

# **Racionalizace výrobního procesu pomocí metody SMED ve vybrané společnosti**

Bc. Josef Jenčka

---

Diplomová práce  
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

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

Akademický rok: 2019/2020

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Josef Jenčka**  
Osobní číslo: **M18217**  
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Racionalizace výrobního procesu pomocí metody SMED  
ve vybrané společnosti**

## Zásady pro vypracování

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Zpracujte teoretické poznatky se zaměřením na metodu SMED a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části.

#### II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu přetypování vybraného strojního zařízení ve vybrané společnosti.
- Zhodnoťte získaná data a implementujte jednotlivá zlepšení pro snížení klíčového ukazatele projektu.
- Zhodnoťte výsledky projektu.

### Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran  
Forma zpracování diplomové práce: Tištěná/elektronická

#### Seznam doporučené literatury:

- ALTMAN, Harry. *Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. Independently published, 2017, 432 s. ISBN 9781978348684.
- BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke stálé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 9788026500292.
- BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean : practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD, 2016, 132 s. ISBN 9781539322948.
- KERKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 9788071793199.
- SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 223 s. ISBN 9788024739380.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **6. ledna 2020**  
Termín odevzdání diplomové práce: **21. dubna 2020**

L.S.

---

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

---

**Ing. Eva Juříčková, Ph.D.**  
ředitel ústavu

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

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

### Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Josef Jenčka

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zaměřuje na vhodné užití metody SMED ve společnosti TDK Electronics, s.r.o., které má pomoci se zkrácením doby seřízení na vybraném pracovišti. Ke správné aplikaci metody SMED byla prvně zpracována teoretické poznatky. Dále bylo nutné zanalyzovat současný stav seřízení a byly navržena zlepšení tohoto procesu tak, aby bylo dosaženo alespoň 20 % úspory času. Tyto úspory mohou firmě pomoci s konkurenceschopností, kdy v současné době se ve společnosti stále zvyšují požadavky zákazníků a zmenšují se výrobní dávky.

Klíčová slova: Průmyslové inženýrství, SMED, TPM, štíhlá výroba, přetypování

## **ABSTRACT**

Diploma thesis focuses on appropriate usage of SMED method in TDK Electronics company, which should help with shortening of set up time on chosen workplace. For correct application of SMED method was firstly compiled theoretical part. It was necessary to analyse current state of set up then, and the set up was analyzed and were proposed improvements to achieve 20 % time savings. These savings could help the company with increasing competitiveness, while in current situation there are higher customer requirements and smaller production batches.

Keywords: Industrial Engineering, SMED, TPM, Lean manufacturing, machine set up

Tímto bych chtěl poděkovat zaměstnancům společnosti TDK Electronics, s.r.o. za kvalitní spolupráci při zpracovávání diplomové práce. Velký dík patří také paní prof. Ing. Chromjakové Ph.D. za její cenné rady při zpracovávání této práce.

Také bych chtěl poděkovat svojí rodině a přátelům za podporu při studiu.

*„Talent vyhraje zápas, ale týmová práce a inteligence vyhrává šampionáty.“* **Michael Jordan**

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 METODOLOGIE LEAN</b> .....	<b>12</b>
1.1    DEFINICE LEAN .....	12
1.1.1    Základní principy Lean managementu.....	12
1.2    PLÝTVÁNÍ.....	16
<b>2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>20</b>
2.1    MODERNÍ TRENDY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	20
2.1.1    Průmysl 4.0 .....	20
2.1.2    Automatizace.....	21
2.1.3    Digitalizace .....	21
<b>3 PRODUKTIVITA</b> .....	<b>22</b>
3.1    VÝPOČET PRODUKTIVITY .....	23
<b>4 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE</b> .....	<b>24</b>
4.1    CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZAŘÍZENÍ – OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY .....	24
4.2    5S.....	25
4.2.1    Seiri - rozřídít .....	25
4.2.2    Seiton - srovnat .....	26
4.2.3    Seiso – vyčistit .....	26
4.2.4    Seiketsu – určit pravidla.....	26
4.2.5    Shitsuke – upevňovat a neustále zlepšovat .....	26
4.3    PILÍŘE TPM.....	27
4.3.1    Autonomní údržba.....	27
4.3.2    Plánovaná údržba .....	28
4.3.3    Focused Improvement .....	28
4.3.4    Začlenění kvality .....	28
4.3.5    Trénink a vzdělávání .....	28
4.3.6    Bezpečnost, zdraví a environment .....	29
4.3.7    Kancelářské TPM.....	29
4.3.8    Plánování nových strojů.....	29
<b>5 SMED</b> .....	<b>30</b>
5.2    PRINCIP METODY SMED .....	32
5.2.1    Tři kroky metody SMED .....	32
5.2.2    Postup metody SMED.....	33
<b>6 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI</b> .....	<b>35</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>37</b>
<b>7 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI</b> .....	<b>38</b>

7.1	HISTORIE .....	39
7.2	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA .....	40
7.3	EKONOMICKÉ UKAZATELE .....	40
7.4	CÍLE A VIZE SPOLEČNOSTI .....	41
7.5	PORTFOLIO VÝROBKŮ.....	41
7.6	TECHNOLOGICKÝ POSTUP.....	42
<b>8</b>	<b>ANALYTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>43</b>
8.1	VÝBĚR PROJEKTU .....	43
8.2	POPIS PROCESU PŘETÝPOVÁNÍ STROJE .....	44
8.3	POPIS LISU .....	45
8.4	POPIS PRÁCE.....	46
8.5	ANALÝZA PŘESTAVEB .....	48
8.5.1	Velká přestavba (Výměna nástroje + seřízení) .....	48
8.5.2	Graf činností velké přestavby.....	50
8.6	SPAGHETTI DIAGRAM .....	51
8.7	STŘEDNÍ PŘESTAVBA.....	52
8.8	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI.....	53
<b>9</b>	<b>PROJEKTOVÁ ČÁST.....</b>	<b>54</b>
9.1	VYMEZENÍ PROJEKTU .....	54
9.2	HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE PROJEKTU .....	54
9.3	ČASOVÁ OSA PROJEKTU.....	55
9.4	LOGICKÝ RÁMEC A RIPRAN.....	56
<b>10</b>	<b>ZEFEKTIVNĚNÍ PROCESU PŘENASTAVENÍ.....</b>	<b>59</b>
10.1	TŘI KROKY METODY SMED .....	61
10.1.1	První krok – rozdělení činností na interní a externí .....	61
10.1.2	Druhý krok – převod interních činností na externí .....	61
10.1.3	Třetí krok – technologické zlepšení procesů.....	64
10.2	NOVÉ JÍZDNÍ ŘÁDY .....	69
<b>11</b>	<b>ZHODNOCENÍ PROJEKTU .....</b>	<b>73</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>80</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>81</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>82</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>83</b>



## ÚVOD

Dnešní doba je typická zvyšujícími se nároky zákazníků, ale zároveň také posilující konkurencí ve většině odvětví. Tato situace samozřejmě nahrává zákaznické sféře, neboť z důvodu velké variability mají možnost výběru dle svých požadavků. Ovšem pro firmy je tato situace čím dál složitější, neboť aby dokázaly konkurovat ostatním, musí stále inovovat a zlepšovat. Firmy se snaží vyhovět co nejvíce zákazníkům a stále rozšiřují své portfolia, ovšem tato zvyšující se variabilita s sebou přináší zmenšování výrobních dávek a tím snižování produktivity a zvyšování nákladů.

Firmy se snaží produktivitu neustále zvyšovat, tudíž jim tato situace zmenšujících se výrobních dávek nevyhovuje. A aby tomuto snižování produktivity firmy předcházely, zavádí v poslední době metodu Single Minute Exchange of Dies, která se do češtiny dá přeložit jako „výměna nástroje v jedné minutě“. Tuto metodu vymyslel Shigeo Shingo, jeden ze zakladatelů Toyota Production System. Tato metoda pomáhá firmám ke snižování prostojů v podobě přenastavení strojů z výroby jednoho typu výrobku na jiný. Hlavními přínosy této metody je zvyšování dostupnosti strojů a tím zvyšování produktivity.

Se zmenšováním výrobních dávek se potýká také Šumperská společnost TDK Electronics s.r.o. ve které jsem zpracovával diplomovou práci právě na téma zavádění metody SMED. Cílem diplomové práce bylo snížení času přenastavení během velké přestavby lisu TPA 50/11 o 20 %. Právě tato přestavba je nejvíce frekventovaným seřízením na tomto lise. Tato práce je rozdělena do tří částí. První částí je teoretická část, která je rozdělena do šesti hlavních kapitol, které mají také své podkapitoly. Druhá část je pak část analytická, kde jsem zpracovával data získaná ve firmě, především pak natočené video seřízení. Dále je v analytické části vysvětleno, proč byl vybrán zrovna lis TPA 50/11. Poslední částí je pak část projektová, ve které jsou použity samotné principy metody SMED, neboli převod interních činností na činnosti externí a pak tu jsou také navržena zlepšení, která by pomohly původní čas seřízení zkrátit na co nejkratší čas. V poslední části diplomové práce byly také navrženy nové jízdni řady, ze kterých následně vznikly standardy přetypování, podle kterých by se měli seřizovači řídit.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cíle této diplomové práce byly rozděleny na cíle hlavní a vedlejší. Hlavním cílem, který je pouze jeden, je snížení času velké přestavby o 20 % na lise TPA 50/11. Tento lis vyrábí středně velká feritová jádra, která se v dnešní době využívají ve veškeré elektronice. S hlavním cílem přichází také další, vedlejší cíle, a těmi jsou zvýšení dostupnosti stroje, redukce nákladů a jako poslední je vytvoření standardu velké přestavby.

V teoretické části byly zpracovány poznatky, které následně souvisí s vypracováním praktické části.

Ke zanalyzování současného stavu přetypování byly natočeny a rozebrány videozáznamy velké a střední přestavby. Tato analýza ve společnosti probíhala pomocí ECRS analýzy, kterou společnost používá. Dalším, velmi cenným zdrojem informací o přestavbách byla komunikace se samotnými seřizovači, seřizovačem specialistou, ale také s technologi, nástrojáři a jinými kolegy z průmyslového inženýrství. Dále byly organizovány workshopy, které byly zaměřeny na samotné seřízení a na možnosti jeho technologického zlepšení. Další metodou, která slouží ke zhodnocení rizik projektu je metoda RIPRAN. Nejdůležitější metodou, která byla v diplomové práci použita, je samotná metoda SMED, která slouží právě ke snižování času přetypování strojů.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 METODOLOGIE LEAN

## 1.1 Definice Lean

Lean, v češtině označován také štíhlý, nebo štíhlý management, je souborem principů a metod, které můžeme definovat různými způsoby, například dle Košturiaka a Frolíka (2006 s. 17) štíhlý podnik produkuje přesně to, co jeho zákazník požaduje, a to s minimálním počtem činností, které nepřidávají hodnotu produktu nebo služby. Firma, která dodržuje metody Leanu vydělává více peněz, vydělává je rychleji s potřebou menšího úsilí, než firmy konkurenční, nebo Harryho Altmana (2017, s. 132) štíhlý, jak již název napovídá, se pro výrobu snaží použít co nejméně veškerých zdrojů – lidské práce, vkladů, strojů, prostoru, náčiní, času, pohybu, nebo vývoje.

Metoda Lean byla původně vyvinuta a nejprve také využívána pouze v oblasti průmyslové výroby. Postupem času však začala nacházet uplatnění také v jiných oblastech, a to zejména v oblasti služeb, logistiky, zdravotnictví nebo dokonce administrativy. Základní myšlenka této metodologie je jednoduchá a velmi často se používá základního logického myšlení, které se v metodologické aplikaci zaměřuje na jednotlivé aspekty procesu. (Svozilová, 2011, s. 32)

### 1.1.1 Základní principy Lean managementu

Mezi hlavní principy štíhlého managementu dle Bartoška a kol. (2014, s. 30) patří:

- **Zabránění plýtvání a chybám**

Každá chyba v procesu by měla být brána jako narušení daného procesu a měla by se začít hledat její pravá příčina. V ideálním případě by měly chyby být eliminovány tak, aby již nevznikaly, nikoli aby byly redukovány, nebo se musely odhalovat kontrolou či testováním. V praxi tomu je ovšem tak že jisté testování či kontrola jsou nutné. Když je kontrola či testování nutné, je vhodné ho posouvat co nejdále ve směru materiálového toku, nejlépe až formou finálního testování produktu, například testem funkčnosti před expedicí. (Bartošek a kol. 2014, s. 31)

- **Standardizace**

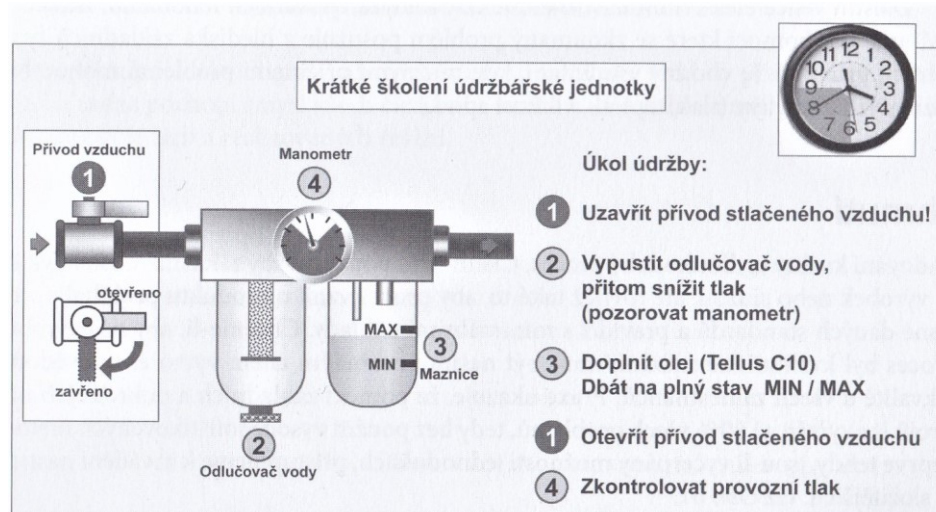
Přestože, dle Bauera a kol. (2012, s. 123) je standardizace velmi často opomíjený krok, tak Bartošek a kol. (2014, s. 35) tvrdí, že standardizace je základní prvek zlepšování procesů. Je to dáno tím, že každé zlepšení či změna procesu by měla být zakončena právě standardem

s určitou vizualizací. Standard by měl popisovat způsob provedení jistého procesu, a to podrobně co se týká činností, jejich popisu, pořadí a potřebného času k provedení dané činnosti. Zároveň je vhodné použít prvků vizualizace, kdy jednotlivou činnost budeme mít na obrázku, tato vizualizace pomáhá standard učinit přehlednější a také lépe pochopitelný. Dalším příkladem užití vizualizace ve standardu je například abnormalit, problémů v procesu. (Košturiak a kol., 2010, s. 205)

Mimo klasický standard, který popisuje celý proces krok za krokem, se v praxi používá také **OPL** (One Point Lesson – v češtině používané také jednobodová lekce). Tento jednoduchý nástroj je zaměřen pouze na jedinou činnost daného procesu a formou krátkého dokumentu (většinou jedna A4), doplněného o patřičnou vizualizaci, pomáhá při zlepšování a zvyšování efektivity procesů. Tento nástroj se nepoužívá pouze ve výrobě, ale může být použit také například v administrativních nebo servisních procesech. Jednoduchost těchto dokumentů je patrná už v jejich tvorbě, protože je doporučeno držet se pravidla 80/20, kdy 80% sdělení by mělo být dáno vizuální formou a pouhých 20% formou textu, aby bylo možné se s tímto dokumentem co nejrychleji seznámit. Jsou tři typy jednobodových lekcí, jsou jimi:

- ✓ OPL základních znalostí – Tyto OPL popisují činnosti, které jsou nezbytné k vykonávání práce členy týmu (u těchto činností často nedochází ke změně procesu, ale spíše je proces někým vykonáván špatně).
- ✓ Zlepšovací OPL – Zlepšovací OPL graficky znázorňují výsledky zlepšení. Jejich hlavním účelem je inspirace členů týmu.
- ✓ OPL řešící jistý problém – Tyto OPL popisují řešení jisté abnormality, která se v procesu může objevit a popřípadě jak této abnormalitě předejít.

(e-api.cz, ©2015)



Obrázek 1 Příklad jednoduché jednobodové lekce (Bauer a kol., 2012, s. 123)

- **Spojení znalostí a odpovědnosti**

Dle Bartoška a kol. (2014, s. 31) je právě tento bod jedním z nejdůležitějších bodů štíhlého managementu. Není tvořený žádnou metodou ani technikou, jedná se o člověka jako takového, jeho schopnosti, zodpovědnost, samostatnost. Každý pracovník by měl svou činnost vykonávat tak, aby byl splněn celkový přínos hodnoty pro zákazníka, který bude produkt nebo službu využívat. Je dobré podotknout, že v naší kultuře je tento bod nejsložitěji dosažitelným, neboť je závislý na člověku a na jeho vnitřní motivaci.

- **Zaměření na zákazníka**

Tento bod se dá teoreticky popsat jako užití principu tahu (PULL). Objednávky by měly být výrobou taženy zákaznickými požadavky. Hlavní prioritou je vytvoření hodnot, které zákazník požaduje. Je potřeba si uvědomit, že hlavním zdrojem příjmu společnosti je prodej podnikových výkonů konečnému zákazníkovi. Veškerá podniková činnost by měla být financována zákazníkem (pokud nebereme v potaz například dotace, aj.) a je potřeba si to uvědomit. (Bartošek a kol., 2014, s. 35)

- **Flexibilita**

Hlavní význam flexibility roste současně s tím, jak v minulosti rostl tlak na snižování zásob. Pokud společnost nevyrobí flexibilně a nesnaží se o krátké průběžné doby výroby, skončí s velkými zásobami hotové výroby. Základem flexibility nejsou výrobní technologie, nýbrž znalost produktu a jeho skladby a zaměstnanci. Stejná technologie je víceméně dostupná každému (pokud se nejedná o technologii, která je specifická pro danou společnost), důležité je ovšem vnitřní uspořádání, které vytváří firma. Také schopní, samostatní a dobře

motivovaní zaměstnanci jsou na rozdíl od technologií těžce dostupní. (Bartošek a kol., 2014, s. 34)

- **Zpětná vazba**

Zpětná vazba je velmi důležitá pro veškeré řídicí operace. Používá se k porovnání požadovaného (plánovaného) stavu se skutečností. Zpětnou vazbu dělíme na interní a externí. Zatímco mezi interní prvky můžeme zařadit například kvalitu, produktivitu, flexibilitu, aj. mezi externí patří například podíl na trhu, spokojenost zákazníků, aj. Interní ukazatele zpětné vazby bývají ve společnostech často dobře nastaveny, neboť na nich většinou bývá vázáno odměňování. Jejich nevýhodou je často špatná volba ukazatele. U zpětné vazby externí je často užívanou metodou dotazníkové šetření spokojenosti zákazníků. Zde ovšem dochází také k častým problémům, a to hlavně ve špatném porozumění potřeb zákazníka i po vyhodnocení tohoto dotazníkového šetření. (Bartošek a kol., 2014, s. 34)

- **Spolupráce a týmová práce**

Týmová práce pomáhá se snižováním plýtvání díky lepší komunikaci a rychlejšímu přenosu informací mezi lidmi. Dále se zde rozvíjí silné stránky pracovníků v týmu. (Bartošek a kol., 2014, s. 34) Častou metodou řízení týmové práce může být také střídání pracovních úkonů. Tuto metodu nazýváme z angličtiny Job Rotation, kdy hlavní výhodou je snížení monotónnosti pracovních úkonů, rozvíjení dalších zkušeností pracovníků, snadnější plánování (kdy zaměstnanci mohou zaskakovat za jiné, když je třeba), objevování schopností pracovníka (Middlesworth, ©2016)

- **Synchronizované a plynulé materiálové toky**

Plynulá návaznost všech fází a současně synchronizace materiálových toků slouží ke snížení ztrát způsobených čekáním, a zároveň dochází ke snížení manipulace a skladování. K synchronizaci materiálových toků je potřeba jistá pravidelnost a predikovatelnost výroby. (Bartošek a kol., 2014, s. 35)

- **Snaha o neustálé zlepšování**

Neustálé zlepšování má spoustu značení, z Japonska například Kaizen, v Anglických zemích CIP – Continual Improvement Process, nebo v Němčině KVP – Kontinuerlicher Verbesserungsprozess. Všechny tyto metody mají jednotný cíl a tím je neustále vyhledávat potenciál pro zlepšování procesů. Ideálním případem není odstranění stávajícího problému, ale přicházející problém identifikovat a zabránit mu. (Bartošek a kol., 2014, s. 35)

Dle Svozilové (2011, s. 32) se tento bod dá popsat také jako snaha o dosažení dokonalosti a je definován snížením úsilí, času, nákladů a prostorů ve všech úrovních společnosti, a zároveň produkovat předměty nebo služby, které zákazník požaduje.

## 1.2 Plýtvání

Veškeré činnosti v lidském životě, ať už je to například práce, nebo pohyb, se dá rozdělit na procesy, které hodnotu přidávají, nebo nepřidávají. To samé platí pro výrobní proces. Veškeré činnosti, které se vkládají do výrobního procesu stojí čas a čas ve výrobě stojí peníze. V Lean managementu se procesy, které nepřidávají hodnotu označují japonským slovíčkem Muda. (Bauer M. a kol., 2012, s. 25) Jak bylo zmíněno v kapitole „1.1.1 Základní principy Lean managementu“ v ideálním případě je vhodné veškeré plýtvání odstranit z výrobního procesu. Veškeré plýtvání ve výrobě bylo původně rozděleno do 7 kategorií, novější literatura uvádí jeden navíc. Tyto kategorie jsou:



Obrázek 2 Typy plýtvání (vlastní zpracování dle zdroje Skhmot, ©2017)

- **Čekání**

Do této kategorie řadíme například čekání zaměstnanců na materiál nebo na náčiní/stroj, čekání na započítání výroby, atd... Čekání je často způsobeno nevyvážeností pracovišť a tato nevyváženost může způsobit nadbytek zdrojů nebo nadprodukcí. Čekání ale nevzniká jen ve výrobě ale také třeba v kanceláři. Zde se často jedná například na čekání na odpověď na email, čekání na schválení podkladů, zbytečné meetingy, nebo například čekání na načtení počítače.



Jistým krokem, jak čekání předejít je například navrhování procesů tak, aby byl zajištěn jednotný tok výrobou, užívání propracovaných standardů, nebo například školení zaměstnanců na více pozic, kdy v případě problému, může jít zaměstnanec pomoci na jiné pracoviště. (Skhmot, ©2017)

- **Transport**

Plytvání v kategorii transportu zahrnuje veškeré přesuny lidí, nástrojů, materiálu, nebo výrobků dále, než je nezbytně nutné. Nadbytečný přesun lidí může například vést k nepotřebné práci nebo ke zbytečnému vyčerpání zaměstnance. Materiál, který je užíván častěji by vždy měl být dobře přístupný a měl by být co nejbližší pracovišti, kde se zpracovává.

Možnost, jak předejít plytvání z transportu, je například vytváření navazujících procesů, a pokud je to možné, tak budovat výrobní buňky ve tvaru U, kde je přesun materiálu nejmenší. (Skhmot, ©2017)

- **Zásoby**

Často je těžké o zásobách mluvit jako o plytvání. V účetnictví jsou vnímány jako aktivum a dosti často také dodavatelé dávají množstevní ceny, tudíž je větší množství výhodnější. Ovšem mít více zásob, než je nutné k zajištění toku výroby může způsobit problémy jako: poškození materiálu, nevhodná alokace kapitálu, zničení výrobků, atd... Nadbytek zásob vzniká buď vysokým nakupováním, vysokou rozpracovaností, nebo výrobou většího množství výrobků, než zákazník potřebuje.

Předejít nadbytku zásob se dá například zavedením metody Just in time, nebo zavedením Kanbanu ve výrobě. Zjednodušeně lze říci, že je vhodné nakupovat materiál ve správný čas a ve vhodném množství. (Skhmot, ©2017)

- **Chyby a zmetky**

Chyby a zmetky nastávají, když konečný výrobek není vhodný pro použití. Tento problém většinou ústí v přepracování nebo ještě hůř, pokud není možné nebo to není rentabilní, musí se výrobek vyhodit. Oba tyto výsledky jsou plytvání a zvyšují firmám náklady bez toho, aby zvyšovaly přidanou hodnotu pro zákazníka.

Protiopatření, která mohou pomoci s odstraněním chybovosti je navrhnutí procesu, který odhaluje abnormality a nepustí je dál do výroby (z metod průmyslového inženýrství lze použít například Poka-Yoke nebo Andon). Další možností, která může chybovost odstranit

je, navržení procesu tak, aby nevedl zaměstnance k tomu, aby tyto chyby dělali. Posledním, ale neméně důležitým protiopatřením, je standardizace výrobního procesu, ta by při správném dodržování měla zamezit vznikům vad. (Skhmot, ©2017)

- **Nadvýroba**

Nadvýroba vzniká, když je produkt vyráběn předtím, než je požadován. Tento typ plýtvání může vést k větším skladovacím nákladům, váže kapitál společnosti (dokud tyto výrobky nejsou požadovány zákazníkem a nejsou prodány).

Hlavními protiopatřeními, které mohou zabránit nadprodukcí jsou: snižování času přenastavení a tím pádem uvolnění kapacit na menší výrobní dávky, nebo užití metody Kanban, která pomáhá s množstvím rozpracované výroby. (Skhmot, ©2017)

- **Zbytečné pohyby**

V této kategorii se mluví hlavně o chození, zvedání, natahování, ohýbání, atd... Úkony, které vyžadují více pohybu, než je nezbytné, by měly být upraveny tak, aby k tomuto typu plýtvání již nedocházelo. Tím se tyto úkony stanou efektivnější a zároveň můžou být také zlepšeny z pohledu zdraví a bezpečnosti. Mezi nejčastější pohyby, které jsou považovány za plýtvání jsou například: opakující se pohyby, které nepřidávají hodnotu, chození pro nářadí, opakující se cesty pro materiál, atd...

Opatření vhodná ke snížení zbytečných pohybů mohou být například: správná organizace pracoviště, umístění potřebných nástrojů co nejbližší pracovišti. Odhalení zbytečných pohybů se dá docílit pomocí analýzy práce. (Skhmot, ©2017)

- **Nadbytečné zpracování**

Plýtvání v této kategorii vzniká například, když se dělá víc práce než je nutné, přidávají se zbytečné komponenty k výrobku, atd... Ve výrobě může být například užívání strojů s velkou kapacitou pro malou sérii výrobků (způsobuje velké náklady na kus), upravování součástek, které již byly namontovány. Plýtvání ve formě nadbytečného zpracování se často nachází také v kancelářské práci, kde se nejčastěji vyskytují v podobě přespříliš podrobných reportů, získávání nepotřebných podpisů na dokumentech, zdvojené zadávání dat, atd...

Nejvhodnějším opatřením tohoto typu plýtvání je pochopit, jak se na požadavky na náš produkt dívá zákazník. (Skhmot, ©2017)

- **Nevyužitý potenciál**

Tento typ plýtvání je zařazen do nových typů plýtvání. Tento typ se dá nejspíše definovat jako oddělení manažerů od pracovníků ve výrobě. V některých firmách je povinnost managementu plánovat, organizovat, kontrolovat a zlepšovat procesy a nehledí přitom na znalosti, zkušenosti a názory výrobních pracovníků. Bez propojení managementu a know-how výrobních zaměstnanců je ovšem velmi složité zlepšovat výrobní procesy. (Skhmat, ©2017)

## 2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je multidisciplinární obor zabývající se zlepšováním efektivity procesů, kdy hlavní zaměření těchto oborů je na výrobu. Zvláště efektivní je průmyslové inženýrství v sériové výrobě. Zlepšování efektivity dosahuje pomocí synchronizace řízení zdrojů podniku (lidská práce, finanční zdroje, znalosti a dovednosti, atd...) (Poláková a Bobák, 2013, s. 15)

Počátky průmyslového inženýrství pochází již z doby Americké občanské války, kdy v USA probíhala normalizace střelných zbraní. Díky vysoké potřebě zbraní a nábojů bylo nutné realizovat hromadnou výrobu, u které se podařilo snižovat náklady a vyrábět v krátkých intervalech. (Poláková a Bobák, 2013, s. 15)

Dále tyto základy průmyslového inženýrství převzal Henry Ford a využil jej při výrobě ve své továrně. Od tohoto momentu začalo být průmyslové inženýrství populární v automobilovém průmyslu, jak je tomu převážně do dneška. (Poláková a Bobák, 2013, s. 15)

### 2.1 Moderní trendy průmyslového inženýrství

V současné době průmyslové inženýrství prožívá tzv. čtvrtou průmyslovou revoluci. Je typická hlavně šířením internetu do všech sfér lidských životů. K medializaci internetu začalo docházet již v roce 1994, ovšem v posledních několika letech je přístupný opravdu téměř všem lidem na světě. (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 8)

Průmyslová výroba a s tím i průmyslové inženýrství v současné době zažívá velký rozmach technologií. Ovšem ve spoustě současných firmách je úroveň technologií stále poměrně na nízké úrovni. Důvodem toho může být pravděpodobně to, že když se ERP (podnikové informační systémy) začaly šířit do firem, někdy před přibližně 25 lety, nedokázaly tyto systémy ještě splňovat veškeré požadavky vedení těchto firem. Tudiž tyto projekty se staly neúspěšnými. Ovšem v současné době technologií ve spojení s kvalitní IT podporou je možné tyto náročné požadavky začít plnit. (Brau, 2016, s. 5)

#### 2.1.1 Průmysl 4.0

Tímto termínem, který se poprvé objevil až ve druhé dekádě 21. století, se označuje současný trend digitalizace a automatizace výroby. Díky tomuto trendu vzniknou chytré továrny, které budou samy uskutečňovat jednoduché, repetitivní činnosti, které doposud dělali lidé. Stroje

ve výrobě budou řízeny na dálku pomocí čipů a také tyto čipy budou například na vozících s materiálem, které budou cestovat výrobou. Dalším významnými prvky, které se v Průmyslu 4.0 využívají jsou cloudová úložiště nebo datová centra, která pomáhají spojit informace mezi jednotlivými odděleními firmy. (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 9)

### 2.1.2 Automatizace

Automatizace je proces, který doplňuje mechanizaci. Mechanizace lidem pomáhá usnadňovat práci, kterou stejně musí vykonat, zatímco automatizace vykonává činnost s minimální přítomností člověka.

V ideálním případě, tzv. komplexní automatizace, by teoreticky bylo možné nahradit člověka úplně, ovšem to se z praktického hlediska je tato automatizace nereálná. Tudíž současná koncepce automatizace dělá z člověka a techniky partnery. Lidé uvádí techniku do provozu a technika jim naopak pomáhá zvyšovat efektivitu a bezpečnost na pracovišti. (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 10)

### 2.1.3 Digitalizace

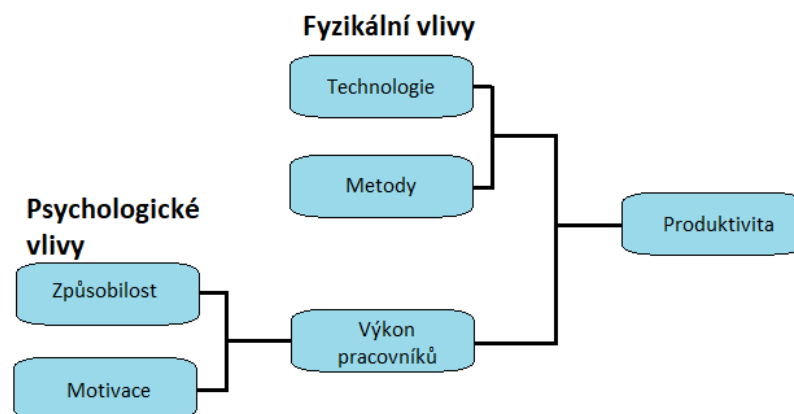
Digitalizace může být chápána několika způsoby. Asi nejčastější definicí je správa dokumentů v digitální podobě namísto papírové. Digitalizace ovšem dokáže nabídnout mnohem více. Digitalizace se stále častěji objevuje ve strategických plánech hlavně velkých společností. Digitalizace se snaží pomocí technologií zefektivnit a zlepšit, jak vnitropodnikové procesy, tak externí procesy firmy. Význam digitalizace se stává, díky obrovskému vývoji technologií, stále více důležitým. Digitalizace se šíří všemi procesy ve firmě. Všechna oddělení ve firmě by měla být propojena, ať už se jedná o marketing, obchod, výrobu, atd... Důležitým prvkem pro správné uchopení digitalizace je postavení na reálných datech. Tyto data je důležité zpracovávat a ukládat tak, aby k nim měl neustálý přístup každý, kdo je může potřebovat. K tomuto účelu často slouží užití cloudových úložišť. Hlavním přínosem digitalizace je zkrácení a zjednodušení procesů, a urychlení rozhodování nebo vývoje. (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 9)

### 3 PRODUKTIVITA

Produktivita udává **účinnost využití zdrojů společnosti**. Produktivita se měří jak ve výrobních, tak nevýrobních podnicích, protože základní definicí produktivity rozumíme přeměnu vstupů na užité výstupy (Synek, 2011, s. 267). Jiná literatura (Keřkovský, 2012, s. 3) označuje produktivitu jako efektivnost, její výpočet zůstává stejný, používá pouze jiné značení ukazatelů.

Tyto výstupy mohou být měřeny v různých jednotkách. Od kusů, tun, litrů, až po finanční vyjádření, které se užívá v případech, kdy je výstup těžce definovatelný. Vstupy jsou zase rozděleny do mnoha kategorií, nejčastěji jsou jimi: pracovní síla, kapitál, výrobní zařízení, atd... Manažer, který má na starosti sledování produktivity, by měl znát všechny faktory produktivitu ovlivňují. Tyto faktory lze rozdělit na interní, které můžeme ještě rozdělit na fyzikální a psychologické vlivy. Mezi některé příklady těchto vlivů patří:

- Pracovní postupy
- Využití kapitálu
- Odbornost pracovní síly
- Motivace zaměstnanců
- Úroveň využívání metod průmyslového inženýrství, atd...



Obrázek 3 Produktivita (vlastní zpracování dle autorů Mašín a Vytlačil, 2000)

A pak také na externí, které firmu ovlivňují z vnější a těmi mohou být například:

- Infrastruktura
- Národní ekonomika

- Daně, atd... (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 34)

### 3.1 Výpočet produktivity

Obecně lze dle Synka (2011, s. 271) vypočítat úroveň produktivity jako  $P = \frac{\text{Výstup}}{\text{Vstup}}$ , kdy tohle je nejjednodušší vyjádření produktivity. Ovšem pro potřeby manažerského řízení produktivity se používají různé výpočty produktivity, mezi nejčastější patří:

- **Parciální produktivita PP** =  $\frac{\text{Celkový výstup}}{\text{Jednotka měřitelného vstupu}}$

Parciální produktivita je velmi významný ukazatel produktivity, neboť se zaměřuje na produktivitu určitého zdroje (práce, strojní čas, materiál, atd...). (Synek, 2011, s. 271)

- **Index produktivity IP** =  $\frac{\text{Aktuální produktivita}}{\text{Standard produktivity}} * 100$

Index produktivity používáme ke srovnání s určitým standardem produktivity. Tento ukazatel udává, zda se v produktivita zlepšuje, či zhoršuje. Standardů produktivity pro srovnání může být několik, mezi nejčastější patří například srovnání s předchozím obdobím (týden, měsíc, čtvrtletí, atd...), výsledky dosažené konkurencí, výjimečné výsledky z minulosti, atd... (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 30)

- **Celková produktivita TP** =  $\frac{\text{Celkový výstup}}{\text{Suma zdrojových vstupů (práce+kapitál+energie+materiál)}}$

Tato produktivita je dle Synka (2011, s. 271) pro firmy nejdůležitější. Celková produktivita vyjadřuje efektivitu užívání všech zdrojů firmy a dává ji do rovnice s celkovým výstupem firmy.

## 4 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

Absolutně produktivní údržba, neboli v angličtině. Jedná se o metodu, která je zaměřena na zapojení všech zaměstnanců dílny do aktivit, které jsou zaměřeny na péči o výrobní zařízení. Hlavním důvodem vzniku této metody, byly časté a neplánované prostoje ve výrobě, které se projeví zpožděním dodávek zákazníkům. Aby k tomuto již nedocházelo, začaly se provádět různé činnosti, které zvyšovaly hospodárnost a produktivitu. TPM se dá také popsat jako soubor těch nejefektivnějších činností, které v této problematice pomáhají. Cílem TPM je maximalizace efektivity všech strojů s pomocí zainteresovaných zaměstnanců, kterými jsou například obsluha stroje, seřizovači, mistři, atd... (Bauer a kol., 2012, s. 59)

Tři hlavní cíle TPM jsou nula nehod, nula vad a nula poruch. Hlavní přínosy totálně produktivní údržby se dají rozdělit do 6 kategorií, jsou jimi: **produktivita, kvalita, morálka, bezpečnost, cena a rychlost.** (Zlatic, ©2019)

Hlavní hnací silou zavádění TPM ve společnosti musí být vedení firmy, neboť se jedná o velký krok, kdy musí dojít ke změně návyku téměř všech výrobních pracovníků. Je totiž nutné, aby zaměstnanci byli s touto novou filosofií dobře seznámeni, aby pochopili, v čem je hlavní přínos TPM a aby tuto filosofii přijali za svou. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 93)

### 4.1 Celková efektivnost zařízení – Overall Equipment Efficiency

Jako u každého zlepšovacího procesu ve firmě, tak i u TPM, je nutné sledovat vývoj zlepšení jistými ukazateli. V metodě TPM se užívá Celková efektivnost zařízení, neboli CEZ (v angličtině Overall Equipment Efficiency, zkráceně OEE). Jedná se, jak již překlad napovídá, o procentuální vyjádření času, po který je stroj efektivně využíván při výrobě, ve srovnání s celkovou dobou, kdy by teoreticky stroj mohl vyrábět. (Bauer a kol., 2012, s. 61) Výpočet tohoto ukazatele efektivnosti sestavil pan Seiichi Nakajima pro JIPM (Japonský institut plánování výroby) v 60. letech 20. století. (Vojáček ©2019)

CEZ se dá sledovat ze dvou pohledů, a to z pohledu zaměstnance a z pohledu manažera. Z **pohledu zaměstnance** se jedná o hodnotu měřenou za pracovní dobu. Tohle měření probíhá většinou přímo ve výrobě a v ideálním případě by mělo být co nejbližší ke 100%. Součástí takového měření by měl být také detailní rozbor prostojů, které při výrobě vznikly. Zatímco z **manažerského hlediska** je využití stroje počítáno z času, po který je stroj ve firmě k dispozici, neboli 24 hodin denně, 365 dní v roce. Tento ukazatel se dá porovnávat



s konkurenty v odvětví. V ideálním případě by se tato hodnota měla blížit k 85%. (Bauer a kol., 2012, s. 61)

Výpočet OEE se skládá ze tří hlavních faktorů. Jsou jimi dostupnost (Availability), výkon (Performance) a kvalita (Quality). Když se tyto tři proměnné mezi sebou vynásobí dostaneme výsledné CEZ. Výpočet:  $CEZ = D * V * K$

**Dostupnost**, udává procentuální ztráty způsobené prostoji, seřizenými, opravami, poruchami, atd... Výpočet:  $D = \frac{\text{Skutečný čas výroby}}{\text{Plánovaný čas výroby}}$

**Výkon** zase udává časové ztráty způsobené nižším pracovním taktem, než je plánovaný.

Výpočet:  $V = \frac{\text{Skutečně vyrobené množství}}{\text{Teoreticky vyrobené normované množství}}$

**Kvalita** ukazuje procentuální ztráty kvality (neshodné výrobky).

Výpočet:  $K = \frac{\text{Celkové množství správných výrobků}}{\text{Celkové množství všech výrobků}}$

Pro správný výpočet CEZ je nutné sbírat kvalitní data. K tomu je vhodné užití online sledování vytížení a stavu strojů, sledování práce operátorů nebo stavu zakázek. Nejlepším způsobem je sbírat data přímo z pracovních stanic nebo strojů. Sbírají se data jako například začátek a konec prostojů, příčiny prostojů, rychlost výroby, počty vadných kusů, příčiny vadných kusů, atd... V současné době se k zadávání některých z uvedených informací užívají například dotykové terminály, nebo online sledovací systémy. (Vojáček, ©2019)

## 4.2 5S

Jako celkový základ TPM se považuje plně fungující 5S. Dle Hirana a kol. (2009, s. 11) se dokonce jedná o základ všech zlepšovacích činností ve firmě. Metoda 5S je popisována například jako „pět kroků dobrého hospodaření“ (Imai, 2005, s. 69), nebo také jako „pět pilířů zlepšování“. Jejím přínosem je **zlepšení organizace pracoviště, příjemnější pracovní prostředí, zjednodušení práce**. Název pochází z pěti japonských slov, které všechny začínají na písmeno S. Těmito slovy jsou Seiri, Seiton, Seiso, Seiktsu a Shitsuke. První dva kroky jsou přitom označovány za nejdůležitější co se týká zavádění pořádku, ovšem bez ostatních tří by byly tyto první dva kroky zbytečné. (Hirano a kol., 2009, s. 10)

### 4.2.1 Seiri - roztrídít

Prvním krokem 5S je krok Seiri, neboli v angličtině **Sort**. Základem tohoto kroku je roztrídít všechny položky na pracovišti na nezbytně nutné a na zbytečné. Ty které jsou označeny jako

zbytečné, je nutné z pracoviště odstranit. Na pracovišti se vždy nachází velké množství předmětů. Ovšem po bližším prozkoumání je často zjištěno, že pouze malá část z nich je nutná pro každodenní práci. Větší množství předmětů bude použito buď za dlouhý čas, nebo dokonce nikdy. Pravidlem tohoto kroku je odstranit všechny předměty, co nebudou použity v nejbližších 30 dnech. (Imai, 2005, s. 71)

#### 4.2.2 Seiton - srovnat

Následujícím krokem je krok, který je do angličtiny překládán také jako **Straighten**. Druhý krok slouží ke klasifikaci těchto předmětů, podle jejich užití a seřadit všechny tyto předměty tak, aby k dosažení těchto předmětů bylo potřeba co nejméně času a úsilí. Veškeré předměty (nářadí, materiál, rozpracovaná výroba, atd...) by měly mít určené své místo, kde se mají nacházet. (Imai, 2005, s. 73) Vhodným řešením je v tomto případě užití vizualizace, kdy pomocí obrázků, štítků, nálepek, čísel, atd... je pracovník jasně veden, kam předmět patří a kde ho má najít nebo uložit. (Hirano a kol., 2009, s. 44)

#### 4.2.3 Seiso – vyčistit

Třetím krokem je v angličtině **Scrub**. V tomto kroku je nutné vše vyčistit. Sem patří nástroje, stroje, ale také třeba podlahy. Osoba, která čistí stroj může během čištění narazit na různé poruchy nebo nedostatky, které přes olej nebo prach nebyly vidět. Těmito nedostatky můžou být například povolené šrouby, úniky oleje, atd... Po zjištění těchto nedostatků je nutné je ihned napravit. (Imai, 2005 s. 74) Dle Hirana a kol. (2009, s. 58) je u tohoto bodu nutné, aby firmy vedly své zaměstnance k denním úklidům, nikoliv ročním nebo půlročním.

#### 4.2.4 Seiketsu – určit pravidla

Čtvrtý krok překládán jako Standardize. Tento krok se poměrně liší od předchozích, protože zatímco v předchozích třech krocích byly konány jisté změny, zatímco v tomto kroku se řeší způsob, jak první tři kroky uchovat. Při tomto kroku je nutné zapojení managementu, který musí vymyslet, sepsat, zavést jisté udržování prvních tří kroků. Výstupem z tohoto kroku by měl být jistý písemný nebo vizuální standard. (Hiran a kol., 2009, s. 70)

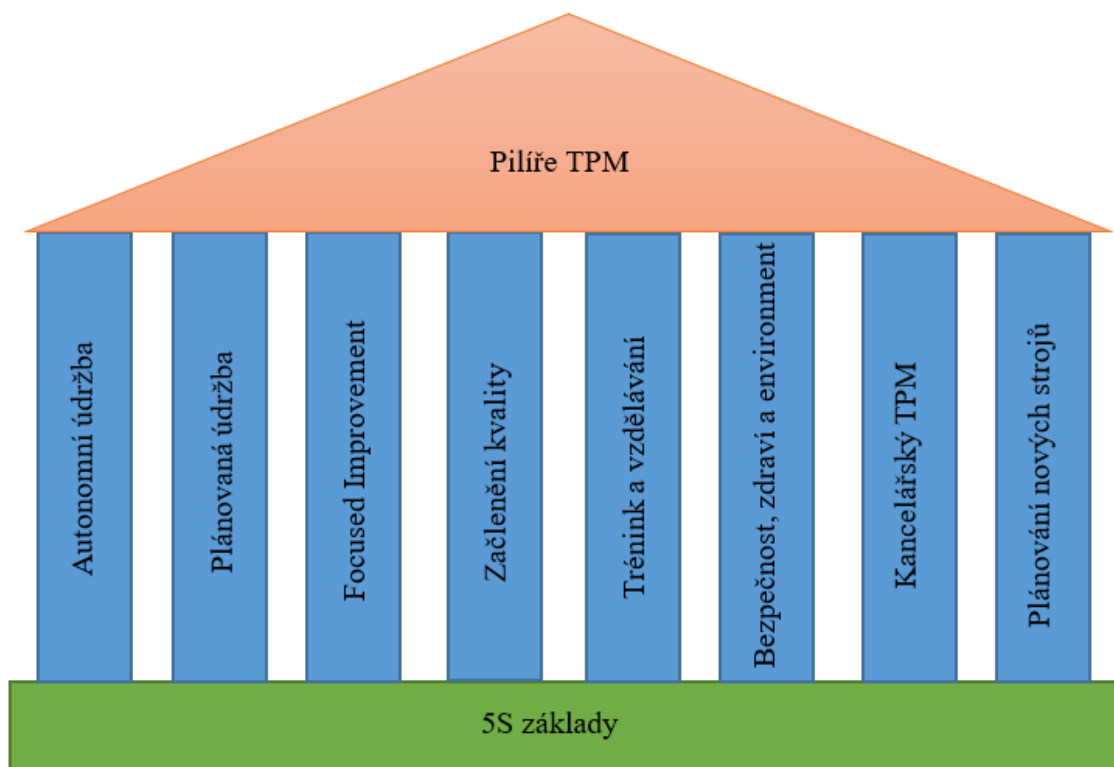
#### 4.2.5 Shitsuke – upevňovat a neustále zlepšovat

Posledním krokem 5S je Self-discipline. Tento krok je o vytvoření návyku na dodržování standardů ze čtvrtého kroku. Protože bez snahy udržet první čtyři kroky, by se pořádek velmi rychle vrátil do původního stavu, v jakém byl před zavedením prvního kroku. Překážkou

tohoto kroku může být to, že jako jediný ze všech pěti kroků nepřináší žádný viditelný výsledek, tudíž není tolik motivující. (Hiran a kol., 2009, s. 88)

### 4.3 Pilíře TPM

TPM dle návrhu Japonského institutu plánování výroby, kde TPM dostalo současnou podobu, se staví na **osmi hlavních pilířích**. Pokud je ve firmě již zažité 5S, a je pracovníky dodržováno, přichází na řadu zavedení těchto osmi pilířů. Ovšem než se začne se zaváděním, je nutné promyslet a sepsat akční plán celého TPM. (Bauer a kol., 2012, s. 62)



Obrázek 4 Pilíře TPM dle Japonského institutu plánování výroby (vlastní zpracování, dle autora Zlatic, ©2019)

#### 4.3.1 Autonomní údržba

Jedná se o nejdůležitější pilíř TPM, jehož cílem je dovést obsluhu stroje, aby o ně pečovala s největší péčí. Naučení zaměstnanců starat se o stroj je hlavní prioritou tohoto pilíře. Práce na tomto pilíři se dá rozdělit do dvou hlavních kroků. V prvním kroku je nutné obsluhu naučit základním a jednoduchým údržbám, jako je například čištění a mazání strojů, které by vždy mělo končit standardizací a vizualizací. Druhým krokem je naučení jednodušších oprav, ke kterým není nutné volat údržbu. U těchto typů oprav je ale nutné, aby obsluha stroje poznala lépe zařízení, se kterým pracuje. Při začátku druhého kroku je nutná aktivní

účast technologů, mistrů, pracovníků údržby, samozřejmě obsluhy a také by měl být ve společnosti TPM manažer, který je za celý průběh a výsledek TPM zodpovědný. (Bauer a kol., 2012, s. 63)

#### **4.3.2 Plánovaná údržba**

Plánovaná údržba si klade za cíl minimalizaci havárií a neplánovaných zastavení stroje, čímž dojde ke zvýšení dostupnosti a tím i produktivity stroje. Výhodou naplánovaných oprav stroje je hlavně to, že může být naplánovaná v době, kdy stroj není tolik využíván, nebo když není údržba příliš vytížená. (LeanFactories.com, ©2011-2020)

#### **4.3.3 Focused Improvement**

Někdy je tento pilíř označován také jako Kobetsu Kaizen a to kvůli tomu, že se jedná o pokračující soustředěné zlepšování. V tomto pilíři je nutné založit multioborové týmy, které spolupracují na zavádění zlepšovacích návrhů. Tyto multioborové týmy jsou pro tento pilíř velmi důležité, protože díky tomuto velkému množství rozdílně zaměřených a zkušených zaměstnanců se k návrhům na zlepšení dostává mnoho různých pohledů na stejnou problematiku. Tým spolupracuje na řešení zjištěného problému a snaží se implementovat zlepšení, na kterých se hromadně domluvili, ve stanoveném termínu. (LeanFactories.com, ©2011-2020)

#### **4.3.4 Začlenění kvality**

V pilíři začlenění kvality je důležité zajistit, aby stroje byly schopné odhalit a předcházet chybám ve výrobě. Díky tomu, že stroj odhalí chyby, se výrobní proces stane natolik spolehlivý, že firma dokáže vyrobit zakázku napoprvé a nemusí docházet k náročnému přepracování, či vyhození produktů. Jistou pomocí může být užití automatizace (např. jidoka, andon), kdy stroje nemusí sledovat obsluha, ale pracoviště se stane autonomní a obsluha přijde pouze v případě, že nastane problém a bude ke stroji zavolána. (LeanFactories.com, ©2011-2020)

#### **4.3.5 Trénink a vzdělávání**

Hlavním cílem tohoto pilíře je důležité vyplnit veškeré znalostní nedostatky týkající se TPM v celé společnosti. Nedostatek znalostí užívaných nástrojů TPM může vést ke zkreslení výsledků, nebo dokonce k neúspěchu. Se vzdělanými a zkušenými zaměstnanci je jednodušší vést firmu k jednotnému cíli. Vzdělávání by mělo v tomto případě probíhat na

všech vrstvách firmy. Operátoři budou díky tréninku schopni drobných oprav, které do té doby měli na starosti údržbáři. Údržbáři se díky tomuto mohou věnovat plánované údržbě a manažeři se učí TPM, aby mohli být vhodnými mentory novým, nebo níže postaveným zaměstnancům. (LeanFactories.com, ©2011-2020)

#### **4.3.6 Bezpečnost, zdraví a environment**

Cílem pilíře bezpečnost, zdraví a environment je jak vytvoření bezpečného prostředí pro zaměstnance, aby nedocházelo ke zranění zaměstnanců, tak zajištění snížení dopadů na životní prostředí. Aby bylo dosaženo větší bezpečnosti, jsou na strojích instalovány čidla, ochranné štíty, jsou poskytovány ochranné pomůcky, atd... Hlavními výhodami vytvoření bezpečného pracoviště je jak finanční stránka, kdy společnost šetří za vyplácení zranění za úrazy na pracovišti, tak také zlepšení morálky zaměstnanců, když ví, že pracují v bezpečném prostředí. (LeanFactories.com, ©2011-2020)

#### **4.3.7 Kancelářské TPM**

Dalším logickým krokem je převést TPM do administrativních činností. Jedná se o podpůrné funkce, které pomáhají zavádět Lean metodologii do procesů firmy a poskytují tím efektivní proces přidávající hodnotu zákazníkovi. (LeanFactories.com, ©2011-2020)

#### **4.3.8 Plánování nových strojů**

Tento pilíř používá zkušenosti z předchozích zlepšení údržby a zajišťuje, aby nové stroje, které jsou do firmy pořízeny, dosáhly co nejdříve jejich optimální výkonnosti. Přínosem tohoto pilíře je rychlejší zvýšení produktivity, zlepšení návratnosti stroje, snížení nákladů na údržbu, atd... (LeanFactories.com, ©2011-2020)

## 5 SMED

**Single Minute Exchange of Dies** je metodologie, která se zavádí ve výrobních firmách a jejím hlavním přínosem je snižování času přenastavení (seřízení) strojů, a tím ke zvyšování produktivity. Tuto metodu vymyslel Shigeo Shingo v roce 1985 ve společnosti Toyota a důvodem jejího vzniku bylo nutné zlepšení reakcí na požadavky trhu. (Reza a kol., 2020, s. 1872)

Stále více je tato metoda vhodná i v současné době, která se vyznačuje velkou **variabilitou výroby a tím snižováním výrobních dávek**. Aby firmy dokázaly reagovat na požadavky trhu co nejrychleji, je potřeba co nejvíce zkrátit dobu přenastavení výrobních dávek. Vzhledem k tomu, že veškeré činnosti spojené se seřízením trvají často i několik hodin, stává se plánování výroby velmi komplikované. Management se z tohoto důvodu snaží spojovat výrobní dávky, aby došlo k redukci prostojů způsobených přenastavením. (Bauer a kol., 2012, s. 77)

### 5.1 Proces seřízení

Seřízení je činnost ve výrobních společnostech, kdy se přechází z výroby jednoho výrobku na výrobek jiný na stejném stroji. Tato činnost může zahrnovat různé činnosti, patří k nim, například výměna materiálu, nastavení výrobních parametrů, změna nástrojů stroje, atd... Časem seřízení je označován čas mezi ukončením výroby – vyrobením posledního dobrého kusu první várky, a začátkem výroby nového produktu – výrobou prvního dobrého kusu následující várky, na stejném stroji.



Obrázek 5 Příklad seřízení (vlastní zpracování dle autorů

*Mašín a Vytlačil, 2006, s. 107)*

Všeobecně se dá seřízení rozdělit do čtyř hlavních částí, jsou jimi:

- **Příprava, povýrobní úpravy, kontrola materiálu, nástrojů**

První část zabírá přibližně 30 % z celkového času seřízení. V této části je obsažena kontrola, zda jsou nástroje tam, kde mají být a že fungují správně. Také sem patří čas, po který jsou tyto nástroje vráceny zpět do skladu nástrojů, úklid stroje a také příprava materiálu. (Reza a kol., 2020, s. 1873)

- **Odstranění a montáž nástrojů, částí, atd...**

Časová náročnost druhé části je přibližně 5 % z celkového času seřízení. Tato část obsahuje demontáž nástrojů a částí po dokončení výroby první várky a připevnění dílů pro následující várku. (Reza a kol., 2020, s. 1873)

- **Měření, nastavování a kalibrace**

Třetí část zabere přibližně 15 % z času seřízení a jsou sem zařazeny veškeré měření a kalibrace, které jsou nutné k zahájení výrobní činnosti. Tyto činnosti jsou například centrování, měření tlaku nebo teploty, atd... (Reza a kol., 2020, s. 1873)

- **Testovací výroba a seřízení**

Poslední část je časově nejnáročnější a měla by zpravidla zabrat přibližně 50 % času. V této části je zahrnuta výroba testovacích kusů a úprava kusů na započetí výroby. Množství testů a nastavování většinou závisí na zkušenostech seřizovače. (Reza a kol., 2020, s. 1873)

Hlavní formy **plýtvání**, ke kterým během seřízení dochází sepsali Mašín a Vytlačil (2000, s. 210) takto:

- hledání neoznačeného náradí a součástek
- dovezení nástrojů a náradí až po zastavení stroje
- veškerá zbytečná chůze
- chystání pracovního prostoru po zastavení výroby
- opravy nástroje až po započatí změny
- čekání na povolení výroby
- pozorování jiných pracovníků
- kouření

## 5.2 Princip metody SMED

Celý postup metody SMED je postaven na podrobné analýze seřízení, která je zpravidla prováděna buď pozorováním, nebo pořízením videozáznamu seřízení. Zkracování času seřízení se dosahuje pomocí změny organizace přestavby (přestavbu bude dělat více seřizovačů najednou), standardizací procesu seřízení, školením zaměstnanců, použitím speciálního nářadí nebo také úpravami stroje. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 107)

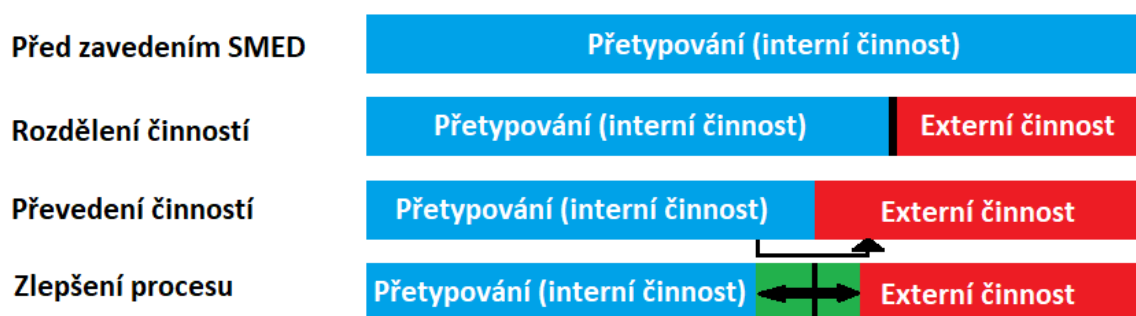
### 5.2.1 Tři kroky metody SMED

Samotná metoda SMED spočívá v realizaci tří kroků, které pomáhají s redukcí času přenastavení.

**1. krok** spočívá v rozdělení práce, která se nezbytně musí dělat při vypnutém stroji, tyto činnosti jsou označovány jako interní, a na činnosti, které se mohou vykonávat během chodu stroje, ty jsou zase označovány jako externí. Interní činnosti jsou samozřejmě označeny za plýtvání, protože stroj nevyrábí. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 108)

**2. krok** redukuje interní činnosti tím, že pokud je to reálně možné, tak se převedou na činnosti externí, neboli ty, které se provádí za chodu stroje. Shingeo Shingo uvádí, že v ideálním případě po provedení analýz je možné převést až 30-50 %. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 108)

**3. krok** spočívá ve zlepšování jak interního, tak externího času seřízení. K tomu se užívá například změna organizace přestavby, technické úpravy stroje, organizace pracoviště, atd... (Košturiak a Frolík, 2006, s. 108)



Obrázek 6 Tři kroky SMED (vlastní zpracování, dle LeanProduction.com ©2020)



### 5.2.2 Postup metody SMED

Metoda SMED je dle Ondry (©2017) doporučen provést v sedmi etapách, kterými jsou:

#### 1. Identifikace úzkého místa

První etapou by mělo být odhalení úzkého místa ve výrobě, na kterém se SMED bude provádět. Provádět SMED napříč celou společností by bylo finančně nákladné, a hlavně v některých případech neefektivní, tudíž se volí stroje nebo pracoviště, která jsou z hlediska času **nejdelší, nejpracnější nebo nejnáročnější**. U těchto míst je také větší šance efektivního zlepšení procesu. (Ondra, ©2017)

#### 2. Natočení videozáznamu přetypování

Druhou etapou, která je označována jako základním kamenem zavádění metody SMED je analyzování procesu přetypování, kdy je potřeba také získat podrobné informace a nasnímkovat. K tomu se často užívá **natočení celého procesu seřizení** na kameru. Výhodou je, že záznam se může poté rozebírat s pracovníky a zjistit tak jednotlivé činnosti, které pracovník dělá. (Ondra, ©2017)

#### 3. Analýza videozáznamu

Analýza videozáznamu probíhá sledováním činností a zapisováním časů jednotlivých činností do záznamových formulářů. Analýzu může provádět jak jeden člověk, tak například celý tým na workshopu. Do formuláře je vhodné také zaznamenávat pomůcky, které byly k činnosti potřeba. (Ondra, ©2017)

#### 4. Realizace metody SMED

V této etapě se jedná o provedení samotné metody SMED, která je popsána v kapitole „5.2.1. Tři kroky metody SMED“

#### 5. Stanovení a realizace zlepšení

Aby došlo ke zlepšení stávajícího procesu přetypování, musí být navrženy a odsouhlaseny určitá zlepšení, jak toho docílit. Odsouhlasené návrhy na zlepšení se zaznamenávají do akčního plánu, včetně osoby, která je za plnění zodpovědná a termínu realizace. (Ondra, ©2017)

## **6. Trénink nového jízdního řádu**

Trénink je nutný k ověření, zda nový postup přetypování (nazýván také nový jízdní řád) je v praxi použitelný, zda činnosti logicky navazují nebo zda opravdu dojde k časovým úsporám a případně provést korekce postupu. (Ondra, ©2017)

## **7. Standardizace přenastavení**

V předchozích krocích jsme si ověřili funkčnost nového jízdního řádu a máme jistou předlohu pro tvorbu standardů. Standard by měl obsahovat popis jednotlivých operací, náčiní, které je k tomu nutné, kritické body. Ideálně by měl být v jisté vizuální podobě. Takový standard zajistí, že bude přetypování všemi zaměstnanci prováděno stejně (Ondra, ©2017)

## 6 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Celá teoretická část je rozdělena celkem do 5 kapitol, které mají své podrobnější podkapitoly. Celá tato teoretická práce se zaměřuje na obor průmyslové inženýrství a podrobněji je zaměřena na metodu SMED, která je pak hlavní částí praktické části.

V první kapitole je s pomocí různé literatury vysvětlena a popsána metodologie Lean, neboli štíhlý management. Hlavní myšlenkou štíhlého managementu je eliminace plýtvání ve firmách, což pomáhá společnostem snižovat náklady a lépe uspokojit potřeby zákazníka. V první části této kapitoly je popsáno devět hlavních principů, které se v Lean managementu používají ke snížení plýtvání. V další části bylo podrobněji popsáno všech osm druhů plýtvání, které jsou ve výrobě známy.

Druhá kapitola se zaměřuje na průmyslové inženýrství. Je zde krátce popsána historie, ale poté se podrobněji zaměřuje na moderní trendy, které se v průmyslovém inženýrství začínají využívat. Mezi tyto důležité trendy patří průmysl 4.0, automatizace a digitalizace.

Třetí kapitola se zaměřuje na účinnost využití zdrojů společnosti, neboli na produktivitu. Jsou zde sepsány jak interní, tak externí faktory, které produktivitu společnosti ovlivňují. Dále jsou v této kapitole popsány výpočty jednotlivých typů produktivity, které se ve společnostech nejčastěji užívají.

Předposlední kapitola se zaměřuje na metodiku totálně produktivní údržby, zkráceně TPM, která se v současné době stává populární ve výrobních firmách. Jak již z názvu vchází, jedná se o metodu, která vede zaměstnance k péči o strojní zařízení, která pak vede ke snížení neplánovaných prostojů. Dále jsou v této kapitole popsány OEE, které je hlavní metrikou úspěšnosti zavádění TPM. Jedná se o procentuální vyjádření efektivnosti zařízení. Dále je v této kapitole popsána metoda 5S, která je mnohými autory považována za nějaký „základní kámen“ celého TPM. Pokud je 5S ve společnosti správně implementováno, může se společnost přejít k zavádění osmi hlavních pilířů, kdy každý z nich má značný vliv při zlepšování údržby strojů.

Poslední, stěžejní kapitola, se zaměřuje na popis metody SMED neboli Single Minute Exchange of Dies. Tato metodologie se zaměřuje na zkracování procesu seřízení výrobních strojů. V této kapitole je také popsáno, co je to seřízení. Dále tu je popsán princip této metody, který spočívá v rozdělení činností, které se dějí během seřízení. Veškeré činnosti jsou rozděleny na činnosti externí a interní, kdy interní probíhají za vypnutého stroje a externí činnosti za chodu stroje. Ve druhém kroku by měly být interní činnosti nahrazeny

externími, pokud je to možné. A v posledním kroku dochází ke zlepšení interních i externích činností. Tato zlepšení probíhají nejčastěji pomocí technologických vylepšení stroje, použití různých zlepšovacích nástrojů, reorganizací přenastavení, atd...

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 7 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost TDK Electronics s.r.o. je součástí koncernu TDK Corporation a je významným světovým výrobcem feritových jader a keramických pozistorů. Ve světě má pobočky v Asii – Japonsko, Čína, Korea, Taiwan, Singapore; dále pak v Severní Americe – USA a v Evropě – Německo. Výroba těchto dvou typů výrobků je v Šumperské společnosti rozdělena do dvou na sobě nezávislých divizí. Každá z těchto divizí má svého vlastního výrobního ředitele, má vlastní vývoj, procesní technologie, skladování, oddělení kvality, atd... Společné jsou pro tyto dvě divize pouze finanční oddělení, právní oddělení, lidské zdroje, informační technologie, interní audit, oddělení BOZP a ochrany životního prostředí a oddělení nákupu. V současné době zaměstnává asi 1300 zaměstnanců, z čehož je přibližně 1100 kmenových a 200 agenturních.

V této diplomové práci se zaměřuji na divizi MAG, kde se vyrábí feritová jádra.



*Obrázek 7 Vstupní brána do společnosti TDK Electronics s.r.o. (interní materiály společnosti)*

## 7.1 Historie

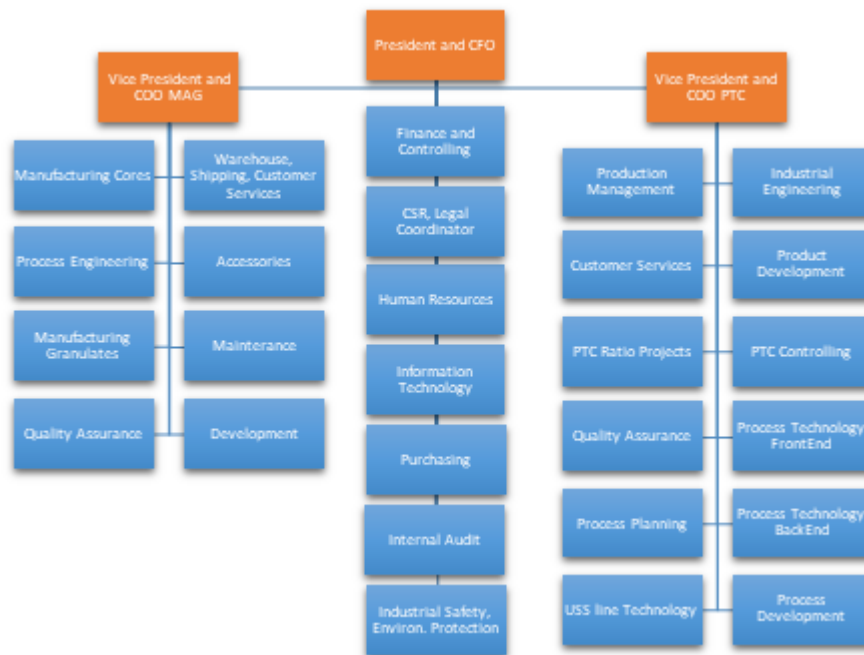
S výrobou feritových jader se v Šumperku začalo již v roce 1956 pod společností Pramet. Roku 1999 koupila tuto divizi Prametů společnost Siemens Matsushita Components, která se později přejmenovala na EPCOS. Roku 2000 byla v Šumperku vybudována nová výrobní hala a roku 2001 sem byla převezena technologie z Německého závodu EPCOS v Mnichově a později v roce 2004 z Francouzského závodu EPCOS v Bordeaux.

Velmi významný je rok 2005, kdy se v EPCOS s.r.o. udály 3 velké události. V tomto roce byl přesunut sklad hotových výrobků z Německého Lagenbachu do EPCOS s.r.o. Moravičany a dále byl také postaven závod výroby granulátu v nedalekém městě Mohelnice, kde výroba granulátu trvala až do roku 2010, kdy byl závod uzavřen. EPCOS s.r.o. vyrábí dále jádra za granulátů pocházejících z ostatních závodů TDK-EPC. A také byl do společnosti převedena část technologie na výrobu keramických pozistorů. Tento transfer technologií trval až do roku 2008.

V polovině roku 2008 provedla společnost TDK velkou akvizici akcií EPCOS s.r.o. a k říjnu 2009 došlo k vyčlenění části TDK a spojení se společností EPCOS a vznikla nová společnost TDK-EPC, která zastřešuje korporaci dodávající na celosvětový trh pasivní elektronické součástky. TDK-EPC je 100 % vlastníkem společnosti EPCOS s.r.o., které zůstává výrobní prostor, ale nadále již užívá logo společnosti TDK.

V listopadu 2018 došlo k přejmenování firmy EPCOS s.r.o. na TDK Electronics s.r.o. I nadále ve společnosti probíhá nezávislá výroba dvou druhů výrobku. V současné době je hlavní prioritou společnosti uspokojit veškeré požadavky, očekávání a přání svých zákazníků vysokou kvalitou výrobků a služeb.

## 7.2 Organizační struktura



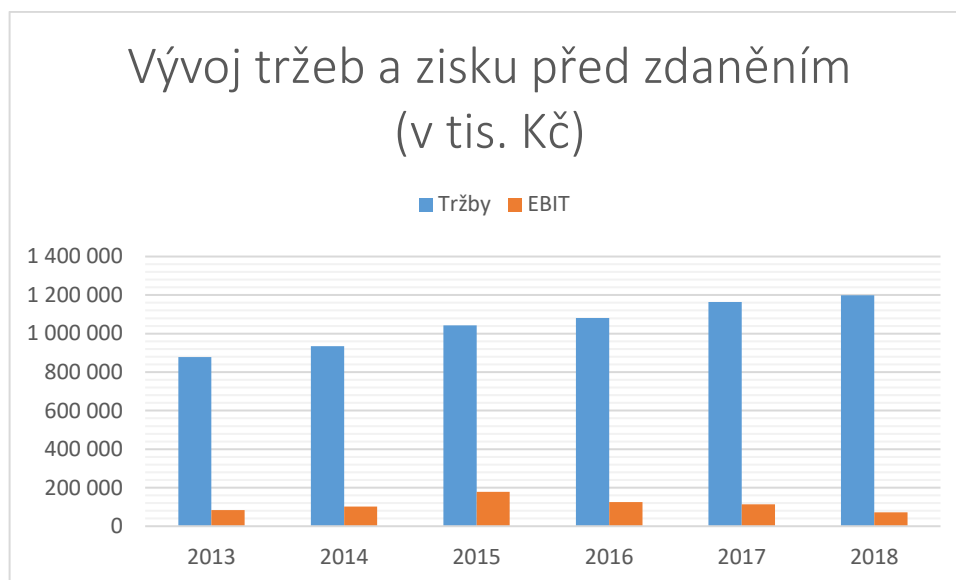
Obrázek 8 Organizační struktura (vlastní zpracování)

Na obrázku organizační struktury jsou znázorněny již zmiňované dvě nezávislé divize, a to MAG a PTC. Dále jsou vprostřed znázorněny oddělení, která jsou pro obě divize společné.

## 7.3 Ekonomické ukazatele

Z grafu můžeme vidět, že tržby společnosti TDK Electronics kontinuálně narůstají, ale od roku 2015 pomalu klesá zisk před zdaněním. Je to dáno hlavně rychle se zvyšujícími osobními náklady, kde je samozřejmě zahrnuto výrazné zvyšování mezd a s tím také zvyšování odvodů zdravotního a sociálního pojištění. Další výrazný růst zaznamenala také výkonová spotřeba, kde se berou v potaz zvyšující se náklady na vstupní materiál a také energie.





Obrázek 9 Vývoj tržeb a EBIT (interní materiály společnosti)

#### 7.4 Cíle a vize společnosti

Divize MAG se řídí certifikacemi ISO 9001, ISO 14001 a IATF 16949. Dále také vnitřními směrnici TDK-EPC Mandatory Requirements – vnitřní směrnice mateřské společnosti o jejich požadavcích, EPCOS Organization and Guidelines – směrnice o řízení společnosti.

Společnost se drží tří hlavních cílů a jsou jimi:

„Dodávková věrnost = 100%“

Všechny objednávky budou dodány v přislíbeném termínu

„Dodávková schopnost = 100%“

Pro všechny objednávky bude přislíben termín dle požadavků zákazníka

„Kvalita produktů ve shodě se specifikací“

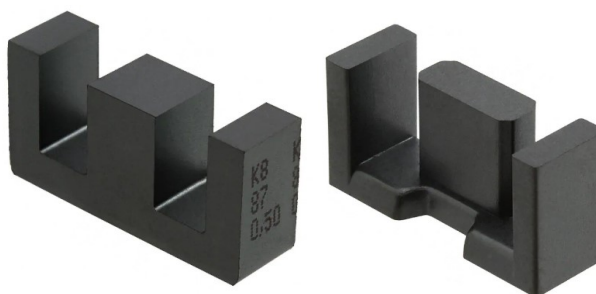
Produkty dodávané zákazníkům budou přesně dle požadavků zákazníka

(interní materiály společnosti)

#### 7.5 Portfolio výrobků

Divize MAG TDK Electronics vyrábí v Šumperku feritová jádra, která následně slouží jako součástky zdrojů elektrického napětí (transformátory), výkonových měničů v lékařství, solární energetice, v dopravní technice, v telekomunikačním průmyslu, v přístrojích k měření spotřeby elektrického proudu, ale také k bezdrátovému přenosu elektrické energie.

Jádra jsou dělena do 9 skupin dle jejich tvarů. Jsou to skupiny E/ELP, EFD/EV, ER/ETD, EQ, PM/P/EP, PQ, R, RM, U/I a ostatní. Nejvíce vyráběným typem jádra, který se vyrábí téměř nepřetržitě, jsou jádra EP6, které spadají do skupiny PM/P/EP jader, tato skupina tvoří největší poměr výroby. Druhou největší skupinou jsou toroidní jádra R, která zastávají vlastní skupinu jader. *(interní materiály společnosti)*



Obrázek 10 Jádra ze skupiny E a ELP  
*(interní materiály společnosti)*



Obrázek 11 Jádra ze skupiny P a R  
*(interní materiály společnosti)*

## 7.6 Technologický postup

Výroba feritových jader je rozdělena do dvou hlavních částí. První z nich je tzv. Frontend, kam spadá příprava granulátu, nástrojárna, lisovna, výpal, odplynění, broušení, SiKo (Sinterkontrol – kontrola po výpalu) a FZL. Do druhé části, tzv. Backend, spadají veškeré povýrobní operace, kterými jsou optická kontrola, balení jader a výstupní kontrola.

## 8 ANALYTICKÁ ČÁST

### 8.1 Výběr projektu

Projekt SMED na lise TPA 50/11 byl vybrán z toho důvodu, že společnost TDK Electronics s.r.o. se rozhodla jako první v republice získat certifikát TPM od japonského institutu JIPM a rozjela tak projekt Total Productive Maintenance jako pilotní projekt. Projekt začíná právě na tomto stroji, který měl ze všech lisů ve společnosti nejnižší počáteční ukazatel OEE a to pouhých 11% (v roce 2017). Ve stromě ztrát bylo přenastavení identifikováno jako třetí největší ztráta v odvětví ztráty dostupnosti, a tudíž je zde velký prostor pro zlepšení. Jedním z kroků pro zvýšení dostupnosti stroje byla právě aplikace metody SMED.

Hlavním problémem je, že k přestavbě lisu neexistuje ve firmě žádný standart času ani standartní postup, a tak je zde problém s velkými rozdíly v čase přenastavení mezi jednotlivými seřizovači. Každý seřizovač na každé směně dělá seřízení jinak dlouho. Výkyvy se často pohybovaly až v řádech několika hodin. Čas všech přestaveb vychází ze zápisu práce seřizovačů. A dalším problémem jsou také neustále se zvyšující požadavky zákazníků na variabilitu výroby a zmenšování výrobních dávek. Přenastavení se tak stává čím dál častějším úkonem.

Získávání informací a jejich následná analýza probíhala pomocí několika způsobů, jsou jimi:

- Videozáznam – byly pořízeny dva videozáznamy, pro srovnání práce dvou seřizovačů
- Pozorování – sledování procesu přenastavení
- Komunikace – přímo na pracovišti se seřizovači
- Workshop – získávání informací a názorů od zainteresovaných lidí

V divizi MAG se nachází celkem 15 různých typů lisů. Jsou rozděleny dle lisovacího tlaku do tří skupin. Jsou to:

- Malé lisy – patří sem lisy s lisovací silou 2-16 tun
- Střední lisy – lisy s lisovací silou 30-60 tun
- Velké lisy – lisy se silou 120-400 tun

Padesátitunové lisy, na které se diplomový projekt zaměřuje, jsou ve společnosti projektovány tak, že výroba na nich je univerzální. Tudíž na všech těchto lisech je možné vyrábět veškeré produktové portfolio určené pro středně velké lisy, není žádný lis, který by byl určen například na jistý druh jádra, nebo na testovací kusy. Problém s touto variabilitou je ten, že k těmto lisům a jejich odebíracím automatům je ohromné množství náhradního příslušenství. Ve společnosti je sice zavedena metoda 5S, jejíž dodržování je pravidelně auditováno, ale občas se vyskytne problém s nalezením vhodného příslušenství pro danou výrobu. Veškeré příslušenství k těmto lisům má sice své místo, ale nemá žádné značení.

## 8.2 Popis procesu přetypování stroje

Jak bylo zmíněno v kapitole 8.1, tato diplomová práce je zaměřena na pilotní lis se značením TPA 50/11.

Přenastavení zmiňovaného lisu může probíhat ve 3 různých typech. Jsou jimi:

- Montáž nástroje + seřízení (velká přestavba) – V tomto typu přestavby dochází k výměně lisovacího nástroje (demontáž původního nástroje, nasazení nového nástroje), přetypování odebíracího automatu, seřízení nástroje a výměna materiálu. Trvání tohoto typu přestavby je ve společnosti odhadnuto na 290 minut.
- Změna materiálu + seřízení (střední přestavba) – Při tomto přenastavení probíhá změna šarže materiálu a seřízení lisovacího nástroje, tak, aby se na výlisku nevyskytovaly žádné vady. Délka tohoto přenastavení byla stanovena na 90 minut.
- Změna CSNR + seřízení (malá přestavba) – V tomto typu přenastavení dochází ke změně výšky výlisku, je tudíž nutné seřídít lisovací nástroj a také seřídít odebírací automat. Tato přestavba by měla trvat 60 minut.

Z interního programu na sledování výroby vychází, že výrobní série jsou ve společnosti opravdu velmi malé a přenastavení lisu TPA 50/11 probíhá téměř každý den. Z tabulky č. 1 je jasné, že nejčtenější přestavbou je právě velká přestavba, na kterou se tato diplomová práce zaměřuje. Také je zde zaznamenaný patrný nárůst trendu velkých přestaveb. Střední přestavba byla natočená a zanalyzovaná, ale nebyla pro ni provedena samotná metoda SMED, byl pro ni ovšem vytvořen jízdni řád, a také standard přestavby. Malá přestavba byla z důvodu složitého zaplánování, aby mohla být natočena, a nízké četnosti vynechána úplně.

Je také velmi pravděpodobné, že jistá zavedená zlepšenílepší také střední i malou přestavbu.

*Tabulka 1 Počet seřízení (vlastní zpracování)*

<i>Typ přestavby</i>	<b>Počet v dubnu</b>	<b>Počet v květnu</b>	<b>Počet v červnu</b>	<b>Počet v červenci</b>
<i>Velká přestavba</i>	18	20	21	23
<i>Střední přestavba</i>	9	7	8	8
<i>Malá přestavba</i>	2	2	3	0

### 8.3 Popis lisu

Ve skupinách malých a středních lisů má většina lisů odebírací automat. Pilotní stroj TPA 50/11 má také odebírací automat, tudíž se budu zaměřovat na popis stroje s automatem. Lis je rozdělen do 8 hlavních částí a odebírací automat do 7 částí.

*Tabulka 2 Rozdělení částí lisu a odebíracího automatu*

<b>Lis</b>	<b>Automat</b>
<b>Lisovací prostor</b>	Zásobník odkládací keramiky
<b>Pohon lisu</b>	Výtah
<b>Hydraulické ústrojí lisu</b>	Dvouosý manipulátor
<b>Ovládací panel</b>	Napájecí rozvaděč krokových pohonů
<b>Pneumatický a hydraulický panel</b>	Rozvaděč řídicí elektroniky
<b>Podtlakový dopravník</b>	Pneumatický rozvaděč a rozdělovač
<b>Dávkovací jednotka</b>	Ovládací panel
<b>Rozvaděč elektro</b>	

Na obrázku č. 12 je vidět lis ve stádiu přípravy na výměnu nástroje (od lisu je odstaven odebírací automat). Lis je na pravé části obrázku, kde na této fotografii je vidět lisovací prostor, ovládací panel, pneumatický a hydraulický panel a elektrický rozvaděč. Z automatu, který je na levé straně je vidět dvouosý manipulátor a zásobník odkládací keramiky.



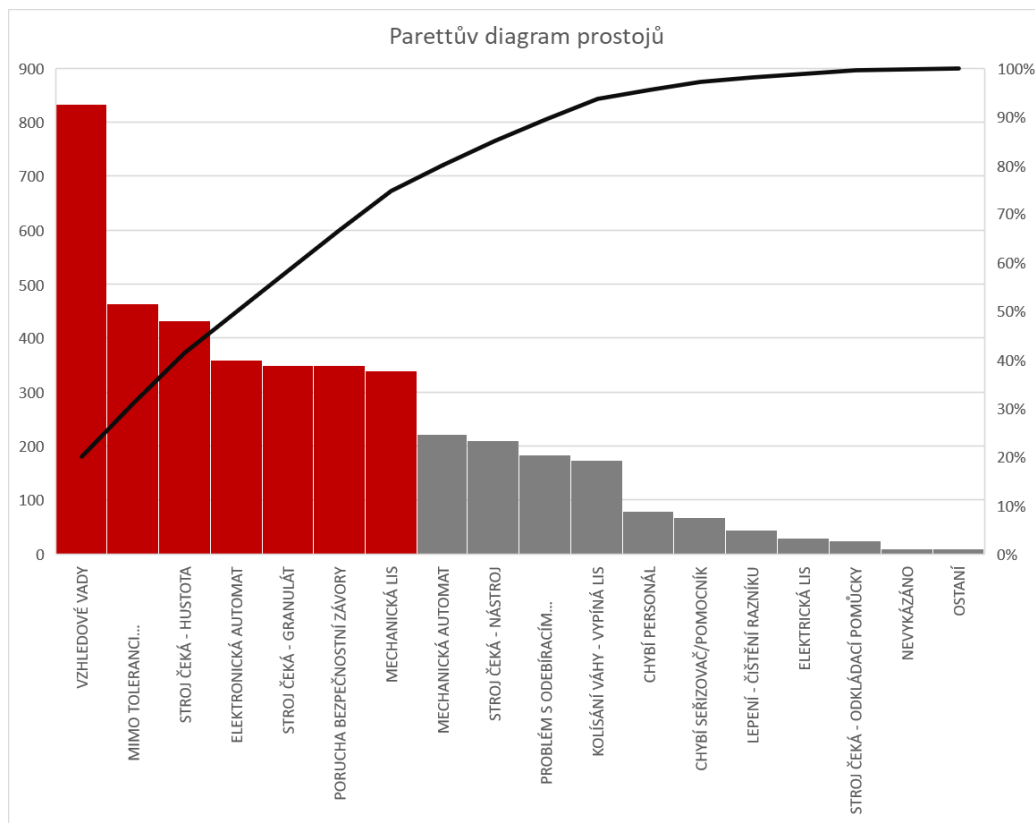
*Obrázek 12 Lis TPA 50/11 s odebíracím automatem  
(interní materiály společnosti)*

#### **8.4 Popis práce**

Ve skupinách malých a středních lisů má většina lisů odebírací automat. Na lisech s odebíracím automatem není nutná práce operátora, ale pouze seřizovače a ta probíhá v nepřetržitém provozu po 12 hodinových směnách. Seřizovači od středně silných lisů mají vždy naplánovanou práci na dvou lisech současně, kdy jeden by měl být v provozu a fungovat na automatický režim a druhý by měl seřizovat. Lis, který funguje na automatický režim, ovšem nemůže být úplně bez dozoru a seřizovač musí jednou za hodinu zkontrolovat, zda se s lisovacím nástrojem nic nestalo. Tato kontrola probíhá tak, že seřizovač musí vzít vylisované jádro a jít změřit jeho váhu a výšku na měřicí středisko a také jádro prohlédnout mikroskopem. Při měření jádra může zjistit, několik vad, jsou jimi nejčastěji:

- váha nebo výška je mimo toleranci, danou výrobní specifikací,
- na jádru se objevily praskliny,
- vydroleniny na jádru,
- rýhy na jádru.

Veškeré tyto problémy musí seřizovač vyřešit, ať už seřízením lisovacího nástroje, nebo seřízením odebíracího automatu.



Obrázek 13 Parettův diagram prostožů (vlastní zpracování)

Do prostožů není započteno samotné seřizování, neboť se jedná o náplň práce seřizovače a také tam není započtena zákonná přestávka, kterou nemůžeme nijak omezit.

Z Parettova diagramu vychází, že dvěma nejčastějšími prostoži jsou „vzhledové vady“ a „mimo toleranci (váha, výška, hustota)“. Tyto dva prostože se odhalují pravidelnou kontrolou, kterou seřizovači musí provádět na stroji, který funguje v automatickém režimu. Tyto problémy nejčastěji vznikají v důsledku špatně nastaveného automatu, špatně seřízeného lisu, použitím špatného příslušenství k automatu/lisu, poškozením nějakého příslušenství, nebo povolením nějakého mechanického dílu (násypka, vidle) v prostoru lisu.

Dalšími důležitými prostoži je čekání, zejména na hustotu a na granulát. Čekání na hustotu vzniká v momentě, kdy buďto seřizovač odevzdá jádra na kontrolní středisko hustoty, nastaví odebírací automat a středisko hustoty ještě nestihlo zkontrolovat a schválit výrobu jader, nebo provádí střední nebo malou přestavbu, kdy proces kontroly je stanoven na 20 minut a není možné ho urychlit kvůli technologickým aspektům. Třetí, častější možností je, že seřizovači se nepovede napoprvé nastavit správně lis a na kontrole hustoty objeví nějaké výrobní vady, ať už se jedná o praskliny, škrábance, kterých si seřizovač nevšiml, nebo také

spatnou hustotou jádra, která se zjišťuje ponořením jádra do oleje. Dalším nejčastějším čekáním je čekání na granulát. Granulát si totiž k výrobě potřebuje zachovat určité vlastnosti a pokud se na výrobu čeká příliš dlouho, tak granulát vysychá a může se stát, že poté se nedá lisovat.

## 8.5 Analýza přestaveb

### 8.5.1 Velká přestavba (Výměna nástroje + seřízení)

V tabulce č. 4 je vidět rozbor natočeného videa velké přestavby ze dne 10. 6. 2019, která proběhla seřizovačem č. 1. Tato analýza byla barevně rozdělena do 4 skupin, těmito skupinami jsou:

*Tabulka 3 Značení skupin přestaveb*

	Demontáž nástroje
	Čištění
	Montáž nástroje
	Kontrola výlisků

Dle terminologie SMED, kdy přestavba začíná posledním dobrým kusem první dávky a končí prvním dobrým kusem dávky následující. První tři body nebyly značeny vůbec, neboť zde ještě probíhala výroba, tudíž do seřízení nepatří a v celkovém čase ani nejsou započítány. Celková doba velké přestavby byla 314 minut, což je o něco málo více než je stanoveno plánováním výroby, kdy v systému je přestavba zaplánována na 290 minut.

*Tabulka 4 Analýza natočené velké přestavby (vlastní zpracování)*

Pořadí	Činnosti	Čas přetypování	%	Int/Ext
1	Vysypání granulátu z nasávací hadice	0:01:05	0,00%	
2	Odjetí hotové lodičky do vozíku	0:01:40	0,00%	
3	Ukončení výroby + její odhlášení	0:04:55	1,56%	Int.
4	Odvoz hotových jader	0:02:30	0,80%	Int.
5	Vypouštění prášku z plnicí hadice	0:02:45	0,88%	Int.
6	Příprava na čištění automatu	0:01:40	0,53%	Int.
7	Úklid externí firmou	0:05:15	1,67%	Int.
8	Čištění automatu od kusů a prášku	0:01:30	0,48%	Int.
9	Vysátí prostoru nástroje	0:03:20	1,06%	Int.
10	Průvodka na sundání nástroje	0:04:00	1,27%	Int.

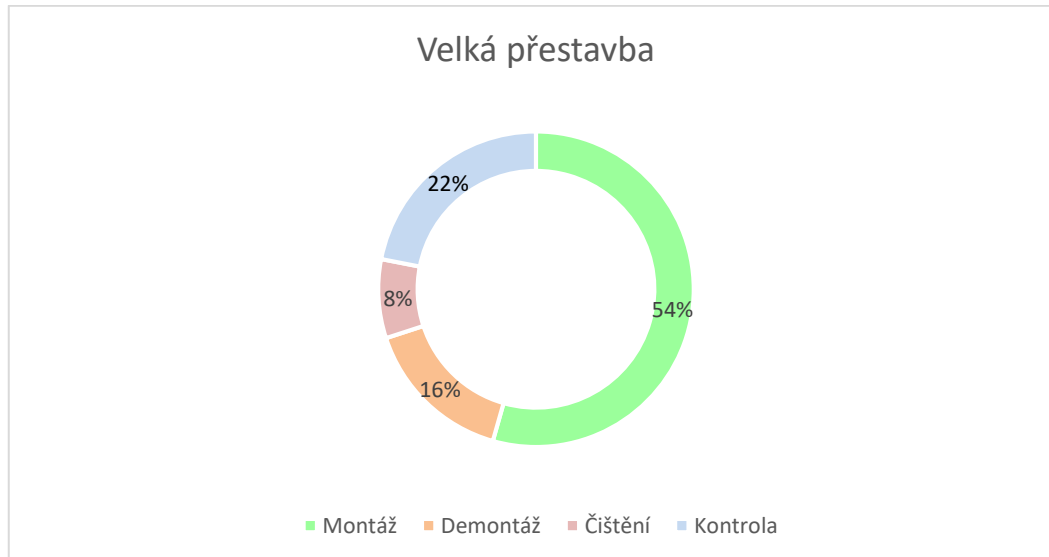


11	Vypouštění prášku z ostatních hadic	0:02:35	0,82%	Int.
12	Odvoz zbývajícího granulátu na místo	0:02:30	0,80%	Int.
13	Hledání granulátu	0:10:10	3,24%	Int.
14	Navezení a příprava granulátu	0:05:30	1,75%	Int.
15	Odstavení automatu	0:01:45	0,56%	Int.
16	Čištění pod automatem	0:07:20	2,33%	Int.
17	Demontáž nástroje	0:08:40	2,76%	Int.
18	Vysátí nástroje	0:00:50	0,27%	Int.
19	Odvoz nástroje	0:03:00	0,95%	Int.
20	Navezení nového nástroje	0:04:00	1,27%	Int.
21	Vynulování lisu (nast. vých hodnot budíků)	0:01:35	0,50%	Int.
22	Čištění prostoru nástroje + mazání ližin	0:05:05	1,62%	Int.
23	Zadání LOS karty	0:02:15	0,72%	Int.
24	Nasazení nástroje	0:09:30	3,02%	Int.
25	Kontrola fungování nástroje v lisu	0:03:15	1,03%	Int.
26	Výměna násypky + seřízení ramena	0:11:55	3,79%	Int.
27	Hledání šroubů	0:01:25	0,45%	Int.
28	Nasátí granulátu	0:04:00	1,27%	Int.
29	Hledání protokolu hustoty	0:00:20	0,11%	Int.
30	Nastavení vnitřní hloubky	0:02:25	0,77%	Int.
31	Nastavení váhy a výšky	0:45:30	14,48%	Int.
32	Měření 4 ks (váha+rozměr)	0:01:20	0,42%	Int.
33	Vložit jádra na hustotu	0:01:00	0,32%	Int.
34	Čtení LOS karty	0:01:25	0,45%	Int.
35	Výměna pacek a kostek na násypce	0:15:45	5,01%	Int.
36	Demontáž obrabeče a prisma	0:03:10	1,01%	Int.
37	Výměna vodících lišt	0:20:25	6,50%	Int.
38	Nastavování parametrů automatu na odeběrač	0:02:20	0,74%	Int.
39	Přistavení automatu	0:01:05	0,34%	Int.
40	Umístění automatu (správná poloha)	0:04:00	1,27%	Int.
41	Nasazení světelné závory	0:00:50	0,27%	Int.
42	Seřízení lišt + doraz	0:05:59	1,90%	Int.
43	Úprava lišt + montáž čidla	0:02:00	0,64%	Int.
44	Úprava jádra do konečného rozměru	0:13:00	4,14%	Int.
45	Hledání drátu a výroba dorazu	0:10:40	3,39%	Int.
46	Nastavení odeběracího automatu	0:17:30	5,57%	Int.
47	Seřízení odeběracího automatu	0:12:55	4,11%	Int.
48	Výroba testovacího plechu	0:17:05	5,44%	Int.
49	Měření rozměrů + vzhledovky	0:02:45	0,88%	Int.
50	Zjištění zda se jádra lepí nebo ne	0:04:50	1,54%	Int.
51	Nastavení lepení	0:05:08	1,63%	Int.
52	Doplnění lepidla do zásobníku	0:02:00	0,64%	Int.
53	Navezení plechů k lisu	0:02:00	0,64%	Int.

54	Dovezení vozíku na finální výrobu	0:01:05	0,34%	Int.
55	Kontrola jader a lepení	0:02:50	0,90%	Int.
56	Zápis práce	0:01:25	0,45%	Int.
57	Zapnutí výroby	0:02:10	0,69%	Int.
<b>Přenastavení celkem (min)</b>		<b>314</b>	<b>100%</b>	

### 8.5.2 Graf činností velké přestavby

Po důkladném rozboru jednotlivých skupin, do kterých byly jednotlivé činnosti zařazeny, je patrné, že nejdelší čas seřizovači zabere montáž, kam patří i samotné seřízení jak lisovacího nástroje, tak odebíracího automatu. Celkový čas montáže byl 2 hodiny a 48 minut vteřin. Kategorie montáž se dá ještě rozdělit na: čas seřizování lisu, u kterého seřizovač stráví 56 minut a čas nastavení automatu, který seřizovači zabere 1 hodinu a 52 minut. Druhý nejdelší čas zabrala kontrola a nastavování správných rozměrů jádra a to celkem 1 hodinu a 8 minut. Dále pak byla demontáž původního nástroje s 53 minutami a poslední bylo čištění s 25 minutami. Ve výšečovém grafu níže je také vidět procentuální zastoupení těchto rozdělených činností.



Obrázek 14 Graf skupin činností seřizovače (vlastní zpracování)

V tabulce činností jsou zaznačeny činnosti s největší časovou náročností (nad 4% z celkového času seřízení). Z těchto činností je celkově nejnáročnější nastavení váhy a výšky, které zastává 14,71 % času z celkového přenastavení, dále je to nastavení + seřízení odebíracího automatu, které zabírá celkem 9,84 % času. A dalšími činnostmi jsou: výměna vodících lišt se 6,60 %, výroba testovacích plechů 5,52 %, výměna pacek na násypce 5,09 % a také zjištění limitů lisování 4,2 %.

### 8.5.2.1 Úvodní workshop

Hned po natočení prvního videa byl naplánován workshop v zasedací místnosti, kterého se ovšem neúčastnil celý tým SMED, ale pouze koordinátor projektu TPM, seřizovač, který byl natáčen a diplomant. Úkolem prvního workshopu bylo rozklíčovat a sepsat jednotlivé činnosti, které seřizovač během celého procesu přestavby dělá. Z analýzy je také jasně vidět, že veškeré činnosti byly seřizovačem prováděny interně. Je to dáno hlavně tím, že přenastavení takto velkého lisu je velmi náročné a může být i nebezpečné, kdyby se seřizovač pohyboval kolem prostoru lisu.

## 8.6 Spaghetti diagram

Z videa, velké přestavby, byl také vytvořen Spaghetti diagram, který jasně zaznamenává pohyb seřizovače během celé přestavby. Z tohoto diagramu vychází, že seřizovač se nejčastěji pohyboval mezi přední částí lisu a měřícím pracovištěm a také mezi přední a zadní částí lisu, kdy potřeboval jisté věci seřadit z druhé strany lisu. Pak se tu objevují větší vzdálenosti, a to jsou například cesty pro nástroj, na kontrolu hustoty, s hotovou výrobou, pro granulát, atd... tyto cesty ovšem nejsou už tak početné.



Obrázek 15 Spaghetti diagram velké přestavby (vlastní zpracování)

## 8.7 Střední přestavba

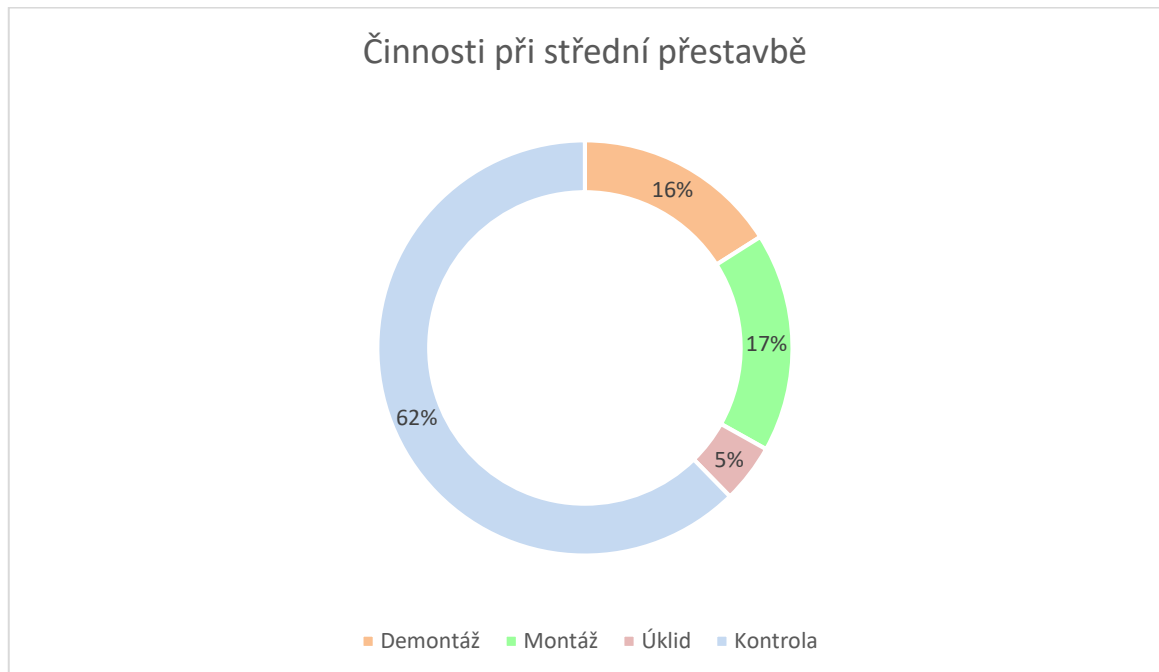
Dalším typem seřízení, které bylo natočeno 13. 6. 2019, je střední přestavba. V následující tabulce je zaznamenán a zanalyzován její průběh. Při této přestavbě není nutné měnit lisovací nástroj, pouze se upravují jeho parametry, aby jádro svůj rozměr a ve většině případů dochází také k výměně materiálu. I v tomto typu přestavby probíhají veškeré činnosti interně.

Tabulka 5 Analýza střední přestavby (vlastní zpracování)

Pořadí	Činnosti	Čas přetypování	%	Int/Ext
1	Odvoz vozíku s hotovými jádry	02:30	2,91%	Int
2	Odhlášení výroby	03:50	4,46%	Int
3	Vysypání prášku z hadic	01:30	1,74%	Int
4	Dovezení paletového vozíku	00:55	1,07%	Int
5	Donesení vysavače	00:47	0,91%	Int
6	Odnesení víka na původní místo	00:27	0,52%	Int
7	Vysátí automatu a úklid zbývajících kusů z pásu	01:53	2,19%	Int
8	Vysypávání prášku z hadic *dokončuje b. 3*	02:10	2,52%	Int
9	Vysypání prášku z ostatních hadic a násypky	01:58	2,29%	Int
10	Zajištění sudu skladovacím víkem	00:27	0,52%	Int
11	Nasazení vidlí na lis	00:27	0,52%	Int
12	Vysátí zadní části lisu + úklid vysavače na místo	02:17	2,66%	Int
13	Odvoz granulátu na místo	01:32	1,78%	Int
14	Dovoz nového granulátu a úklid vozíku na místo	02:19	2,69%	Int
15	Zadání LOS karty (problémy se strojem v databázi)	01:50	2,13%	Int
16	Výměna víka a nasátí granulátu	01:16	1,47%	Int
17	Čekání na naplnění nádrže s práškem	01:43	2,00%	Int
18	Donastavení váhy a výšky + kontrola na měřicím místě	32:15	37,51%	Int
19	Výroba 4 testovacích kusů a jejich měření	03:29	4,05%	Int
20	Dovyrobení 1 ks a odnesení testovacích kusů na hustotu	00:57	1,11%	Int
21	Čekání na výsledky hustoty	20:00	23,26%	Int
22	Dovoz vozíku na odkládání plechů	00:00	0,00%	Int
23	Nachystání plechů/lodiček k automatu	00:00	0,00%	Int
24	Kontrola jader	02:50	3,30%	Int
25	Zápis práce	01:26	1,67%	Int
26	Nájezd výroby	02:10	2,52%	Int
<b>Přenastavení celkem (min)</b>		<b>91</b>	<b>100%</b>	

Z grafu pod textem je vidět, že v tomto typu přestavby je nejnáročnějším procesem kontrola, kam patří také nastavování rozměrů jádra, tento proces trvá 56 minut a 41 vteřin. Druhým

nejdelším procesem je montáž s 15 minutami a 33 vteřinami. Třetím nejnáročnějším procesem je demontáž, která seřizovači zabere 14 minut a 34 vteřin. I v tomto typu přestavby je nejméně náročný úklid, který v tomto případě zabere pouze 4 minuty a 10 vteřin.



Obrázek 16 Graf rozdělení činností seřizovače (vlastní zpracování)

## 8.8 Shrnutí analytické části

Na začátku analytické části byla popsána společnost TDK Electronics s.r.o., ve které jsem diplomový projekt zpracovával. Byla popsána historie této společnosti, její organizační struktura, současné ekonomické ukazatele společnosti a také bylo popsáno portfolio výrobků divize feritů.

Dále byly popsány důvody, proč byl vybrán projekt SMED právě na lisovně a speciálně na stroji TPA 50/11. V této části bylo také popsáno, do jakých skupin jsou rozděleny lisy na lisovně. Dále v této kapitole byly popsány typy přestaveb, které se na lisu TPA 50/11 dělají. Jsou to tři typy přestaveb, které se dělí podle práce, která je při tomto seřízení vykonávána, jsou jimi: montáž nástroje, změna materiálu a změna CSNR.

V této části byl také popsán samotný lis a také práce, kterou musí seřizovači vykonávat. Dále byly zanalyzovány videa velké a střední přestavby. A činnosti v těchto seřizováních byly rozděleny do čtyř kategorií a přehledně znázorněny v grafech. V této části byl také pro velkou přestavbu vytvořen Spaghetti diagram celého seřízení.

## 9 PROJEKTOVÁ ČÁST

### 9.1 Vymezení projektu

**Název projektu:** Projekt implementace metody SMED na vybraném pracovišti ve společnosti TDK Electronics, s.r.o.

**Projektový tým:** Vedoucí oddělení TPM

Vedoucí oddělení průmyslového inženýrství

Vedoucí lisovny a jeho zástupce

Seřizovač specialista

Seřizovači

Technik stroje

Procesní technik

Výrobní technolog

Vedoucí DP – prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph. D.

Diplomant – Bc. Josef Jenčke

### 9.2 Hlavní a dílčí cíle projektu

**Hlavní cíle:** Snížení času velké přestavby stroje TPA 50/11 o 20%

**Vedlejší cíle:** Zvýšení dostupnosti stroje

Vytvoření standardu pro přenastavení

Redukce nákladů

### 9.3 Časová osa projektu

Doba trvání projektu byla naplánována od 20. kalendářního týdne roku 2019 do 37 týdne téhož roku. Celý projekt byl rozdělen do čtyř fází a to: příprava, měření, analýza a zlepšení, které jsou v časovém harmonogramu zaznačeny různými odstíny zelené.

Do fáze přípravy bylo zahrnuto seznámení se společností, definování cílů projektu a stanovení projektového týmu. Veškeré tyto činnosti proběhly v prvních dvou týdnech.

Fáze měření se skládala pouze z natočení videí seřízení a všechny videa se stihly natočit během dvou týdnů.

Třetí fáze, fáze analýzy se skládala naplánovaného workshopu, zaměřeného na samotnou analýzu velké přestavby, kde byly předkládány návrhy na zlepšení a byla diskutována jejich proveditelnost. Dále sem patří tvorba nového jízdního řádu a zaplánování přestavby dle nového jízdního řádu.

Poslední a nejdelší fází je fáze zlepšovací. Tato fáze byla původně naplánovaná na 8 týdnů, ale při realizaci některých zlepšení a při vytváření SOP došlo k drobným zpožděním, tak fáze nakonec trvala 11 týdnů. Do této fáze patří druhá naplánovaná ECRS analýza a také proces zavádění zlepšení, při kterém došlo k hlavním zpožděním. Dále vytvoření SOP, které muselo být kvůli zpožděním s vylepšeními na chvíli přerušeno. Posledními dvěma kroky bylo vydání SOP a zaškolení seřizovačů, které pokračovalo i dále.

	w20	w21	w22	w23	w24	w25	w26	w27	w28	w29	w30	w31	w32	w33	w34	w35	w36	w37
Seznámení se společností	■																	
Seznámení s výrobním procesem	■																	
Definování cílů projektu		■																
Stanovení projektového týmu		■																
Natočení videí seřízení			■	■														
Analýza natočených videí + úvodní wor			■	■	■													
ECRS 1 workshop					■													
Vytvoření nového jízdního řádu						■	■											
Přestavba dle nového jízdního řádu							■											
ECRS 2 workshop								■										
Zavádění zlepšení								■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Vytvoření SOP												■	■	■	■	■		
Vydání SOP																	■	
Zaškolení seřizovačů na nové SOP																		■

Obrázek 17 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování)



## 9.4 Logický rámec a RIPRAN

V této kapitole jsou popsány jedny z prvních kroků a to tvorba logického rámce a analýzy RIPRAN.

Logický rámec popisuje celkový projekt a jednotlivé činnosti, které jsou k dosažení stanoveného cíle nutné. V logickém rámci jsou také sepsány objektivně měřitelné ukazatele, prostředky, které k ověření těchto ukazatelů slouží. Jako hlavní cíl projektu bylo zvoleno snížení délky výměny nástroje na lise TPA 50/11 o 20 %. Hlavním výstupem z tohoto projektu bude vytvořený standard přenastavení, který bude sloužit ke sjednocení tohoto procesu, kdy všichni seřizovači budou seřízení dělat stejně a nemělo by docházet k častým výkyvům v čase seřízení.

V rizikové analýze jsou popsány hlavní rizika, jejich pravděpodobnost, dále pak pravděpodobnost scénáře a z toho je následně vypočítána celková pravděpodobnost. Tato celková pravděpodobnost je následně rozdělena do tří skupin, a to malá hodnota rizika, střední hodnota rizika a vysoká hodnota rizika. Do nejrizikovější skupiny byly zařazeny scénáře „neochota zaměstnanců spolupracovat se studentem“, jehož výsledná pravděpodobnost byla vypočítána na 24 %. Dále pak bod „odpor zaměstnanců dodržovat zlepšení“, které má výslednou pravděpodobnost 27 %, tyto dva body mají stejné opatření a tím je přistupovat k zaměstnancům s pokorou a vysvětlit jim v čem jim projekt pomůže. Poslední, třetí vysoce rizikový bod „chybějící informace ve standardu“, který má 23 % pravděpodobnost. Opatřením pro tento bod je pravidelná konzultace s výrobní technologií a seřizovačem specialistou.

Dále se v rizikové analýze nachází body se střední hodnotou rizika, kdy těchto bodů je celkem šest. Prvním z těchto bodů je zrušení projektu ze strany firmy, kdy tento bod má sice nízkou pravděpodobnost, ale vysoký dopad, tudíž zde vychází střední hodnota rizika a hlavním opatřením je definice přínosů pro společnost. Dále je v této kategorii nedostatečná kvalifikace zaměstnance. Pak se zde nachází scénáře získání zkreslených dat a špatně zpracovaná analýza, které mají stejné opatření a tím je pravidelná kontrola analýz a konzultace s nadřazenými pracovníky. Předposledním středně rizikovým scénářem je nereálný čas vypočítaný ve standardu, u tohoto scénáře je stejné opatření jako u bodu s vysokou hodnotou rizika, a to se scénářem chybějící informace ve standardu. Posledním scénářem se střední hodnotou rizika, je nedodržení termínu celého projektu a opatřením je správné stanovení jednotlivých bodů.



	Hierarchie cílů	Objektivně měřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Rizika a předpoklady
Definovaný cíl	Snížení času přenastavení na stroji TPA 50/11	Snížení ukazatele přenastavení ze stromu ztrát u stroje TPA 50/11	Interní systém společnosti	
Účel	1. Snížení délky výměny nástroje na lise TPA 50/11	Snížení potřebného času pro výměnu nástroje o 20%	Interní systém společnosti	Nedostatečné splnění
Výstupy	1.1 Definice cílů projektu	Vytvoření přehledu projektu, logického rámce, SWOT analýza	Projektová dokumentace	Špatně definovaný cíl
	1.2 Analýza současného stavu přenastavení ve společnosti	Vytvoření analýzy současného stavu. Změření časů přenastavení	Videozáznamy přenastavení	Chybná analýza dat
	1.3 Organizace workshopů na téma přenastavení	Zorganizování workshopů, kde se budou diskutovat zlepšení procesu	Seznam navržených zlepšení	Nevhodná zlepšení
	1.4 Vytvoření nového jízdního řádu	Nový jízdní řád přenastavení se zavedenými zlepšeními	Nový jízdní řád	Chyby v technologickém postupu
	1.5 Ověření nového jízdního řádu v praxi	Provedené přenastavení, dle nového jízdního řádu	Celkový čas přenastavení	Nulový přínos dostupnosti
	1.6 Vytvoření SOP	Schválení standardu přenastavení technologem	Vydání standardu přenastavení	Špatně vytvořený standard
Klíčové aktivity	Aktivity projektu			
	1.1.1 Sepsání definice projektu + tvorba týmu	Interní informace společnosti	Květen 2019	Ochota pracovníků
	1.2.1 Natočení záznamu přenastavení	Videokamera, práce serizovače	Červen 2019	Špatně vypracovaná analýza
	1.2.2 Analýza videí pomocí stanovené analýzy	Natočené videozáznamy	Červen - červenec 2019	Nevhodná/neprovedená zlepšení
	1.3.1 Vymyšlení a sepsání zlepšení	Konzultace s kvalifikovanými členy týmu	Červenec 2019	Neefektivní zlepšení
	1.3.2 Zavádění zlepšení	Spolupráce společnosti	Červenec - září 2019	Špatný technologický postup
1.4.1 Vytvoření nového jízdního řádu	Microsoft Excel	Srpen	Chybný standard přenastavení	
1.6.1 Vytvoření standardu přetypování	Interní aplikace Buldoc	Srpen - září 2019		

Obrázek 18 Logický rámec projektu (vlastní zpracování)

Č.	Hrozba	P-st. hrozby	Scénář	P-st. scénář	Výsledná f	Výsledná Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Neochota společnosti spolupracovat	10%	Projekt bude zrušen Neposkytnutí dostatek informací	50% 70%	5% MP 7% MP	VD SD	SHR MHR	Definování přínosů společnosti
2	Nespolupráce zaměstnanců	30%	Neochota zaměstnanců spolupracovat se studentem Nedostatečná kvalifikace zaměstnanců	80% 60%	24% SP 18% MP	VD VD	VHR SHR	Přístupovat k zaměstnancům s pokorou a vysvětlit čem jim projekt pomůže
3	Špatně definovaný cíl	20%	Odpor zaměstnanců dodržovat zlepšení Příliš vysoký cíl projektu	90% 60%	27% SP 12% MP	VD SD	VHR MHR	Zanalyzování současného stavu a zjištění možnosti zlepšení
4	Chabná analýza dat	25%	Nesplnění vedlejších cílů projektu Získání zkreslených dat	70% 75%	14% MP 19% MP	SD VD	MHR SHR	Pravidelná kontrola analýz a konzultace s nadřízenými pracovníky
5	Neochodná zlepšení	10%	Špatně zpracovaná data Nereálná zlepšení	65% 50%	16% MP 5% MP	VD SD	SHR MHR	Řešit jednotlivá zlepšení s odbornými členy týmu
6	Špatně definovaný standard	25%	Nízký přínos zlepšení Chybějící informace ve standardu	50% 90%	5% MP 23% SP	SD VD	MHR VHR	Pravidelná konzultace s technologií a seřizovačem specialistou
7	Nulový přínos dostupnosti	10%	Nereálný čas vypočítaný ve standardu Žádné časové zlepšení	85% 40%	21% SP 4% MP	SD SD	SHR MHR	Výběr správných zlepšení
8	Nedodržení termínů	30%	Nedodržení termínů celého projektu	80%	24% SP	SD	SHR	Správné stanovení jednotlivých bodů

Obrázek 19 RIPRAN (vlastní zpracování)

## 10 ZEFEKTIVNĚNÍ PROCESU PŘENASTAVENÍ

Tato kapitola bude zaměřena na samotné zavedení tříkrokové metody SMED, jejíž zavedení vede k celkovému zefektivnění vybraného procesu a také ke zvýšení dostupnosti stroje. Přínosem pro firmu z tohoto by měla být finanční úspora, která bude na konci této práce vyhodnocena.

Ještě před začátkem samotné metody SMED bylo nutné odstranit veškeré plýtvání způsobené čekáním nebo hledáním a zajistit, aby k tomuto plýtvání již nedocházelo. Po zanalyzování velké přestavby bylo pět kroků označeno za plýtvání způsobené hledáním nebo čekáním. Tyto kroky i s časy jsou zaznamenány v tabulce pod textem.

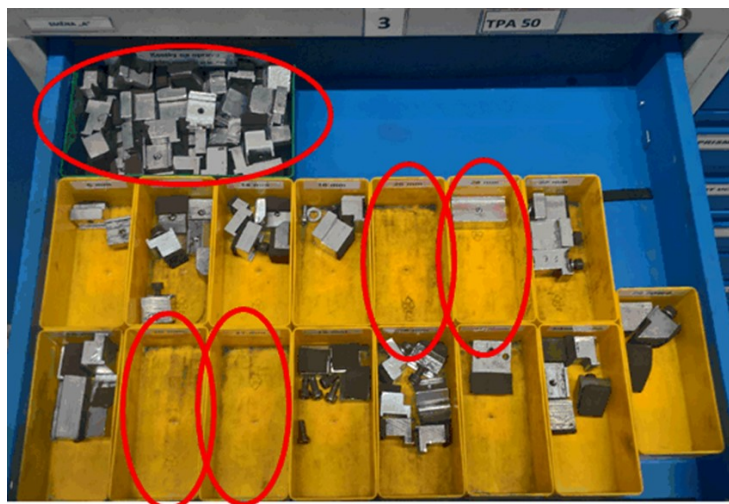
*Tabulka 6 Plýtvání ve velké přestavbě (vlastní zpracování)*

Č. operace	Název operace	Původní čas	Nový čas/řešení
7.	Úklid externí firmou	5:15	Eliminate
10.	Průvodka na sundání nástroje	4:00	1:25
13.	Hledání granulátu	10:10	Eliminate
27.	Hledání šroubu	1:25	Eliminate
45.	Hledání drátu a výroba dorazu	10:40	Eliminate

- První operace označená za plýtvání bylo **čekání na úklid externí firmou**. Děje se tak, neboť externí firma na lisovně uklízí každý den podlahovým mycím strojem, ale také ručně pomocí mopů. Seřizovač během tohoto procesu nesmí na mokrá místa vstupovat z důvodu eliminace úrazu a také z důvodu opětovného roznášení granulátu po lisovně. Doporučením pro řešení tohoto kroku je domluvení se s externí firmou na provádění úklidu v době polední pauzy, která je pro celou lisovnu začíná ve stejný čas, a to v čase od 10:30 do 11:00.
- Další operace označená za plýtvání byl bod 10 **průvodka na sundání nástroje** v tomto bodu by měl seřizovač vzít průvodku k nástroji který je právě v lise, podepsat ji a nechat ji podepsat i mistrem výroby. Ovšem při natáčení videa došlo k tomu, že seřizovač nemohl mistra najít, tak ho poté 3 minuty hledal po celé lisovně. Prvním řešením tohoto kroku bylo zrušit povinnost podepisování mistrem. Tato

možnost se po konzultaci s vedením projevila jako nevhodná, kdy vedení lisovny chtělo tento krok zachovat z toho důvodu, aby se nestalo, že seřizovač vrátí poškozený nástroj do nástrojárny a zatají to. Tudíž doporučením je nechávat tuto průvodku v kanceláři mistra a když půjde seřizovač kolem (například s materiálem), tak si podepsanou průvodku vyzvedne.

- Dalším plýtváním bylo **hledání granulátu**, které dokonce zabralo 10 minut a 10 vteřin. K tomuto problému došlo, když seřizovač přišel na místo, kde měl být nachystán granulát. Ten ovšem byl nachystán jinde a aby k tomuto již nedocházelo, je nutné proškolit jak seřizovače, tak přípraváře granulátu o tom, kde se má nacházet granulát, co patří zpět na sklad a kde se má nacházet granulát co patří do výroby.
- V jedné části šel seřizovač **najít šroub**, který si myslel, že potřebuje k upevnění vodící lišty automatu. Ovšem po diskuzi se seřizovačem specialistou bylo zjištěno, že žádný tento šroubek tam není potřeba. Tomuto kroku by se mělo dále předejít pomocí standardu přetypování.
- Poslední operací, kde docházelo k plýtvání, tak bylo **hledání drátu**, kdy seřizovač potřeboval drát, aby vyrobil doraz, který bude zastavovat jádra na konci pásu. Tento doraz by se normálně měl nacházet v šuplíku s příslušenstvím pro automaty středních lisů. V tomto bodu došlo ke zjištění, že dochází k problémům s minimální zásobou dílů a také k tomu, že údržba neví, že se v těchto šuplících nachází krabičky na poškozené díly, tudíž je vůbec nevyzvedávají a neopravují. Řešením tohoto problému je stanovení minimálních zásob těchto dílů a proškolení údržby na pravidelnou kontrolu a opravu poškozených dílů z výroby.



Obrázek 20 Zásoby pacek ve výrobě (vlastní zpracování)

Po odstranění plýtvání se proces velké přestavby sníží na 284 minut, což je 4 hodiny 42 minut a 27 vteřin. Celkové plýtvání ve velké přestavbě bylo 31 minut a 5 vteřin. Z toho nám vychází, že plýtvání zastávalo 10 % ze všech činností.



Obrázek 21 Procentuální vyjádření plýtvání velké přestavby (vlastní zpracování)

## 10.1 Tři kroky metody SMED

### 10.1.1 První krok – rozdělení činností na interní a externí

Jak je vidět v analytické části v tabulce č. 4 tak veškeré činnosti během velké i střední přestavby probíhají interně, tedy při vyplém stroji. Je to dáno hlavně náročností daného procesu a také z bezpečnostního hlediska, kdy může být pro seřizovače nebezpečné pohybovat se v prostoru běžícího lisu.

### 10.1.2 Druhý krok – převod interních činností na externí

Ve druhém kroku metody SMED byly doporučeny jisté činnosti, které by mohly pomoci se snížením času interních činností. Ovšem jak již bylo řečeno, je velmi těžké v tomto procesu tyto činnosti hledat.

- Největší potencionální úspora v tomto kroku by byla dosažena vytvořením **checklistu příslušenství, potřebném k další výrobě**. Tento bod je ale velmi složitý ne realizaci, neboť se zde vyskytují dva problémy.

První problém je, že k lisům TPA 50 je velké množství různého příslušenství, které nemá žádné značení.

Druhým problémem je, že seřizovači nemají v současné době vůbec žádný postup a příslušenství do lisu a automatu instalují pouze podle vlastních zkušeností. Tudiž i kdyby bylo značení, je nutné pro seřizovače také označit co se hodí pro jaká jádra. Návrh takového checklistu, který jsem vytvářel se nachází v příloze P I. Zavedením takového checklistu se zkrátí kroky z analýzy (*tab. 4 Analýza natočené velké přestavby*) 26 – Výměna násypky a seřízení ramene o 5 minut a 30 vteřin (zůstane zde zbytkový čas 6 minut a 25 vteřin, neboť rameno slouží k přitlačení násypky, která sype granulát do matrice a tato činnost může být prováděna pouze při vyplém stroji) a pak krok 35 – Výměna pacek a kostek na násypce, kde tato násypka může být celá nachystána v externím čase, tím pádem by se ušetřil celkový čas této operace a to 15 minut a 45 vteřin. Celkem se tedy pomocí checklistu dá převést 21 minut a 15 vteřin na externí činnosti a snížit tím čas přenastavení.

- Další činnost, která se po konzultaci se seřizovačem specialistou dá převést na externí činnost je krok č. 3 Ukončení výroby + odhlášení. Seřizovač tento proces v současné době dělá v pořadí, jak je bod pojmenován. Prvně vypne stroj a pak jde k počítači odhlásit výrobu, kdy při tomto odhlášení musí seřizovač zadat údaje jako číslo LOS karty (výrobní várky), osobní kód seřizovače, vypisuje činnosti, které seřizovač vykonával, rychlost lisování, atd.... Po konzultaci se seřizovačem specialistou v tomto není žádný problém, když výrobu odhlásí chvíli před dokončením první výrobní dávky. Úspora času v tomto případě je 4 minuty a 55 vteřin.
- Posledními činnostmi, které mohou být převedeny z interních na externí jsou činnosti na konci přenastavení. Těmito činnostmi jsou v *tabulce 4* kroky 53. – 56.

Navezení plechů k lisu – V tomto kroku musí seřizovač dovézt plný vozík plechů, na které automat odkládá vylisovaná jádra. Tyto plechy poté musí naskládat do výtahu na plechy. Vzhledem k tomu, že má již jeden plech nachystaný při nastavování odebíracího automatu, může si zbytek navézt až po začátku výroby.

Dovezení vozíku na finální výrobu – Ve společnosti jsou dva typy vozíků, jsou to dvousloupcové a třísloupcové. Oba tyto typy najde seřizovač na jednotném místě na lisovně, kousek od místa na předání jader na výpal. Tento vozík může být také dovezen až po začátku výroby.

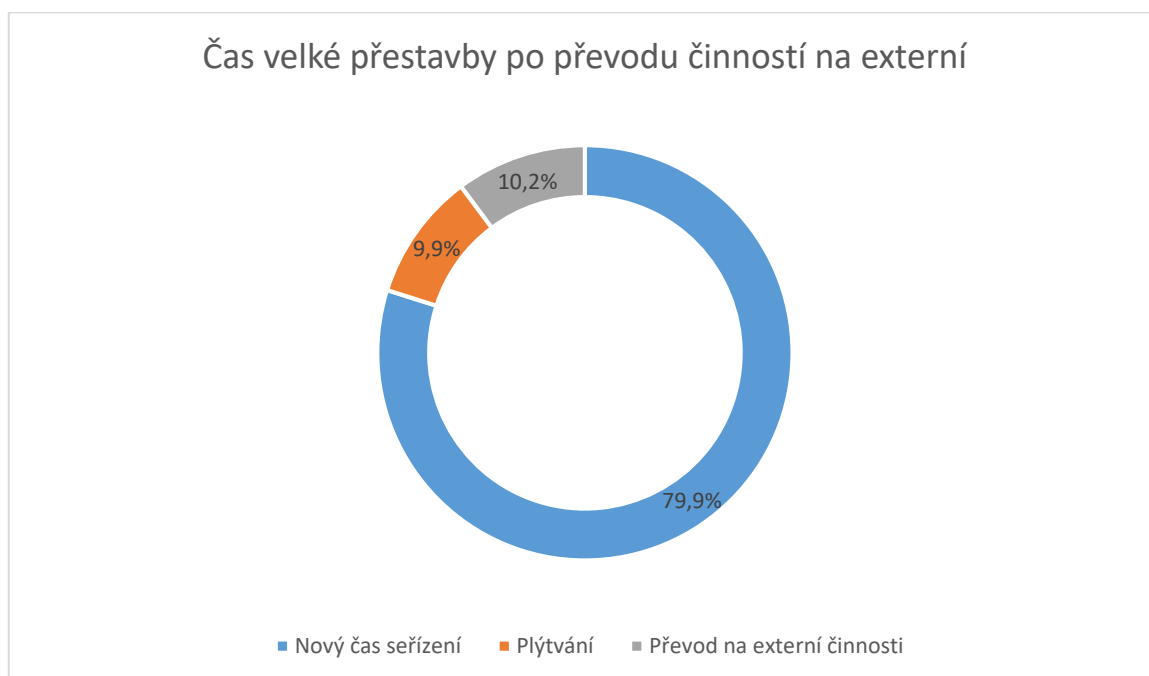
Kontrola jader a lepení – Tato kontrola již není povinná, ovšem po diskuzi se seřizovači ji provádí skoro každý seřizovač. Ovšem z důvodu velké četnosti předcházejících kontrol a povolení výroby od střediska kontroly hustoty, je možné tento krok dělat až po započetí výroby.

Zápis práce – Seřizovači tento krok dělají jako předposlední, hned před započtím výroby. V tomto kroku by měli zaznamenat, jak dlouho jim seřízení trvalo, na kolik zdvihů za minutu je lisování nastaveno, jaký materiál byl pro výrobu použit a jaký nástroj je použit. Tento krok se dá také převést do externích činností, kdy bude prováděn až po započtím výroby.

Celkem se převodem těchto čtyř operací dá ušetřit 7 minut a 20 vteřin.

#### 10.1.2.1 Shrnutí druhého kroku metody SMED

Po sečtení veškerých činností, které se dají převést na externí se dá při velké přestavbě ušetřit celkem 33 minut a 30 vteřin. Nová celková doba velké přestavby je možná zkrátit na 4 hodiny 10 minut a 57 vteřin, což činí 251 minut. Oproti původnímu seřízení je po druhém kroku metody SMED ušetřeno celkem 1 hodina 3 minuty a 15 vteřin. Současná úspora času je 20,1 %.



Obrázek 22 Procentuální vyjádření činností převedených na externí  
(vlastní zpracování)

### 10.1.3 Třetí krok – technologické zlepšení procesů

V rámci tohoto kroku byl uspořádán další workshop, pod vedením diplomanta, který již probíhal v celém týmu SMED. Workshop trval celkem 4 hodiny a byly zde rozebírány klíčové procesy přenastavení a možnost jejich zlepšení. Byla rozebírána proveditelnost jednotlivých zlepšení a jejich potencionální přínos. Na tomto workshopu bylo navrženo velké množství zlepšení, které se nachází v tabulce pod textem

*Tabulka 7 Navržená zlepšení procesu (vlastní zpracování)*

Číslo návrhu	Popis zlepšení
1.	Zajistit objednávku granulátu na místo k lisu
2.	Nastavení vnitřní hloubky z nástrojárny
3.	Zavést úchylkoměry a kontrolní váhy ve vozíku s nářadím
4.	Zavést pomocníka na lisovně
5.	Momentový utahovák s univerzálním bitem
6.	Pohyb automatu po ose čepu
7.	Zjistit, zda je nutná výroba celého testovacího plechu
8.	Doplnit do výrobního protokolu způsob lepení jader
9.	Zjistit, zda se dá ukládat do paměti odebíracího automatu
10.	Zavedení checklistu před seřizením
11.	Zajistit čisticí prostředky na vozíku s nářadím

Po konzultacích s výrobní technologií diplomant vytvořil matici hodnoty a úsilí, kam byly všechny tyto návrhy zařazeny. Tato matice vznikla stanovením (na stupnici od 0 – 100 bodů) jakou přidanou hodnotu jednotlivé zlepšení přinesou a kolik úsilí (ať finančního, časového či z pohledu náročnosti realizace). Každý bod poté dostal své umístění v matici, která udává, zda je vhodné dané zlepšení realizovat, zda zlepšení zvážit, nebo že se nám dané zlepšení nevyplatí. Tato matice je přiložena v příloze P II Matice hodnoty a úsilí. Zeleně jsou zaznačeny body, které byly označeny za vhodné, naopak oranžově jsou body, které se nachází v kvadrantech možného zavedení, ale jejich zavedení bylo zamítnuto a v posledním



kvadrantu jsou červeně body, které se nevyplatí zavádět. Taková matice se v některých zdrojích nazývá také PICK matrix.

1. Prvním návrhem na zlepšení bylo dovezení granulátu přímo k místu. Znamenalo by to, že by seřizovači byl podle plánování výroby na jistý čas objednaný granulát přímo k lisu. Ovšem tento bod byl kvůli složitému zaplánování, kvůli nechtěným prostojům stroje, a hlavně kvůli malému prostoru mezi lisy zamítnut, jako nereálný.
2. Druhým návrhem byla možnost nastavení vnitřní hloubky matriční desky přímo v nástrojárně. Tento bod byl prokonzultován s pracovníky údržby a bylo zjištěno, že se takto dají nastavovat pouze šoupátkové nástroje, kterých je ovšem ve společnosti jen pár. Tudíž není možné s tímto časem počítat v novém standardu.
3. Časově nejnáročnější činností celého seřízení bylo správné nastavení výšky a váhy jádra. Během nastavování musel seřizovač celkem 28 krát na kontrolní pracoviště a zpět k lisu, kdy pouze cesta tam a zpět trvá v průměru 34 vteřin. Pomocí užití kontrolních měřidel, přesněji řečeno vhodné digitální váhy a digitálního posuvného měřítka, která by se nacházely ve vozíku s nářadím je tedy možné ušetřit v ideálním případě 15 minut a 52 vteřin na jedné velké přestavbě. Tento bod by také pozitivně ovlivnil všechny ostatní typy přestaveb.



*Obrázek 23 Digitální přenosná váha a posuvné měřítko*

*(dostupné z ©b2bpartner.cz)*

4. Velmi diskutovaným tématem bylo zavedení pomocné síly na lisovně. Ovšem po provedení kalkulace fondu pracovní doby tohoto pomocníka a celkových nákladů na pomocnou sílu za měsíc vychází, že tento pomocník se pouze na lisovně nevyplatí, bylo by nutné mu vymyslet práci i na jiném oddělení. V tabulce č. 8 jsou jasně

zaznačeny veškeré činnosti, které by mohl pomocník po jistém zaškolení provádět. Ovšem i kdybychom počítali s ideálním případem čtyř seřizovačů na směně a tím i čtyř velkých přestaveb, vyjde nám, že náplň práce tohoto pomocníka za jednu směnu by byla 2 hodiny 37 minut.

*Tabulka 8 Náplň práce pomocníka na lisovně  
(Vlastní zpracování)*

<b>Činnost</b>	<b>Čas</b>
Odvoz hotových jader	0:02:30
Vypouštění prášku z plnicí hadice	0:02:45
Čištění automatu od kusů a prášku	0:01:30
Vysátí prostoru nástroje	0:03:20
Průvodka na sundání nástroje	0:04:00
Odvoz zbývajících granulátu na místo	0:02:30
Navezení a příprava granulátu	0:05:30
Čištění pod automatem	0:07:20
Vysátí nástroje	0:00:50
Čištění prostoru nástroje + mazání ližin	0:05:05
Nasátí granulátu	0:04:00
<b>SUMA</b>	<b>0:39:20</b>

Vzhledem k tomu, že přestavby nejsou naplánovány pouze na ranní směny, museli by tito pomocníci být na každé směně, tudíž by firma potřebovala čtyři tyto pomocníky. Náklady na pomocníka jsou ve firmě předběžně vykalkulovány na 27 520 Kč měsíčně (vč. započtení odvodů SP a ZP). Roční náklady na čtyři tyto pomocníky činí **1 320 960 Kč**. Tito čtyři zaměstnanci dokáží za rok ušetřit 1910 hodin všech středních lisů. Kdy podle způsobu kalkulací společnosti se tento čas vynásobí náklady na hodinu provozu stroje, což činí 265 Kč. Dokud pro ně nebude vymyšlena další práce bude jejich roční úspora pouze **506 194 Kč**.

Tabulka 9 Roční úspory a náklady pomocných pracovníků  
(vlastní zpracování)

Roční náklady na pomocné pracovníky	Úspory pomocné síly
4 zaměstnanci * 27 520 * 12 = 1 320 960 Kč	2,6166 hodiny za směnu * 2 * 365 = 1910,17 h/rok
	1910,17 * 265 Kč (náklady na hodinu provozu stroje) = 506 194 Kč

5. Dalším návrhem bylo užití momentového utahováku místo klasického klíče při povolování a utahování nástroje v lisu. Tohle zlepšení sníží celkový čas přenastavení pouze o 1 minutu a 40 vteřin, ale náklady na tohle zlepšení jsou poměrně nízké a pohybují se kolem 1 000 korun.



Obrázek 24 Momentový klíč  
(dostupné z ©alza.cz)

6. Dále byl navržen čep, po jehož ose by se přistavoval odebírací automat přímo na správné místo k lisu. Tento čep již dřív byl u automatů nainstalován, ale po opravě podlahy v celé lisovně již tyto čepy nebyly instalovány. Po diskuzi s vedením lisovny byl tento krok zamítnut, neboť by bylo nutné vrtat do nové podlahy a přínos tohoto kroku není dostatečně vysoký.
7. Dalším bodem k diskuzi byla výroba testovacího plechu, při které seřizovač celý proces hlídal a strávil tím celkem 17 minut a 5 vteřin. Po konzultaci se seřizovačem specialistou není nutné celý tento proces sledovat, stačí počkat na vyrobení dvou řad jader a zjistit, jak je automat pokládá do odkládacích plechů. Celková úspora při tomto procesu je 11 minut 20 vteřin.
8. Tento návrh byl rozebírán z toho důvodu, že seřizovač v bodě 50 (tabulka 4) nevěděl, zda se jádra, která má vyrábět lepší nebo ne. V tomto případě se seřizovač musel jít

zeptat do kanceláře mistrů, zda se toroidní jádra ve dvou řadách mají lepit nebo ne. V současné době seřizovači nastavují lepení pouze podle vlastních zkušeností s předchozí výrobou, se způsobem ukládání jader a s odkládací plochou. Návrhem v tomto případě je jednoznačně zapsat do výrobního protokolu, který má seřizovač k náhledu při každé výrobní dávce, zda se jádra lepí, popřípadě jakým způsobem se mají lepit. Tímto zlepšením je možné na seřízení ušetřit 4 minuty a 50 vteřin, při nulových nákladech.

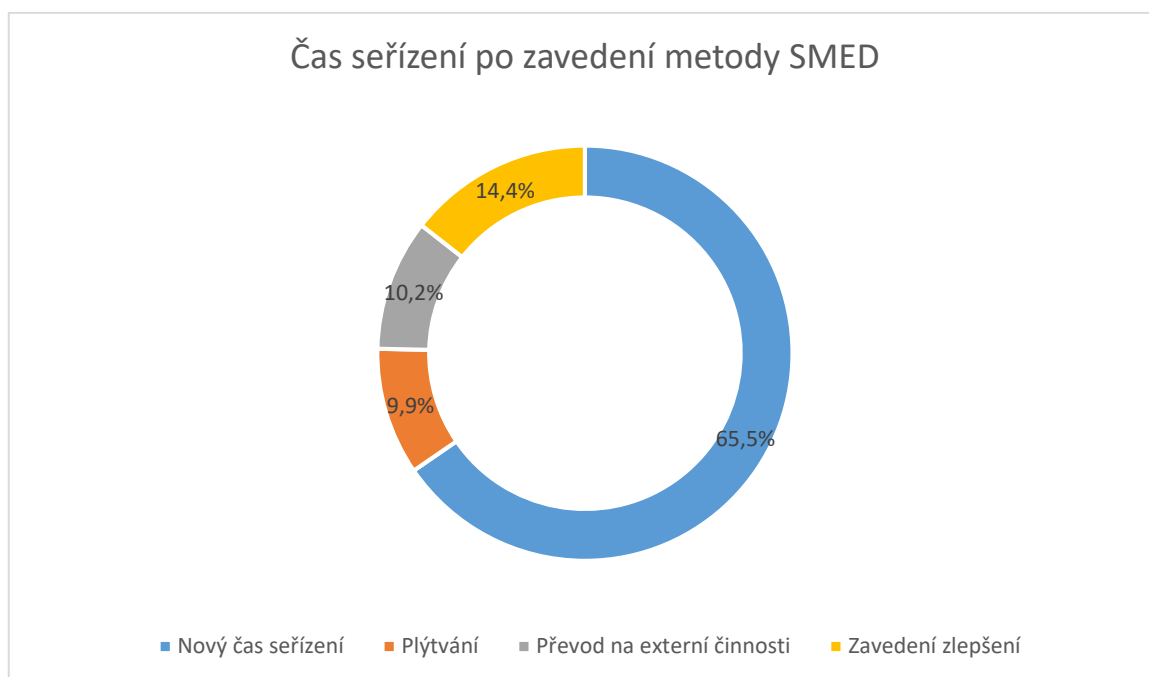
9. Po diskuzi se seřizovači od malých lisů jsem se dozvěděl, že jejich odebírací automaty mají jistou paměť, ve které je uložen odebírací program pro dané jádro. Po následné konzultaci s vedoucím techniků stroje bylo zjištěno, že současný, modernizovaný automat, který se nachází u lisu TPA 50/11 dokáže do své paměti uložit až 1000 odebíracích programů. Ovšem je nutné ho nechat přeprogramovat dodavatelem systému do automatu. **Tohle zlepšení by stálo 30 000 Kč** a mohl by společnosti přinést úsporu až 10 minut na jednu velkou přestavbu.
10. Checklist již byl popsán v kapitole *10.1.2 Druhý krok*
11. Tohle zlepšení se zaměřuje na bod 6 v tabulce 4 – příprava na čištění automatu. V tomto bodu musel seřizovač dojít pro čisticí prostředky, které nebyly na svém místě tak pro ně musel jít na jiné místo. Vozík s náradím je ovšem malý a na spoustu věcí tam již není místo. Tento krok byl doporučen vyřešit rozšířením vozíku s náradím. Úspora v tomto kroku by byla v případě měřené přestavby 1 minuta a 40 vteřin.



Obrázek 25 Vozík s náradím před a po rozšíření (vlastní zpracování)

### 10.1.3.1 Shrnutí třetího kroku metody SMED

Pokud by se společnost rozhodla všechny doporučená zlepšení zavést dá se zkrátit celkový čas seřízení o dalších 45 minut a 22 vteřin. Nový čas seřízení by se po zavedení těchto zlepšení snížil na 3 hodiny 25 minut a 35 vteřin. Celková časová úspora metody SMED při velkém seřízení je 1 hodina 48 minut a 37 vteřin.



Obrázek 26 Procentuální vyjádření časové úspory po zavedení metody SMED  
(vlastní zpracování)

Původní analyzované video velké přestavby bylo podrobeno ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) analýze, která je součástí přílohy P III. V této příloze je také zaznačeno odstranění plýtvání a také převod interních činností na externí.

## 10.2 Nové jízdni řády

Pro velkou i střední přestavbu byly vytvořeny nové jízdni řády, které slouží jako podklad k tvorbě standardů přetypování. Tyto standardy byly diplomantem dokončeny na konci září 2019 a byly vydány v předběžné verzi, kdy firma je stále užívá, akorát v nich dělá různé úpravy, dle zavedených zlepšení.

Jízdni řád velké přestavby byl také otestován pro svoji použitelnost v praxi, ovšem byl natočen ještě bez zavedených zlepšení a také se od seřizovače zjišťovaly různé informace a fotily se obrázky do standardu, tudíž se neměřil celkový čas této přestavby. Tento jízdni řád

se nachází v tabulce číslo 10. Externí časy, které jsou zvýrazněné červeně nejsou v celkovém čase přenastavení započítány.

Tabulka 10 Nový jízdní řád velké přestavby (vlastní zpracování)

Pořadí	Činnosti	Int./Ext.	Průběžný čas
1	Nachystání násypky a ramene	Ext	05:30
2	Výměna pacek na násypce	Ext	15:45
3	Odhlášení výroby	Ext	04:55
4	Ukončení výroby	Int	00:00
5	Odvoz hotových jader	Int	02:30
6	Vypouštění prášku z nádrže	Int	02:00
7	Demontáž světelné závory	Int	00:55
8	Odstavení automatu	Int	00:50
9	Zametení prášku pod automatem + úklid pásu	Int	02:10
10	Průvodka sundání nástroje	Int	01:45
11	Vypouštění prášku z ostatních hadic	Int	02:30
12	Odvoz zbývajícího granulátu na místo + úklid palety	Int	03:45
13	Navezení nového granulátu	Int	05:30
14	Demontáž nástroje	Int	07:50
15	Vyčištění nástroje, automatu, prostoru pod automatem + vysátí prostoru nástroje a místem pro odběr prášku	Int	06:10
16	Vynulování lisu	Int	01:35
17	Odvoz nástroje	Int	03:00
18	Navezení nového nástroje	Int	04:00
19	Čištění prostoru nástroje + mazání vodících lyžin	Int	06:05
20	Nasazení nástroje + upevnění	Int	08:40
21	Kontrola fungování nástroje v lisu	Int	03:15
22	Kontrola dokumentace + čekání na PC	Int	01:15
23	Odvoz Almocarů	Int	01:20
24	Komunikace s nástrojářem + úklid pomůcek	Int	03:20
25	Zadání LOS karty + opsání protokolu hustoty	Int	02:15
26	Nastavení vnitřní hloubky	Int	03:15
27	Nastavení váhy a výšky	Int	03:05
28	Výměna a seřízení násypky + vidlí	Int	06:25
29	Nasátí nového granulátu	Int	04:00
30	Nastavení váhy a výšky + výroba testovacích kusů	Int	29:39
31	Odnesení 4 ks na hustotu	Int	01:00
32	Demontáž obrabeče + prisma	Int	02:30
33	Úklid pracoviště	Int	04:40
34	Přistavení automatu	Int	02:20
35	Odnesení odebírače a přinesení + úprava druhého	Int	03:50

36	Nastavení výšky pásu + úprava polohy automatu	Int	03:30
37	Výměna vodičích lišt	Int	11:10
		Int	09:15
38	Chystání plechů k odebírači + nasazení odebírače + seřízení čidla	Int	15:00
39	Čtení specifikace	Int	01:20
40	Nastavování parametrů automatu	Int	07:30
41	Nastavení odebírače + přidělení světelné závory	Int	12:55
42	Vyrobení jednoho kusu a kontrola	Int	01:10
43	Nastavení lisovacího tlaku	Int	04:35
44	Nastavení lepení	Int	05:08
45	Doplnění lepidla do mlýnku	int	02:00
46	Začátek výroby	Int	01:30
47	Navezení plechů k lisu	Ext	02:00
48	Dovezení odkládacího vozíku a umístění k lisu	Ext	01:05
49	Zápis práce	Ext	02:25
50	Kontrola kvality + kontrola lepení	Ext	02:50
<b>Přenastavení celkem (min)</b>			<b>206</b>

Z natočeného videa střední přestavby byl vytvořen také nový jízdní řád, ze kterého stejně jako z jízdního řádu velké přestavby vznikl předběžný standard. Tento jízdní řád je v tabulce č. 11. V tomto seřízení se pouze činnosti odhlášení dá provádět externě. Činnosti 23-26 mají průběžný čas 0 minut a je to z důvodu, že jsou vykonávány v čase, kdy seřizovač čeká na výsledky hustoty.

Tabulka 11 Nový jízdní řád střední přestavby (vlastní zpracování)

Pořadí	Činnosti	Int/Ext	Průběžný čas
1	Odhlášení výroby	Ext	04:55
2	Ukončení výroby	Int	00:00
3	Odvoz vozíku s hotovými jádry	Int	02:30
4	Vysypání prášku z hadic	Int	01:30
5	Dovezení paletového vozíku	Int	00:55
6	Donesení vysavače	Int	00:47
7	Odnesení víka na původní místo	Int	00:00
8	Vysátí automatu a úklid zbývajících kusů z pásu	Int	01:53
9	Vysypávání prášku z hadic *dokončuje bod 3*	Int	02:10
10	Vysypání prášku z ostatních hadic a násypky	Int	01:58
11	Zajištění sudu skladovacím víkem	Int	00:27
12	Nasazení vidlí na lis	Int	00:27

13	Vysátí zadní části lisu + úklid vysavače na místo	Int	02:17
14	Odvoz granulátu na místo	Int	01:32
15	Dovoz nového granulátu a úklid vozíku na místo	Int	02:19
16	Zadání LOS karty (problémy se strojem v databázi)	Int	01:50
17	Výměna víka a nasátí granulátu	Int	01:16
18	Čekání na naplnění nádrže s práškem	Int	01:43
19	Donastavení váhy a výšky + kontrola na měřicím místě	Int	18:25
20	Výroba 4 testovacích kusů a jejich měření	Int	03:29
21	Dovyrobení 1 ks a odnesení testovacích kusů na hustotu	Int	00:57
22	Čekání na výsledky hustoty	Int	20:00
23	Dovoz vozíku na odkládání plechů	Int	00:00
24	Nachystání plechů/lodiček k automatu	Int	00:00
25	Kontrola jader	Int	00:00
26	Zápis práce	Int	00:00
27	Nájezd výroby	Int	02:10
<b>Přenastavení celkem (min)</b>			<b>69</b>

Oproti původnímu natočenému seřízení je zde díky možným zavedeným zlepšením (největší dopad má nastavování výšky a váhy pomocí kontrolních měřidel) se průběžný čas střední přestavby sníží až na 1 hodinu 8 minut a 35 vteřin. Časová úspora oproti původní střední přestavbě je tedy 22 minut, což ve výsledku činí úsporu 24%.



## 11 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Celé zhodnocení projektu bylo nutné provádět ve spolupráci s oddělením controllingu, který dodával informace o interním způsobu kalkulace úspor a také podal informace ohledně důležité k těmto výpočtům.

První částí zhodnocení projektu je zhodnocení časových úspor projektu. Projekt byl stanoven na časovou úsporu 20 % z času velké přestavby. Původní seřízení trvalo 5 hodin a 14 minut. Časová úspora by tedy měla činit minimálně 1 hodinu a 3 minuty aby byl tento cíl splněn. Této úspory bylo dosaženo již po druhém kroku metody SMED. V tabulce číslo 12 je zaznamenána potencionální úspora po aplikaci metody SMED doporučené diplomantem. Po zavedení veškerých doporučených zlepšení je možné seřízení zkrátit až o 34,4 %, kdy se uspoří celkem 108 minut z jedné velké přestavby.

Tabulka 12 Časová úspora na jedno seřízení (vlastní zpracování)

Velká výměna	Původní čas	Čas seřízení po odstranění plýtvání	Čas seřízení po druhém kroku	Čas seřízení po třetím kroku
Čas seřízení v minutách	314	284	251	206
Úspora v %	0,0%	9,6%	20,1%	<b>34,4%</b>

Dále byly propočítány měsíční a roční časové úspory ze zavedení projektu. Tento výpočet byl rozdělen také do tří kroků metody SMED, kdyby se společnost nerozhodla pro investici do třetího kroku a spokojila by se s výsledkem pouze kroku druhého. Celková časová kalkulace je počítána za předpokladu průměrného počtu 21 přestaveb za měsíc. Tento průměrný počet vychází z tabulky číslo 1. Celková roční časová úspora po druhém kroku tohoto projektu činí 15 939 minut, což se rovná 265,65 hodinám. Při zavedení veškerých zlepšení, které byly diplomantem doporučeny je ovšem roční úspora 27 342 minut a to představuje 455,7 hodiny. Zavedení veškerých zlepšení tedy přinese dodatečnou úsporu 190,05 hodin oproti druhému kroku.

Tabulka 13 Časová úspora v minutách (vlastní zpracování)

Velká výměna	Původní čas	Úspora po odstranění plýtvání	Úspora po druhém kroku	Úspora po třetím kroku
Čas v min.	314	31,5	63,25	108,5
Měsíční výpočet	$314 * 21 = 6\ 594$	$31,5 * 21 = 661,5$	$63,25 * 21 = 1\ 328,25$	$108,5 * 21 = 2\ 278,5$
Roční výpočet	$6\ 594 * 12 = 79\ 128$	$661,5 * 12 = 7\ 938$	$1\ 328,25 * 12 = 15\ 939$	$2\ 278,5 * 12 = \mathbf{27\ 342}$

Dále byly tyto informace o úsporách po jednotlivých krocích přepočítány do finanční stránky a byly počítány za úsporu na hodinu práce seřizovače, která firmu stojí 224 Kč a také na hodinu stroje, který je v provozu, ale nepracuje, a to firmu zase stojí 265 Kč. Tyto částky byly přepočítány na minutu, aby byl výpočet co nejpřesnější. Veškeré úspory jsou vyjádřeny jak měsíčně, tak ročně a jsou vyjádřeny ve třech stupních, po odstranění plýtvání, po druhém kroku metody SMED a po třetím kroku metody SMED.

*Tabulka 14 Náklady společnosti na minutu práce stroje a seřizovače (vlastní zpracování)*

Stroj/seřizovač	Cena za minutu
Stroj	4,416666 Kč
Seřizovač	3,733333 Kč

Zavedením metody SMED je možné na nákladech stroje ušetřit až 120 760,5 Kč ročně. Tato varianta samozřejmě nastane, pokud se společnost rozhodne zavést všechna doporučená zlepšení. Pokud se pro investice do třetího kroku nerozhodne budou roční úspory pouze 70 397,2 Kč.

*Tabulka 15 Úspora v CZK za práci stroje (vlastní zpracování)*

Velká výměna = Stroj	Úspora po odstranění plýtvání	Úspora po druhém kroku	Úspora po třetím kroku
Měsíční výpočet	$661,5 * 4,42 = 2\,921,6$	$1\,328,25 * 4,42 = 5\,866,4$	$2\,278,5 * 4,42 = 10\,063,4$
Roční výpočet	$7\,938 * 4,42 = 35\,059,5$	$15\,939 * 4,42 = 70\,397,2$	$27\,342 * 4,42 = \mathbf{120\,760,5}$

V tabulce č. 16, jsou vypočítány celkové úspory za práci seřizovače. Po zavedení veškerých doporučených zlepšení je možné dosáhnout až na úsporu 102 076,7 Kč ročně.

*Tabulka 16 Úspora v CZK za práci seřizovače (vlastní zpracování)*

Velká výměna = Seřizovač	Úspora po odstranění plýtvání	Úspora po druhém kroku	Úspora po třetím kroku
Měsíční výpočet	$661,5 * 3,73 = 2\,469,6$	$1\,328,25 * 3,73 = 4\,958,8$	$2\,278,5 * 3,73 = 8\,498,8$
Roční výpočet	$7\,938 * 3,73 = 29\,635,2$	$15\,939 * 3,73 = 59\,505,6$	$27\,342 * 3,73 = \mathbf{102\,076,7}$

V tabulce č. 17 jsou zaznamenány celkové úspory, tedy úspory za práci stroje i seřizovače dohromady. Po druhém kroku metody, který nedosahoval žádných nákladů a probíhal pouze reorganizací práce je možné dosáhnout roční úspory 129 902,8 Kč. Ovšem po zavedení

zlepšení ve třetím kroku je tato roční úspora téměř dvojnásobná a firma tak dokáže ušetřit až 222 837,2 Kč.

Tabulka 17 Celková úspora v CZK (vlastní zpracování)

Velká výměna = Celková úspora	Úspora po odstranění plýtvání	Úspora po druhém kroku	Úspora po třetím kroku
Měsíční výpočet	2 921,6 + 2 469,6 = 5 391,2	5 866,4 + 4 958,8 = 10 825,2	10 063,4 + 8 498,8 = 18 562,2
Roční výpočet	35 059,5 + 29 635,2 = 64 694,7	70 397,2 + 59 505,6 = 129 902,8	120 760,5 + 102 076,7 = <b>222 837,2</b>

V tabulce č. 18 jsou zaznamenány náklady na celý projekt. Kontrolní měřidla, která jsou doporučena na snížení času nastavování jádra vyjdou celkem na 9 000 Kč, tato cena je bez DPH a tyto měřidla jsou dostupná na webu b2bpartner.cz. Dalším doporučením je momentový klíč se sadou velkých bitů, který vyjde přibližně na 1 500 Kč a je z webu Alza.cz. Největším nákladem celého projektu je naprogramování odeběrače. Cena této služby byla konzultována s vedoucím technické údržby strojů a byla stanovena na 30 000 Kč. A posledním výdajem je rozšíření vozíku s nářadím, které od dodavatele vozíků vyjde na 4 500 Kč. Celkové náklady na projekt jdou tedy 45 000 Kč. Návratnost celé této investice by byla 74 dní. Přibližný počet seřízení potřebných k návratu investice je 51.

Tabulka 18 Náklady na projekt (vlastní zpracování)

Zlepšení	Cena
Váha s přesností 0,002 g na baterii	8 000 Kč
Digitální posuvné měřítko	1 000 Kč
Momentový klíč s bity	1 500 Kč
Naprogramování odeběrače	30 000 Kč
Rozšíření vozíku s nářadím	4 500 Kč
<b>Suma</b>	<b>45 000 Kč</b>

$$\text{Návratnost investice} = \frac{45000}{222837} * 365 = 74 \text{ dní}$$

## ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo racionalizovat výrobní proces ve společnosti TDK Electronics s.r.o. pomocí metody SMED. Cílem bylo snížit čas velké přestavby na stroji TPA 50/11 o 20 % celkového času.

Pro potřeby zpracování a pochopení daného tématu, byla v první části vypracována literární rešerše. Nejdůležitějším bodem teoretické části je popis samotné metody SMED, kdy je v této části popsán samotný princip provádění této metody, které se pak drží praktická část.

Další částí je praktická část, která je rozdělena do dvou částí, analytické a projektové. V analytické části byla popsána společnost TDK Electronics, s.r.o., ve které byl tento projekt prováděn. V této části byl popsán důvod výběru lisu TPA 50/11. Následně v této části byly rozebrány videa přestaveb, kde byly zaznamenány jednotlivé časy činností. Velká přestavba trvala celkem 314 minut, což je o 24 minut více, než bylo odhadnuto společností.

V projektové části byl detailně definován samotný projekt, jeho hlavní i vedlejší cíle, byli nadefinováni členové týmu SMED a také byla zaznamenána časová osa projektu. Dále v této části byl vypracován logický rámec a riziková analýza RIPRAN. Po všech těchto krocích bylo přistoupeno k samotné metodě SMED.

Prvním krokem projektu bylo odhalení a odstranění veškerého plýtvání, ke kterému během velké přestavby došlo. Bylo odhaleno celkem pět činností, které po konzultaci se seřizovačem specialistou byly označeny za plýtvání. Celkový čas plýtvání během přestavby byl **31 minut a 5 vteřin**. Což z celkového času přestavby dělá **9,9 %**. Diplomantem byly také navrženy opatření k eliminaci těchto plýtvání. Nový čas po odstranění plýtvání je tedy 4 hodiny 43 minut a 7 vteřin.

Dále byla vypracována samotná tříkroková metoda SMED. Celá přestavba byla prováděna v interních časech, tedy při zastaveném stroji. Ve druhém kroku metody SMED bylo pět činností označených za činnosti, které lze vykonávat v externím čase bez nutných zlepšení, pouze vykonáváním v jiném čase. Těchto pět činností ušetří 12 minut a 15 vteřin činnosti. Ovšem největší potencionální úsporou v druhém kroku metody je vytvoření checklistu, který by seřizovačům jasně udával, jaké příslušenství je pro novou výrobní várku potřeba. K tomuto zlepšení je nutné veškeré příslušenství ke středním lisům prvně označit a poté přiřadit k vhodným jádrům. Tímto checklistem je možné ušetřit 21 minut a 15 vteřin, kdy by si seřizovač veškeré příslušenství mohl nachystat ještě při výrobě první várky. Návrh

takového checklistu autor vypracoval a je přiložen v příloze P I. Celkově je tedy možné převodem na externí činnosti ušetřit **33 minut a 30 vteřin**.

Ve třetím kroku metody SMED, neboli technologickém zlepšení procesu, bylo navrženo celkem 11 zlepšení, které mohou přinést časovou úsporu **45 minut a 22 vteřin**. Při zavedení všech zlepšení je celková úspora velké přestavby **1 hodina 48 minut a 37 vteřin**, což představuje **34,5 % z celkového času přestavby**. Hlavní cíl úspory času byl na začátku stanoven na 20 %, takže tento cíl byl splněn. Celkové náklady na veškeré tato zlepšení jsou 45 000 Kč. Roční úspora při zavedení všech navržených zlepšení je **222 837 Kč**. Vypočítaná návratnost investice říká, že náklady budou zaplacený po **74 dnech**.

Společnost TDK Electronics, s.r.o. se jednotlivé návrhy rozhodla zavést do praxe a po drobných úpravách (byla zavedena další zlepšení) užívá ke školení také oba standardy, které byly autorem práce vytvořeny. Jeden z těchto standardů je přiložen v diplomové práci v příloze P IV. Standard velké přestavby nebyl přiložen z důvodu velkého rozsahu (rozsah 42 stran).

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

ALTMAN, Harry. Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum. Independently published, 2017, 432 s. ISBN 9781978348684.

BARTOŠEK, Vladimír, Josef ŠUNKA a Matuš VARJAN. *Logistické řízení podniku v 21. století*. Brno: CERM, 2014. ISBN 978-80-7204-824-3.

BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 9788026500292.

BRAU, Sebastian J. Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean : practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA... Boca Raton: American Lean SD, 2016, 132 s. ISBN 9781539322948.

Českomoravská konfederace odborových svazů. *Průmysl 4.0, Vzdělávání 4.0, Práce 4.0 a Společnost 4.0: učební text*. Praha: Sondy, s.r.o., 2017. s. [1a]. ISBN 978-80-86809-23-6. Dostupné také z: <https://kramerius5.nkp.cz/uuid/uuid:d29a7e04-9a6d-4e00-9632-f3e52858096e>

DLABAČ, Jaromír, 2015. Jednobodové lekce. *E-API* [online]. [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25791n-jednobodove-lekce>

HIRANO, Hiroyuki, Melanie RUBIN a Productivity Press. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Brno]: SC&C Partner, c2009. s. 10. ISBN 978-80-904099-1-0. Dostupné také z: <https://kramerius5.nkp.cz/uuid/uuid:85d6aad0-0a14-11e5-b0b8-5ef3fc9ae867>

IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen. Brno: Computer Press, 2005. s. 69. ISBN 80-251-0850-3. Dostupné také z: <https://kramerius5.nkp.cz/uuid/uuid:f023fb50-504b-11e9-8854-005056827e51>

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd.* Praha: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 9788071793199.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 8086851389.

KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. Business books. ISBN 9788025123492.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 8090223567.

MIDDLESWORTH, Mark, ©2016. *A Step-by-Step Guide to Job Rotation*. ErgoPlus [online]. [cit. 2020-12-03]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/job-rotation/>

POLÁKOVÁ, Veronika a Roman BOBÁK. *Priemyselne inžinierstvo ako faktor konkurencie schopnosti výrobných podnikov*. Žilina: Georg, 2013, 120 s. ISBN 9788081540516.

SKHMOT, Nawras, ©2017. *The 8 Wastes of Lean. The Lean Way* [online]. Trodheim [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>

SMED, 2019. *LeanProduction* [online]. [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com/smed.html>

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 223 s. ISBN 9788024739380.

VOJÁČEK, Antonín, 2019. *OEE = celková efektivnost zařízení a výroby*. Automatizace.hw.cz [online]. [cit. 2020-07-05]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/oee-celkova-efektivnost-zarizeni-a-vyroby.html>

ZLATIĆ, Marko, 2019. *TPM - TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*. Proceedings on Engineering Sciences [online]. 1(2), 581-590 [cit. 2020-06-05]. DOI: 10.24874/PES01.02.057. ISSN 26834111.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DPH Daň z přidané hodnoty

ECRS Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify

JIPM Japan Institute of Plant Maintenance

SMED Single Minute Exchange of Dies

SP Sociální pojištění

TPM Total Productivity Maintenance

ZP Zdravotní pojištění



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek 1 Příklad jednoduché jednobodové lekce (Bauer a kol., 2012, s. 123) .....</i>	14
<i>Obrázek 2 Typy plýtvání (vlastní zpracování dle zdroje Skhmot, ©2017) .....</i>	16
<i>Obrázek 3 Produktivita (vlastní zpracování dle .....</i>	22
<i>Obrázek 4 Pilíře TPM dle Japonského institutu plánování výroby (vlastní zpracování, dle autora Zlatič, ©2019) .....</i>	27
<i>Obrázek 5 Příklad seřízení (vlastní zpracování dle autorů .....</i>	30
<i>Obrázek 6 Tři kroky SMED (vlastní zpracování, dle LeanProduction.com ©2020).....</i>	32
<i>Obrázek 7 Vstupní brána do společnosti TDK Electronics s.r.o. (interní materiály společnosti) .....</i>	38
<i>Obrázek 8 Organizační struktura (vlastní zpracování) .....</i>	40
<i>Obrázek 9 Vývoj tržeb a EBIT (interní materiály společnosti).....</i>	41
<i>Obrázek 10 Jádra ze skupiny E a ELP .....</i>	42
<i>Obrázek 11 Jádra ze skupiny P a R .....</i>	42
<i>Obrázek 12 Lis TPA 50/11 s odebíracím automatem .....</i>	46
<i>Obrázek 13 Parettiv diagram prostojů (vlastní zpracování) .....</i>	47
<i>Obrázek 14 Graf skupin činností seřizovače (vlastní zpracování) .....</i>	50
<i>Obrázek 15 Spaghetti diagram velké přestavby (vlastní zpracování) .....</i>	51
<i>Obrázek 16 Graf rozdělení činností seřizovače (vlastní zpracování).....</i>	53
<i>Obrázek 17 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování) .....</i>	55
<i>Obrázek 18 Logický rámeček projektu (vlastní zpracování) .....</i>	57
<i>Obrázek 19 RIPRAN (vlastní zpracování) .....</i>	58
<i>Obrázek 20 Zásoby pacek ve výrobě (vlastní zpracování) .....</i>	60
<i>Obrázek 21 Procentuální vyjádření plýtvání velké přestavby (vlastní zpracování) .....</i>	61
<i>Obrázek 22 Procentuální vyjádření činností převedených na externí .....</i>	63
<i>Obrázek 23 Digitální přenosná váha a posuvné měřítko .....</i>	65
<i>Obrázek 24 Momentový klíč .....</i>	67
<i>Obrázek 25 Vozík s nářadím před a po rozšíření (vlastní zpracování) .....</i>	68
<i>Obrázek 26 Procentuální vyjádření časové úspory po zavedení metody SMED.....</i>	69

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1 Počet seřízení (vlastní zpracování)</i> .....	45
<i>Tabulka 2 Rozdělení částí lisu a odebíracího automatu</i> .....	45
<i>Tabulka 3 Značení skupin přestaveb</i> .....	48
<i>Tabulka 4 Analýza natočené velké přestavby (vlastní zpracování)</i> .....	48
<i>Tabulka 5 Analýza střední přestavby (vlastní zpracování)</i> .....	52
<i>Tabulka 6 Plýtvání ve velké přestavbě (vlastní zpracování)</i> .....	59
<i>Tabulka 7 Navržená zlepšení procesu (vlastní zpracování)</i> .....	64
<i>Tabulka 8 Náplň práce pomocníka na lisovně</i> .....	66
<i>Tabulka 9 Roční úspory a náklady pomocných pracovníků</i> .....	67
<i>Tabulka 10 Nový jízdní řád velké přestavby (vlastní zpracování)</i> .....	70
<i>Tabulka 11 Nový jízdní řád střední přestavby (vlastní zpracování)</i> .....	71
<i>Tabulka 12 Časová úspora na jedno seřízení (vlastní zpracování)</i> .....	73
<i>Tabulka 13 Časová úspora v minutách (vlastní zpracování)</i> .....	73
<i>Tabulka 14 Náklady společnosti na minutu práce stroje a seřizovače (vlastní zpracování)</i> .....	74
<i>Tabulka 15 Úspora v CZK za práci stroje (vlastní zpracování)</i> .....	74
<i>Tabulka 16 Úspora v CZK za práci seřizovače (vlastní zpracování)</i> .....	74
<i>Tabulka 17 Celková úspora v CZK (vlastní zpracování)</i> .....	75
<i>Tabulka 18 Náklady na projekt (vlastní zpracování)</i> .....	75

## SEZNAM PŘÍLOH

P I: Checklist před seřizením

P II: Matice hodnoty a úsilí

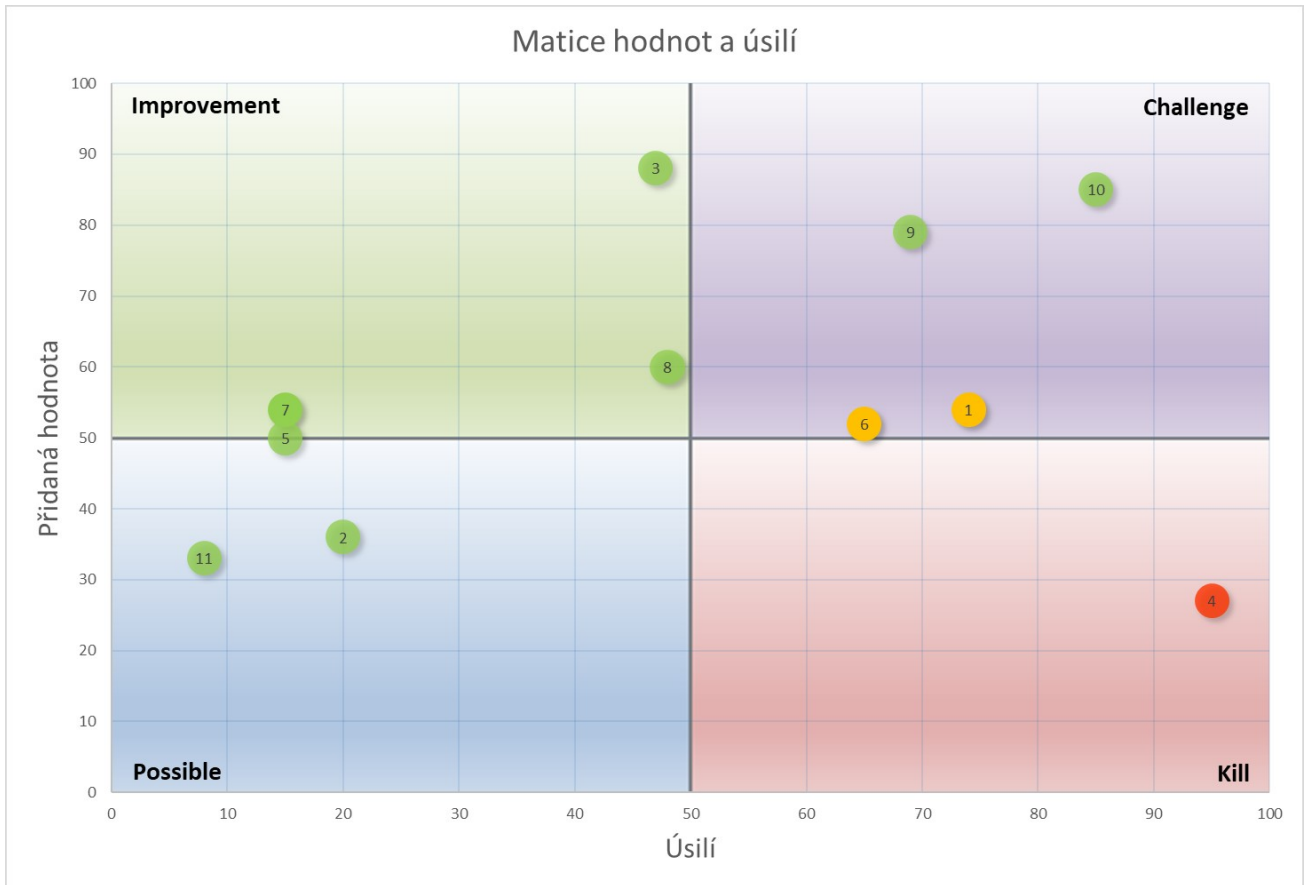
P III: ECRS analýza velké přestavby

P IV: Standard střední přestavby

## PŘÍLOHA P I: CHECKLIST PŘED SEŘÍZENÍM

TPA 50/11 Checklist seřízení		
	Jádro/skupina jader	ELP 2,7 - 4,7
Dokumentace		
	Značení příslušenství	OK/NOK
1	LOS karta	
Materiál		
2	Granulát	Podle LOS karty
Příslušenství k lisu		
3	Nástroj	Podle LOS karty
4	Nárypka	Podle nástroje
5	Vidle	Podle nástroje
6	Čistící prostředky	Sprej Star + hadra + teflonový olej na promazání vodících kolejnič
Příslušenství k automatu		
7	Odebírač	Odebírací hlava plech
8	Plechý k odebírači	Plechý na lodičky BDX31
9	Vodící lišty	Ne
10	Obraceč	Obraceč 180°
11	Uchopovací packy	ELP 15
12	Kostky	22,5 mm x 40 mm
13	Prisma	Prisma ELP
14	Doraz	Ne
15	Odkládací plocha	Lodičky BDX31
16	Mlýnek na lepení	Ne

## PŘÍLOHA P II: MATICE HODNOTY A ÚSILÍ



## PŘÍLOHA P III: ECRS ANALÝZA VELKÉ PŘESTAVBY

Pořadí	Činnosti	Čas přetypování	%	Int/Ext	Hledání a Čekání	Searching or waiting	Interní na Externí	%	ECRS	ECRS 1	%
1	Vysypání granulátu z nasávací hadice	0:01:05	0,00%		01:05		01:05			01:05	
2	Odjetí hotové lodičky do vozíku	0:01:40	0,00%		01:40		01:40			01:40	
3	Odhlášení výroby + ukončení výroby	0:04:55	1,56%		04:55		00:00	Ext		00:00	
4	Odvoz hotových jader	0:02:30	0,80%	Int.	02:30		02:30			02:30	
5	Vypouštění prášku z plnicí hadice	0:02:45	0,88%	Int.	02:45		02:45			02:45	
6	Příprava na čištění automatu	0:01:40	0,53%	Int.	01:40		01:40		E	00:00	
7	Úklid externí firmou	0:05:15	1,67%	Int.	00:00	Waiting	00:00			00:00	
8	Čištění automatu od kusů a prášku	0:01:30	0,48%	Int.	01:30		01:30		C	01:30	
9	Vysátí prostoru nástroje	0:03:20	1,06%	Int.	03:20		03:20		C	03:20	
10	Průvodka na sundání nástroje	0:04:00	1,27%	Int.	01:45	Searching	01:45			01:45	
11	Vypouštění prášku z ostatních hadic	0:02:35	0,82%	Int.	02:35		02:35			02:35	
12	Odvoz zbývajících granulátu na místo	0:02:30	0,80%	Int.	02:30		02:30			02:30	
13	Hledání granulátu	0:10:10	3,24%	Int.	00:00	Searching	00:00			00:00	
14	Navezení a příprava granulátu	0:05:30	1,75%	Int.	05:30		05:30			05:30	
15	Odstavení automatu	0:01:45	0,56%	Int.	01:45		01:45			01:45	


16	Čištění pod automatem	0:07:20	2,33%	Int.	07:20		07:20		C	07:20	
17	Demontáž nástroje	0:08:40	2,76%	Int.	08:40		08:40		S	07:50	
18	Vysátí nástroje	0:00:50	0,27%	Int.	00:50		00:50		C	00:50	
19	Odvoz nástroje	0:03:00	0,95%	Int.	03:00		03:00			03:00	
20	Navezení nového nástroje	0:04:00	1,27%	Int.	04:00		04:00			04:00	
21	Vynulování lisu (nast. vých hodnot budíků)	0:01:35	0,50%	Int.	01:35		01:35			01:35	
22	Čištění prostoru nástroje + mazání ližin	0:05:05	1,62%	Int.	05:05		05:05			05:05	
23	Zadání LOS karty	0:02:15	0,72%	Int.	02:15		02:15			02:15	
24	Nasazení nástroje	0:09:30	3,02%	Int.	09:30		09:30		S	08:40	
25	Kontrola fungování nástroje v lisu	0:03:15	1,03%	Int.	03:15		03:15			03:15	
26	Výměna násypky + seřízení ramena	0:11:55	3,79%	Int.	11:55		06:25	Ext?		06:25	
27	Hledání šroubů	0:01:25	0,45%	Int.	00:00	Searching	00:00			00:00	
28	Nasátí granulátu	0:04:00	1,27%	Int.	04:00		04:00			04:00	
29	Hledání protokolu hustoty	0:00:20	0,11%	Int.	00:20		00:20			00:20	
30	Nastavení vnitřní hloubky	0:02:25	0,77%	Int.	02:25		02:25			02:25	
31	Nastavení váhy a výšky	0:45:30	14,48%	Int.	45:30		45:30		S	29:38	
32	Měření 4 ks (váha+rozměr)	0:01:20	0,42%	Int.	01:20		01:20			01:20	
33	Vložit jádra na hustotu	0:01:00	0,32%	Int.	01:00		01:00			01:00	
34	Čtení LOS karty	0:01:25	0,45%	Int.	01:25		01:25			01:25	

35	Výměna pacek na násypce	0:15:45	5,01%	Int.	15:45		00:00	Ext?		00:00	
36	Demontáž obraceče a prisma	0:03:10	1,01%	Int.	03:10		03:10			03:10	
37	Výměna vodících lišt	0:20:25	6,50%	Int.	20:25		20:25			20:25	
38	Nastavování parametrů automatu na odebírač	0:02:20	0,74%	Int.	02:20		02:20			02:20	
39	Přistavení automatu	0:01:05	0,34%	Int.	01:05		01:05			01:05	
40	Umístění automatu (správná poloha)	0:04:00	1,27%	Int.	04:00		04:00			04:00	
41	Nasazení světelné závory	0:00:50	0,27%	Int.	00:50		00:50			00:50	
42	Seřízení lišt + doraz	0:05:59	1,90%	Int.	05:59		05:59			05:59	
43	Úprava lišt + montáž čidla	0:02:00	0,64%	Int.	02:00		02:00			02:00	
44	Úprava jádra do konečného rozměru	0:13:00	4,14%	Int.	13:00		13:00			13:00	
45	Hledání drátu a výroba dorazu	0:10:40	3,39%	Int.	00:00	Searching	00:00			00:00	
46	Nastavení odebíracího automatu	0:17:30	5,57%	Int.	17:30		17:30		S	07:30	
47	Seřízení odebíracího automatu	0:12:55	4,11%	Int.	12:55		12:55			12:55	
48	Výroba testovacího plechu	0:17:05	5,44%	Int.	17:05		17:05		S	05:45	
49	Měření rozměrů + vzhledovky	0:02:45	0,88%	Int.	02:45		02:45			02:45	
50	Zjištění zda se jádra lepí nebo ne	0:04:50	1,54%	Int.	04:50		04:50		E	00:00	
51	Nastavení lepení	0:05:08	1,63%	Int.	05:08		05:08			05:08	
52	Doplnění lepidla do zásobníku	0:02:00	0,64%	Int.	02:00		02:00			02:00	






53	Navezení plechů k lisu	0:02:00	0,64%	Int.	02:00		00:00	Ext		00:00	
54	Dovezení vozíku na finální výrobu	0:01:05	0,34%	Int.	01:05		00:00	Ext		00:00	
55	Kontrola jader a lepení	0:02:50	0,90%	Int.	02:50		00:00	Ext		00:00	
56	Zápis práce	0:01:25	0,45%	Int.	01:25		00:00	Ext		00:00	
57	Zapnutí výroby	0:02:10	0,69%	Int.	02:10		02:10			02:10	
<b>Přenasazení celkem (min)</b>		<b>314</b>	<b>100%</b>		<b>284</b>	<b>90%</b>	<b>251</b>	<b>80%</b>		<b>206</b>	<b>66%</b>

## PŘÍLOHA P IV: STANDARD STŘEDNÍ PŘESTAVBY





	Příloha výrobní směrnice	Stránka 1 z 12
	FERSMP-F1037-X000-**-CZ	Září 19
	Standard Operating Procedure	

Název SOP	Přenasazení - Změna materiálu + seřízení
Linka	TPA 50/11
Pracovní pozice	Seřizovač





č.	Obrázek a popis činnosti	Pomůcky
1.		Odjezd poslední řady jader do lodičky a posun lodičky do vozíku s hotovou výrobou (vyrobení posledních kusů)
2.		Zápis práce do GAMEDu
3.		Výjmutí nasávací hadice z nádoby s granulátem a umístění na její místo



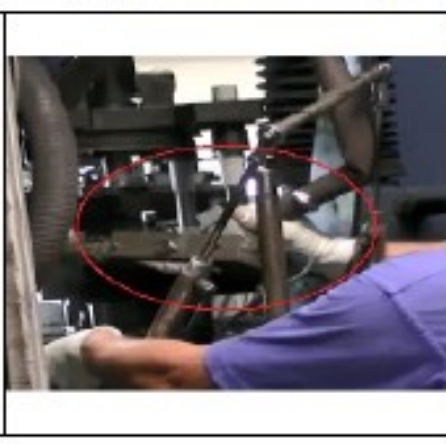

Uvolnil:	SMP MAG MT IE	SMP MAG CMF F2	SMP EP / IS	SMP MAG MT IE	SMP MAG QM	SMP MAG MT PE	SMP MAG CMF	SMP MAG
Oddělení	JENČKE							
Jméno								
Podpis								

TDK Electronics s.r.o.	Editor SMP LQM	FERSMP-F1037-A***-**-CZ
------------------------	-------------------	-------------------------

4.		Pomocí paletového vozíku posunout nádoby s granulátem co nejdříve k lisu
5.		Upevnění vypouštěcího nástavce na hadici
6.		Umístění vypouštěcí hadice do nádoby se zbývajícím granulátem
7.		Podle LOS karty zapsat předcházející práci do počítače na měřicím pracovišti (SOP 208 - Návod na provádění zápisu práce v aplikaci PMP)



8.		V počítači na měřicím pracovišti odhlásit výrobu a zadat tisk karty na stříšku (okno s dokumentem pro tisk vyskočí samo hned po odhlášení výroby)
9.		Odvézt vozík s hotovými jádry na předávací místo pro výpal
10.		V kanceláři kontroly hustoty vytisknout kartu na stříšku
11.		Připevnění karty na stříšku kancelářskou sponkou, položení LOS karty na vozík a na ni postavit stříšku tak, aby byla dobře viditelná

12.		Vytáhnout vypouštěcí hadici z nádoby na granulát, odpojit nástavec a uložit ho na své místo
13.		Sundání vidlí z lisu
14.		Vysypání granulátu z násypky a ostatních hadic do kyblíku
15.		Vysypání kyblíku do nádoby se zbývajícím granulátem





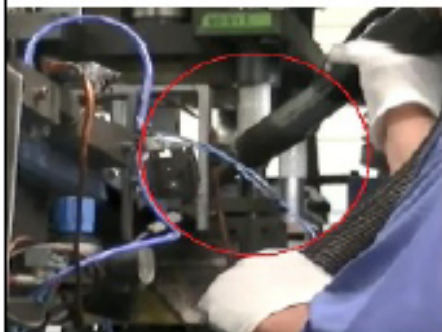
16. Odvoz granulátu na místo předání  
Granulát k naskladnění (OPL 220C0000 -  
Předávací místo lisovna)



17. Výměna víka na sudu, za skladovací víko  
a zajištění víka upínacím kruhem


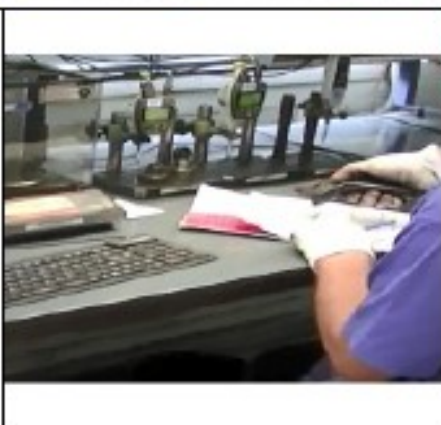
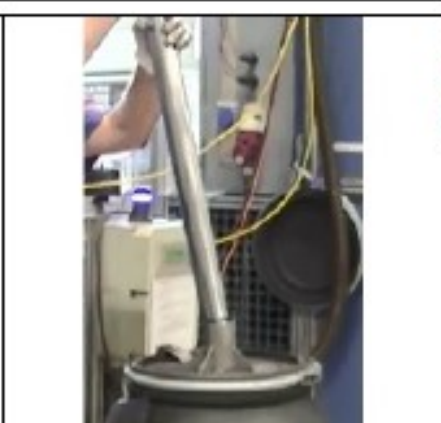
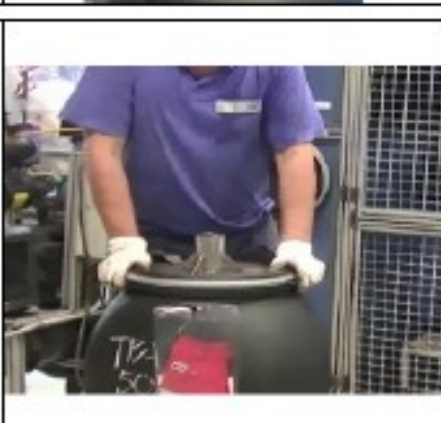


18. Vystátí prostoru nástroje









19. Dle LOS karty navézt správný granulát na  
vyznačené místo k lisu (z místa Granulát  
do výroby - OPL 220C0000 - Předávací  
místo lisovna)



20.		Nasazení vidlí na násypku a následně na lis a nasaze Poté zapnout oba ventily vzduchu
21.		Dle SOP 186 - "Výrobní dokumentace - loskarta, přihlášení výroby." zadat LOS kartu do PC a přihlásit výrobu
22.		Vložení nasávací hadice a spuštění nasávání a pohledem na nádrž zkontrolovat, zda nasávání probíhá v pořádku
23.		Výměna víka na nádobě s granulátem za víko s dírou na nasávání



24.		Vyrobení jednoho jádra jeho kontrola na měřicím pracovišti
25.		Zvážit jádro, musí být v toleranci dané výkresem (SOP 192 - Návod na provádění měření) 
26.		Změřit výšku jádra, musí být v toleranci dané výkresem (SOP 192 - Návod na provádění měření) 
27.		Pomocí změny parametrů lisování nastavit lis aby vyráběná jádra byla v toleranci dané výrobní specifikací Opakovat body 24-26 dokud jádro není dle výkresu správně



28.



Mikroskopem zkontrolovat jádra, zda se na nich nevyskytují žádné vady (SOP 192 - Návod na provádění měření)



29.



Když jsou již testovaná jádra v pořádku vyrobit čtyři testovací kusy pro kontrolu hustoty

30.







Všechna jádra pro hustotu po jednom změřit a zvážit, musí být v toleranci (SOP 192 - Návod na provádění měření)

31.



Odnést jádra na kontrolu hustoty, položit je na modrou destičku a tu označit smazatelným fixem z kanceláře kontroly hustoty (zapsat z jakého lisu jádra pochází a lisovací tlak)

32.		Dle LOS karty navézt správnou keramiku k lisu
33.		Případné doseřizení automatu dle konkrétních požadavků na jádra (například změna odkládacích pomůcek, změna lepení atd...)
34.		Připravení vozíku na odkládání hotových jader k automatu a jeho zajištění kolíkem
35.		Doplnění plechů/keramiky do výtahu automatu

36.



Po povolení od hustoty přihlásit keramiku z LOS karty pomocí čtečky (SOP 200 - Zadání vypalovací keramiky)

37.



Čekání na výsledky hustoty

38.



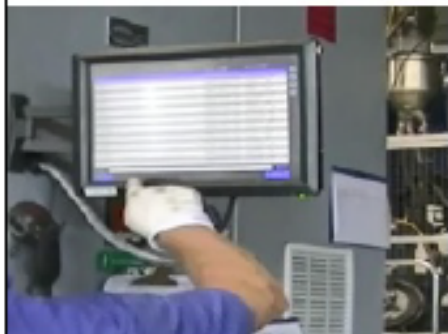
Nájezd výroby (až bude nový ovládací panel)

39.



Nastavení limitů váhy lisovacího tlaku

40.



Zápis seřízení do GAMEDu



č.	Činnost	Čas [min]
1.	Odjezd poslední lodičky do vozíku	1
2.	Zápis seřízení do GAMEDu	0,5
3.	Vyjmutí nasávací hadice	0,5
4.	Přisunout nádoby s granulátem k lisu	1
5.	Upevnění vypouštěcího nástavce na hadici	0,5
6.	Umístění vypouštěcí hadice do nádoby se zbývajícím granulátem	0
7.	Zápis práce	1,5
8.	Odhlášení výroby	1,5
9.	Odvoz jader na výpal	1
10.	Tisk karty na stříšku	0,5
11.	Postavení stříšky na vozík s jádru	0,5
12.	Ukončení vypouštění granulátu	0,75
13.	Sundání vidlí z lisu	0,5
14.	Vysypání granulátu z násypky	0,5
15.	Vysypání kyblíku	0,25
16.	Výměna víka na sudu	0,75
17.	Odvoz granulátu	2
18.	Dovést správný granulát	1,75
19.	Vystátí prostoru nástroje	2,25
20.	Nasazení vidlí na lis	0,5
21.	Přihlásit výrobu	2,5
22.	Výměna víka	0,5
23.	Spuštění nasávání	0,75
24.	Vyrobení jednoho jádra	0,25
25.	Zvážit jádra	0
26.	Změřit výšku jader	0
27.	Dle výkresu správně donastavit výšku a váhu jádra a vyladit optické vady	9,5
28.	Mikroskopem zkontrolovat jádra	0
29.	Vyrobít čtyři kusy pro kontrolu hustoty	1
30.	Změřit a zvážit jádra na kontrolu hustoty	1
31.	Odnést jádra na kontrolu hustoty	1
32.	Dovést správnou keramiku	2,25
33.	Doplnění odkládacích pomůcek do automatu	0,25
34.	Případné doseřízení automatu	8,5
35.	Připravení vozíku hotová jádra	0,5
36.	Čekání na výsledky hustoty	18,5
37.	Přihlásit keramiku	1,5
38.	Nastavení limitů váhy lisování	1
39.	Nájezd výroby	1,5
40.	Zápis seřízení do GAMEDu	1
<b>Celkem / Sum</b>		<b>69,25</b>

Změny oproti předchozí verzi \ Changes to the previous version

Žádné změny, první verze

TDK Electronics s.r.o.	Editor SMP LQM	FERSMP-F1037-A***-**-CZ
------------------------	-------------------	-------------------------