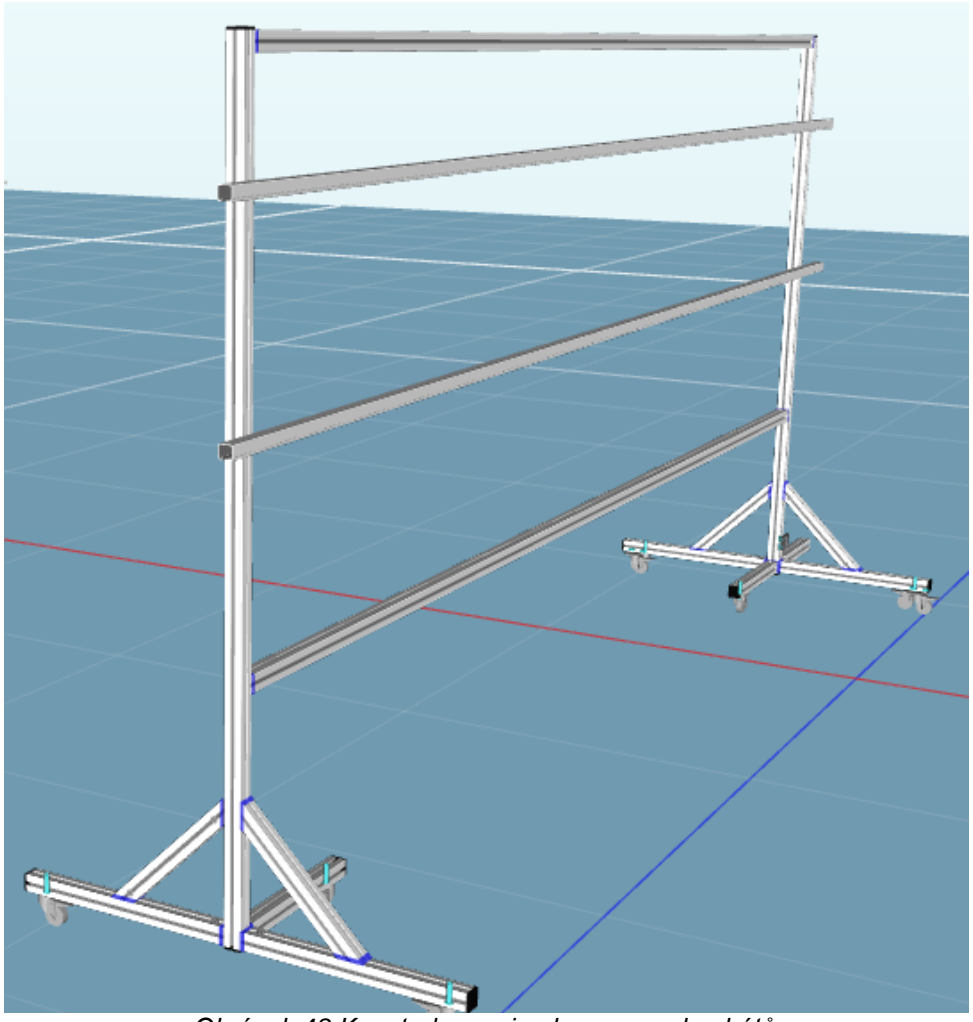
při kontrole na ručním krimpování a hned by bylo zřejmé, jaké svazky drátů je třeba zkontrolovat. Oproti nahromadění beden s dráty v regálu, kde by musela proběhnout kontrola veškerého uskladněného materiálu.



Obrázek 41 a) Dvojitý závěsný vozík b) Hák na svazky drátů



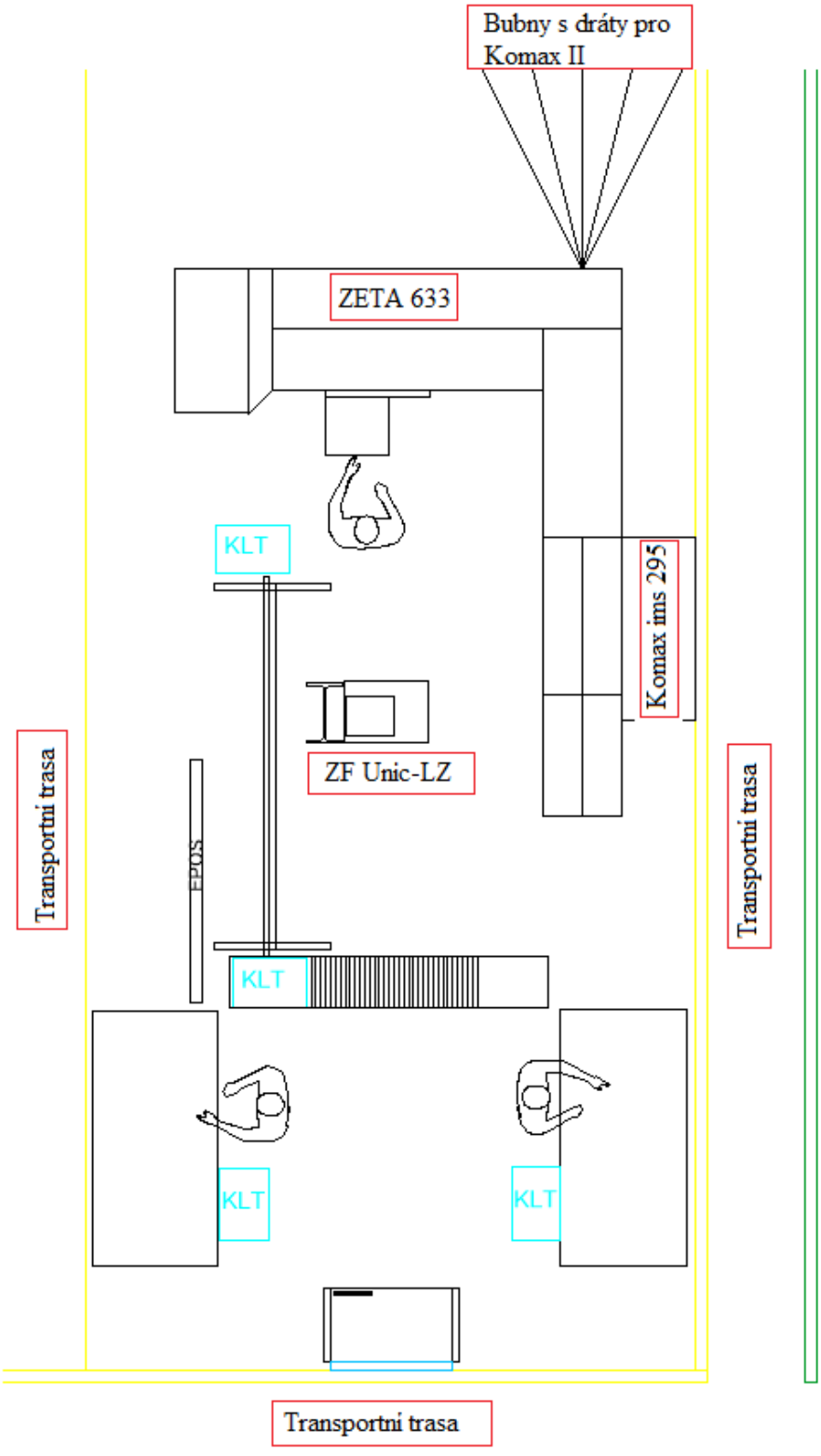
Obrázek 42 Uchycení profilu C na konstrukci



Obrázek 43 Konstrukce pojezdu pro svazky drátů

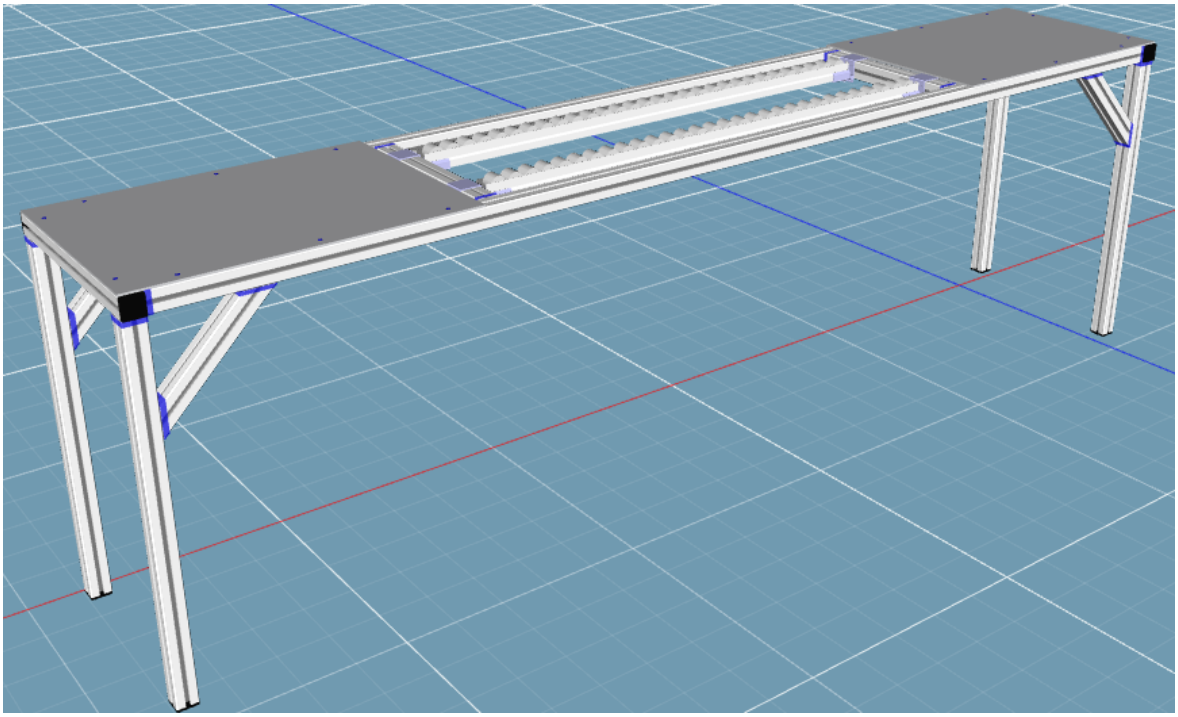
6.3.2 Layout pracoviště

Oproti starému layoutu při přidání Komaxu II se změní pracovní místo ve středisku ručního krimpování a změní se také jejich buffer z důvodu využití pojezdu pro svazky drátů. Navrhovaný layout také bude obsahovat již zmíněný dvoudutinkovač. Layout je zobrazen na obrázku č. 44.



Obrázek 44 Layout pracoviště

Pro předávání zakázek mezi 2 pracovnice je navrhnut stůl s posunem.



Obrázek 45 Stůl pro přesun beden

6.3.3 Předávací místa

Při novém rozložení na středisku kabelové konfekce se změní předávací místa a pohyb přepravek s dráty. Přesun ve středisku mezi strojem Komax a místem ručního krimpování by byl proveden pomocí navrhnutého pojezdu viz předchozí kapitola. Tímto způsobem by vznikla minimalizace přesunu přepravek s dráty po středisku. Zhotovené dráty připravené pro drátování elektrorozvaděče by se ukládaly do bufferu krimpování. Na tomto předávacím místě by probíhala předávka s manipulantem skladu, který zařizuje přesun materiálu na daná střediska.

Minimalizace předávacích míst

Předávací místa lze zmenšit v poměru skladovacích dnů. Z analyzovaného současného stavu, kdy bedny s dráty jsou nyní skladovány v bufferu krimpování průměrně 2,5 dne a dráty na předávacích místech středisek jsou sladovány 2,3 dne. V budoucím navrhovaném stavu budou bedny s dráty v bufferu krimpování skladovány maximálně 3,5 hodiny a na předávacích místech maximálně 15 hodin, protože se dráty budou zpracovávat den před osazováním elektrorozvaděče.

V bufferu krimpování jsou uložené i bedny se silovou částí a každá zakázka má jednu bednu silové části. Za půlku směny se zpracuje maximálně 5 zakázek s tím, že z Komaxu II bude uložená zakázka v zásobě FIFO. Při návrhu je počítáno s 2,5 bedny na zakázku, kde jsou započteny dráty i silová část.

V týdnu 8. - 12. 4. 2019 se za týden vyrobilo na stroji Komax I 61 zakázek, z toho 11 zakázek bylo na středisko EMV. Předávací místo EMV současně měří 11,7 m^2. EMV zakázky obsahují i 3 bedny s dráty, průměrně je počítáno s dvěma bednama drátů a dvěma bedny silové části. Denně je vyrobeno 2-3 bedny ze sledovaného týdne. Pro denní spotřebu je dostatečný tudíž 1 regál s kapacitou 12 beden, ale při různorodosti a náročnosti elektrorozvaděčů pro závod Valentin jsou časy drátování odlišné. Proto je navrhnuta dvojnásobná kapacita. V návrhu jsou také regály, kde je možné odebírat dané bedny bez nadbytečné manipulace.

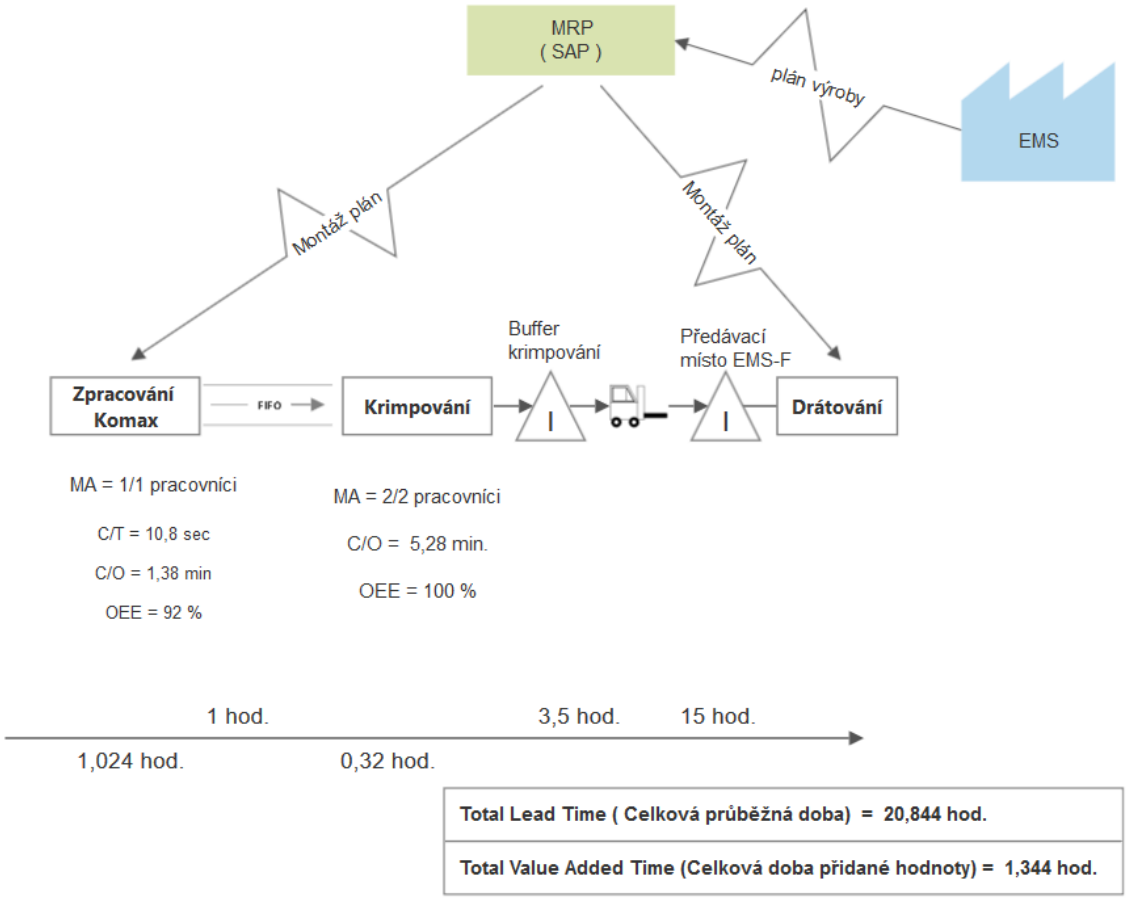
Předávací místo pro EMS-F je rozlišené pro dráty a silovou část. Tudíž zde jsou řešeny pouze místo pro dráty. Za den se zpracuje průměrně 10 zakázek a zde budu počítat s 1 bednou na zakázku, protože se jedná o menší elektrorozvaděče montované na taktovací lince. Proto zde bude dostatečný jeden vozík s kapacitou 12 beden. Na předávacím místě EMS jsou nyní bedny skládány na sebe ve třech sloupcích. Nyní navrhují jeden vozík s kapacitou 12 beden.

Tabulka 11 Výpočet úspory skladovacích prostorů

Skladovací prostory	Současný stav	Navrhovaný stav
Buffer krimpování	3,5 m^2	0,88 m^2
Předávací místo KK	2,88 m^2	odstraněno
Předávací místo EMS	0,72 m^2	0,306 m^2
Předávací místo EMS-F	0,612 m^2	0,306 m^2
Předávací místo EMV	11,7 m^2	1,76 m^2
Celkem	19,412 m^2	3,252 m^2
Úspora místa	**16,6 m^2**	

6.3.4 VSM

Pro znázornění budoucího mapování toku hodnot je zpracována stejná zakázka jako při analyzování.



Obrázek 46 VSM navrhovaného procesu zpracování drátů

Při využití nového plánování, kdy se zpracování drátů provádí jeden den před osazováním elektrorozvaděče, se rapidně zkrátí průběžná doba zejména o časy skladování. Proces krimpování nebude řízen montážním plánem, ale zásobou FIFO z Komaxu II. Zmenší se počet pracovnic na ručním krimpování na 2 pracovnice na směnu. Z bufferu krimpování zakázka bude odvážena 2x za směnu manipulantem skladu, proto jsem určil dobu skladování na tomto předávacím místě na 3,5 hodiny. Čas skladování na předávacím místě EMS-F bude 1 den. VAR této zakázky se zvýší z 2,51 % na 6,44 %. Malé navýšení VAR je dáno zkrácením doby přidané hodnoty.

7 Doporučení pro praxi

Má diplomové práci byla založena zejména na poznatcích z analyzování výrobního procesu. Z analyzovaných dat jsem vypočítal průběžnou dobu a vytvořil špagetový diagram. Dalším krokem bylo vytvoření mapy materiálového toku. Pro počáteční stav jsem zaznamenal zakázky z hlediska časového kritéria a z hlediska využitého množství drátů. Tyto data jsem porovnával s vypočtenými daty při využití Komaxu II a dvoudutinkovače ZF Unic-LZ. Po vypočtení manuální časové náročnosti při krimpování jsem navrhl budoucí layout pracoviště. Nyní vypíši hlavní přínosy, které jsem při této práci dosáhl a zjistil.

Úspora času

Hlavním účelem této práce bylo zjistit, jaký účinek bude mít investování do nového stroje Komax II. Při výpočtech časů jsem počítal se stejným časem strojového zpracování jako u Komax I. Benefitem Komaxu II totiž není rychlejší takt, ale zpracování všech průměrů drátů zakončené dutinkou. Proto v mé práci vypočítávám jaké množství při analyzovaných zakázkách lze zpracovat strojově. Pro sledované zakázky byl analyzovaný čas 40,5 hodiny pro manuální práci a při využití Komaxu II se tento čas zkrátil na 14,82 hodiny při započtení času na svazkování a přihlášení a odhlášení zakázky. Při zjištění benefitu Komaxu II jsem do procesu započítal dvoudutinkovač ZF Unic-LZ, který zpracuje veškeré dráty, které jsou zakončené dvoudutinkou. U dvoudutinek jsem musel rozdělit zakázky s certifikací ISO a CSA-UL, protože dráty podle normy CSA-UL mají silnější izolaci a stroj jí nedokáže odholit. Při využití dvoudutinkovače se doba pro manuální krimpování zkrátila na 6,45 hodiny, protože dvoudutinkovač bude obsluhovat operátor souběžně se zpracováním drátů na Komaxu II. Celková úspora času sledovaných zakázek se vyšplhala na 32,81 hodiny.

Z hlediska návaznosti materiálu z Komax II na ruční krimpování není možné dodávat zásoby právě včas principem JIT. Není jednoznačný takt na zakázku, protože každá zakázka je různorodá a skládá se z jiného počtu drátů. Je důležité také zohlednit, že 2x týdně se mění veškeré dráty vstupující do Komaxu pro zpracování drátů podle certifikace CSA-UL a ISO. Liší se také čas zpracování silové části. Proto ve své práci navrhuji ve středisku ruční krimpování 2 pracovnice na jednu směnu.

Úspora místa

Při analyzování jsem zaznamenal nadbytečné přesuny z bufferu krimpování na předávací místo s manipulantem skladu. Proto při návrhu layoutu jsem se zaměřil také na toto plýtvání. Zbytečné přemisťování nepřidává výrobku žádnou hodnotu. V návrhu jsem prohodil pozice stolů pro ruční krimpování a jejich bufferu, kde jsou uloženy přepravky s dráty. Regál bufferu krimpování bude z obou stran přístupný a viditelný pro manipulanta skladu. Když bedna bude do hlavní uličky nasměrována tak, aby byla číslem zakázky viditelná pro manipulanta, tak to bude znamení, že zakázka je zpracovaná a je připravena k odvozu na předávací střediska drátování. Tímto se ušetří jak nadbytečný prostor pro předávací místo se zabírající plochou 2,88 m^2, tak čas vynaložený na přesun beden. Zbylá předávací místa byla zredukována a byly navrhnuty regály, kde doposud chyběly. Úspora místa na předávacích místech je 16,6 m^2, což je úspora 85,5 % prostoru.

Plánování

Z analyzování a vypočítání průběžné doby jsem zjistil, že VAR je 4,05 % a je to dáno nadbytečným skladováním připravených drátů. S tímto problémem souvisí plánování zpracování drátů, které doposud je 4 dny před osazováním elektrorozvaděče. S využitím Komaxu II a dvoudutinkovače je možné začít dráty EMS-F zpracovávat den před osazováním pro dostatečnou rezervu pro riziko poruchy. Osazování elektrorozvaděče EMV trvá 1-2 dny podle velikosti. Proto je možné při bezporuchovém provozu zpracovávat dráty EMV na Komaxu II v den osazení. Na středisku ručního krimpování s denní kapacitou 30 hodin jsou schopné pracovnice zpracovávat zakázky téměř hned při přijetí svazků drátů po pojezdu od Komax II.

Pro zlepšení procesu doporučuji následující postup:

- Vyhodnocení na větším vzorku zakázek z hlediska kapacit na pracovišti ručního krimpování
- Zavedení Komax II a dvoudutinkovače ZF Unic-LZ do procesu
- Sestavení a testování pojezdu pro svazky drátů
- Detailní zpracování layoutu střediska ručního krimpování

- Vyhotovení navrhovaného layoutu pracoviště ručního krimpování
- Příprava nového pracovního standartu – nové technologické postupy
- Seznámení pracovníků s novým technologickým postupem
- Změna plánování
- Zmenšení analyzovaných předávacích míst včetně vyznačení ploch
- Návrh změny náplně práce pracovníků pracoviště krimpování
- Snížení počtu zaměstnanců pracoviště krimpování
- Definování nového současného stavu

8 Závěr

Cílem diplomové práce bylo zlepšení výrobního procesu a dosažení vyšší efektivity při procesu zpracování drátů ve společnosti Engel strojírenská spol. s.r.o. sídlící v Kaplici. Společnost se zaobírá výrobou elektrorozvaděčů pro vstřikovací stroje značky Engel. Úkolem bylo analyzování procesu pomocí VSM, špagetového diagramu a výpočtu průběžné doby zakázky pro daný úsek. Ve vlastním návrhu byl navrhnut layout a sepsána opatření pro úsporu času a místa za využití nového stroje pro zpracování drátů Komax II se svařovacím modulem EKS Keller a za využití dvoudutinkovače ZF Unic-LZ.

V prvním bodě teoretické části je sepsán přehled o současném stavu ve zlepšování výroby a seznámení se zlepšováním procesů a optimalizací. Popsány byly základní pojmy, co je to proces a z čeho je tvořen, řízení výroby a další základní pojmy využívané v této diplomové práci. Ve druhé a třetí kapitole jsou představeny metody a nástroje využívané při zlepšování procesů a zavádění štíhlé výroby.

V první polovině čtvrté kapitoly mé diplomové práce jsem stručně popsal společnost Engel a dceřinou společnost Engel v Kaplici, ve které budu analyzovat výrobní proces a budu navrhovat jeho zlepšení. Představil jsem zde stroj na zpracování drátů Komax a investici do nového stroje Komax II se svářecím modulem a stroj pro zpracování dvoudutinek ZF Unic-LZ.

V pátém bodě je popsané analyzování části procesu pro zpracování drátů. Pro analyzování bylo využito mapování hodnotového toku, kdy byl sledován pohyb a čas drátů. Pro tento proces byl sledován jeden den na středisku krimpování, kde se zanalyzovalo 14 zpracovaných zakázek. Mezi těchto 14 zakázek patří zakázky, které byly tento den dodělány z minulého dne i zakázky tento den nedodělané a dopracované další den pro vyšší koncentraci zakázek pro analyzování. Pro grafické znázornění toku materiálu byl nakreslen špagetový diagram do layoutu elektrovýroby a vyznačená předávací místa, kde jsou bedny s dráty skladovány. Časy jednotlivých úkonů a časů skladování jsou zpracované v tabulce, kde je vypočítaná průběžná doba a ukazatel VAR udávající poměr přidané hodnoty procesu. Z analyzování byly zjištěny nedostatky a odhaleny zdroje plýtvání. Jako hlavní nedostatky bylo určeno plýtvání nadbytečným skladováním a

nadbytečnými přesuny materiálu. Pro zefektivnění procesu byla v návrhu vypočítávaná úsporu času při využití strojního zpracování.

V samotném návrhu byla vypočítána úspora času při využití strojového zpracování a navrhnutý nový layout s využitím těchto strojů a redukcí pracovních míst ve středisku krimpování. Ke konci mé práce je zhodnocení navrženého zlepšení a doporučení pro praxi.

Seznam literatury a informačních zdrojů

[1] A. Svozilová, *Zlepšování podnikových procesů*. Grada Publishing a.s., 2011.

[2] Managementmania, "Metody pro zlepšování procesů." [Online]. Získáno z: https://managementmania.com. [Viděno: 17-May-2019].

[3] R. Fišer, *Procesní řízení pro manažery*. Grada Publishing a.s., 2014.

[4] Cs. doc. Ing. Vlastimil Skočil, "Výukový materiál."

[5] Cs. Doc. Ing. Alois Fiala, "Nástroje zlepšování procesů," *Verlag Dashöfer*. [Online]. Získáno z: https://www.qmprofi.cz/33/nastroje-zlepsovani-procesu-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EnaUJItCVHVaAOa_gklXE0Ow9PBWuC7BmQ/. [Viděno: 12-Feb-2019].

[6] API, "Jednotlivé metody a nástroje," *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o*. [Online]. Získáno z: https://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch. [Viděno: 20-May-2019].

[7] Al. Ing. Leo Tvrdoň, Ph.D. and Al. Ing. Jaroslav Bazala, Ph.D., "Průběžná doba výroby." [Online]. Získáno z: https://www.dlprofi.cz/33/prubezna-doba-vyroby-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EkKpRnC__SJUJPPbSRrCsWM/. [Viděno: 06-May-2019].

[8] M. Keřkovský and O. Valsa, *Moderní přístupy k řízení výroby, 3. doplněné vydání*. CH Beck, 2012.

[9] S. Akaa and G. Akyuz, "The Effect of Production Management Course on the Self-Efficacy of Employees," *Elsevier*. [Online]. Získáno z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815040586#aep-article-footnote-id2. [Viděno: 05-Feb-2019].

[10] V. Soukupová a D. Strachotová, *Podniková ekonomika*. VŠCHT Praha, 2005.

[11] N. ergonomického uspořádání pracoviště ajeho vliv na výkonnost podnikuAdéla Köhlerová, "Návrh ergonomického uspořádání pracoviště ajeho vliv na výkonnost podniku," *Bakalářská práce,* 2014. [Online]. Získáno z: https://docplayer.cz/11498586-Navrh-ergonomickeho-usporadani-pracoviste-a-jeho-vliv-na-vykonnost-podniku-adela-kohlerova.html. [Viděno: 02-Apr-2019].

[12] Anna Kosieradzka, "Maturity Model for Production Management," *Elsevier*, 2017. [Online]. Získáno z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817312456?via%3Dihub. [Viděno: 05-Feb-2019].

[13] R. Lukášová, *Organizační struktura a její změna*. Praha: Grada Publishing a.s., 2010.

[14] P. . PhDr, Doc. Jitka Vysekalová and I. J. Mikeš, *Image a firemní kultura*. Grada Publishing a.s., 2009.

[15] D. V. Ř. Cs. Ing., *Podnikové procesy - procesní řízení a modelování*. Grada Publishing a.s., 2007.

[16] I. A. Jančíková, "Organizační kultura a řízení kvality," *Disertační práce*. [Online]. Získáno z: https://is.muni.cz/th/165778/esf_d/.

[17] ROI Management Consulting AG, "six sigma," *roi-international*, 2012. [Online]. Získáno z: http://www.sixsigma-fab.cz/six-sigma-terminologie/six-sigma#.XGLVgFxKjMU. [Viděno: 12-Feb-2019].

[18] T. Pyzdek and P. A. Keller, *The Six Sigma handbook : revised and expanded*. New York: McGraw-Hill Education, 2014.

[19] S. r. o. Productive system, "DMAIC- model řízení Six Sigma projektu," *Svět produktivity*, 2012. [Online]. Získáno z: http://www.svetproduktivity.cz/slovnik/DMAIC-Model-rizeni-Six-Sigma-projektu.htm. [Viděno: 19-Feb-2019].

[20] D. Sarkar, "8 Wastes of Lean Manufacturing in a Services Context." [Online]. Získáno z: https://www.processexcellencenetwork.com/lean-six-sigma-business-performance/columns/8-wastes-of-lean-manufacturing-in-a-services-conte. [Viděno: 19-Apr-2019].

[21] O. Courses, "Lean thinking for successful professionals," *comidoc.com*. [Online]. Získáno z: https://comidoc.com/lean-thinking-for-successful-professionals/. [Viděno: 20-Feb-2019].

[22] P.Arunagiri and A.Gnanavelbabu, "Identification of Major Lean Production Waste in Automobile Industries using Weighted Average Method," *Elsevier*, 2014. [Online]. Získáno z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814035309. [Viděno: 06-Feb-2019].

[23] Lean manufacturing Tools, "7 waste." [Online]. Získáno z: http://leanmanufacturingtools.org/7-wastes/.

[24] Mihail Aurel Titu, Constantin Oprean, and D. Grecu, "Applying the Kaizen Method and the 5S Technique in the Activity of Post-Sale Services in the Knowledge-Based Organization," 2010.

[25] S. Rattner, "What is the theory of constraints, and how does it compare to lean thinking?," *Lean Enterprise Institute*, 2006. [Online]. Získáno z: https://www.lean.org/common/display/?o=223. [Viděno: 20-Feb-2019].

[26] J. Vavruška, "Řízení výroby na základě úzkého místa," *Technická univerzita v Liberci*. [Online]. Získáno z: http://www.kvs.tul.cz/download/educom/MZ04/VY_03_015.pdf. [Viděno: 20-Feb-2019].

[27] V. Tomaštíková, "Aplikace 7 starých a 7 nových nástrojů řízení kvality ve společnosti Metalliset CZ s. r. o.," 2010.

[28] Prof. Dr. Christoph Roser, "What Is 'Just in Time'?," *All about lean*, 2016. [Online]. Získáno z: https://www.allaboutlean.com/what-is-just-in-time/. [Viděno: 25-Feb-2019].

[29] P. Ondra, "Co je to Kanban?," *Svět produktivity*, 2017. [Online]. Získáno z: http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/co-je-to-kanban/. [Viděno: 27-Apr-2019].

[30] P. D. C. Roser, "Anatomie Toyota Kanban," *All about lean*. [Online]. Získáno z: https://www.allaboutlean.com/toyota-kanban/. [Viděno: 19-May-2019].

[31] S. Sigma, "5S," *lean six sigma*. [Online]. Získáno z: http://lean6sigma.cz/5s/. [Viděno: 19-Apr-2019].

[32] I. J. Burieta, "5S,6S nebo dokonce 7S," *Fraunhofer IPA Slovakia*. [Online]. Získáno z: http://www.svetproduktivity.cz/clanek/5s-6s-nebo-dokonce-7s.htm/. [Viděno: 20-Feb-2019].

[33] R. Martišovič and M. Bittnerová, "Poka-Yoke," *Produktivne.sk*. [Online]. Získáno z: https://www.produktivne.sk/vsetko-o-lean/metody/poka-yoke/. [Viděno: 20-May-2019].

[34] M. Dudek-Burlikowska and D. Szewieczek, "The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process," *Jamme*, 2009. [Online]. Získáno z: http://jamme.acmsse.h2.pl/papers_vol36_1/36112.pdf. [Viděno: 20-May-2019].

[35] Prof. Dr. Christoph Roser, "Practical Tips for Value Stream Mapping," *All about lean*, 2015. [Online]. Získáno z: https://www.allaboutlean.com/vsm-pitfalls/. [Viděno: 26-Feb-2019].

[36] J. S. Mike Rother, *Learning to See*. 2008.

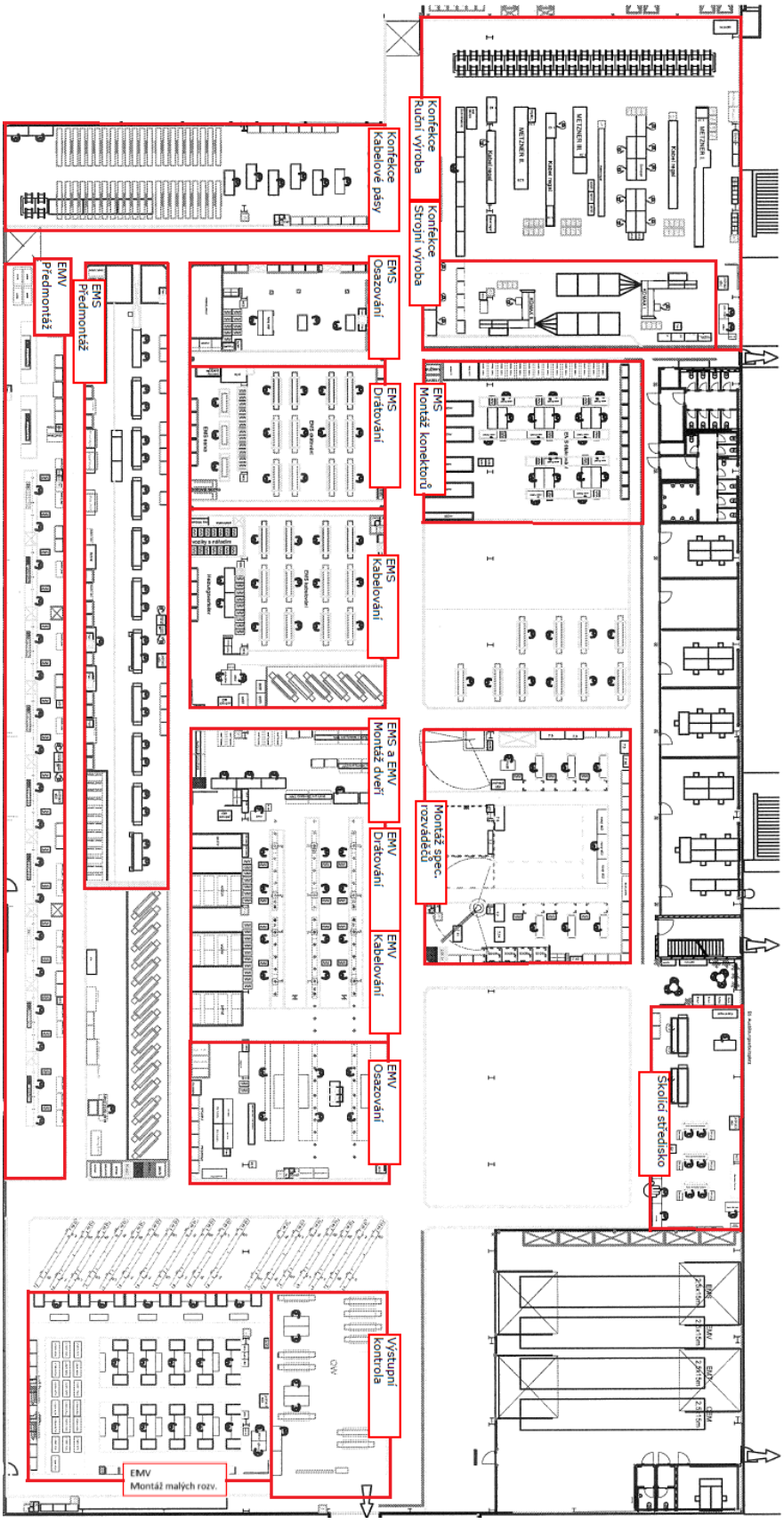
[37] W. is S. Sigma, "Spaghetti Diagram." [Online]. Získáno z: https://www.whatissixsigma.net/spaghetti-diagram/. [Viděno: 06-May-2019].

[38] O. Pracoviště, "Optimalizace pracoviště," *efektivní procesy*. [Online]. Získáno z: http://www.efektivniprocesy.cz/pracoviste.html. [Viděno: 06-Mar-2019].

[39] EngelGlobal, "Engel." [Online]. Získáno z: https://www.engelglobal.com/cs/cz.html. [Viděno: 06-May-2019].

[40] E. strojírenská spol. S.r.o, "Engel- interní informace," 2019.

Příloha



Obrázek 47 Layout elektromontáže