

Projekt zefektivnění výrobního procesu na vybraném pracovišti ve společnosti EPCOS, s.r.o.

Bc. Martin Valčík

Diplomová práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin Valčík**
Osobní číslo: **M13447**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt zefektivnění výrobního procesu na vybraném pracovišti ve společnosti EPCOS, s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární prameny orientované na danou oblast a formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy a návrh projektu.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu na vybraném pracovišti ve společnosti EPCOS, s.r.o.
- Na základě zjištěných rezerv formulujte závěry pro návrhy zlepšení.
- Zpracujte projekt implementace navržených řešení k zefektivnění vybraného pracoviště.
- Zhodnoťte přínosy navrhovaných řešení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

KHAN, M. I. Industrial engineering. New Delhi: New Age International (P) Ltd. Publishers, 2006. ISBN 81-224-1509-1.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: inFORM, 2002, 1 sv (různé stránkování). ISBN 8096858319.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.

SHINGO, Shigeo. Quick changeover for operators: the SMED system. Portland, Or.: The Press, c1996, 96 p. ISBN 15-632-7125-7.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Dobroslav Němec**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **16. února 2015**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. dubna 2015**

Ve Zlíně dne 16. února 2015


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE


Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 23.4.2015


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na zefektivnění výrobního procesu ve společnosti EPCOS, s.r.o., v divizi PTC, která se zabývá výrobou pozistorů. Cílem teoretické části bylo zpracovat literární prameny orientované na oblast průmyslového inženýrství, štihlé výroby a jednotlivých metod použitých v diplomové práci a formulace teoretických východisek pro zpracování analýzy a návrh projektu. Cílem praktické části byl výběr vhodného pracoviště k zefektivnění pomocí provedených analýz a následné vypracování projektu aplikace metody SMED na vybraném pracovišti. Výstupem tohoto projektu jsou standardy přestaveb na pracovišti metalizace.

Klíčová slova: Průmyslové inženýrství, štihlá výroba, SMED, časové studie, přetypování

ABSTRACT

This diploma thesis is focused on streamlining the production process on the selected workplace at EPCOS, Ltd., in PTC division which produces thermistors. The theoretical part focuses on literary sources related to industrial engineering, lean production and describes methods used in diploma thesis. The practical part includes analysis to choose the workplace to streamline and its current status, and project of application of the SMED method. The outputs of this project are new standards for metallization changeovers.

Keywords: Industrial Engineering, Lean Production, SMED, Time Studies, Changeover

Rád bych poděkoval vedoucímu své diplomové práce panu Ing. Dobroslavu Němcovi za jeho cenné rady, poznatky a odborný dohled při zpracování diplomové práce.

Dále bych rád poděkoval vedoucímu oddělení průmyslového inženýrství ve společnosti EPCOS, s.r.o. panu Ing. Pavlu Stejskalovi za poskytnutí veškerých potřebných informací, materiálů, spousty praktických rad a také dobrého zázemí při zpracování této diplomové práce.

V neposlední řadě patří velké díky také mým rodičům a přítelkyni, za jejich dlouhodobou podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD	7
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	10
1.1 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	10
1.2 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	11
2 ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU	12
2.1 PRODUKTIVITA	12
2.2 ŠTÍHLÝ PODNIK	14
2.2.1 Štíhlá výroba	15
2.2.2 Plýtvání	16
3 METODA SMED	20
3.1 TRADIČNÍ PŘÍSTUP KE ZMĚNÁM	20
3.2 NOVÝ PŘÍSTUP KE ZMĚNÁM – SMED	21
3.2.1 Historie metody SMED.....	21
3.2.2 Druhy plýtvání při přestavbě.....	22
3.3 APLIKACE METODY SMED	23
3.3.1 Oddělení interních a externích činností.....	23
3.3.2 Konverze interních činností na externí	24
3.3.3 Redukce časů jednotlivých interních a externích činností	25
3.4 VÝHODY ZAVEDENÍ METODY SMED.....	25
4 DALŠÍ METODY PI VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI	26
4.1 RIPRAN	26
4.2 PARETOVA ANALÝZA	28
4.3 CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZAŘÍZENÍ.....	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	33
5.1 TDK-EPC CORPORATION	33
5.2 EPCOS, S.R.O.	33
5.2.1 Historie společnosti	34
5.2.2 Vize, cíle a strategie	35
5.2.3 Struktura společnosti	35
5.2.4 Ekonomické ukazatele	36
6 ANALYTICKÁ ČÁST	38
6.1 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO DIVIZE PTC A JEJICH VYUŽITÍ	38
6.2 ANALÝZA TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU VÝROBY POZISTORŮ.....	41
6.2.1 Homogenizace směsí.....	42
6.2.2 Lisování.....	42
6.2.3 Výpal	42
6.2.4 Lapování.....	43
6.2.5 Optická kontrola.....	43
6.2.6 Naprašování.....	44

6.2.7	Metalizace (sítotisk)	44
6.2.8	Výpal po metalizaci	44
6.2.9	Řezání	45
6.2.10	RK měření	45
6.2.11	Optická a výstupní kontrola	45
6.3	ANALÝZA CELKOVÉ EFEKTIVNOSTI ZAŘÍZENÍ (CEZ)	46
6.3.1	Výběr pracoviště k zefektivnění	47
6.4	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PRACOVIŠTĚ METALIZACE	48
6.4.1	Popis pracoviště a jeho obsluhy	49
6.4.2	Strojní vybavení pracoviště	49
6.4.3	Snímek pracovního dne stroje	51
6.4.4	Paretova analýza	54
6.5	PŘESTAVBA LINKY EKRA	55
6.5.1	Typy přestaveb	56
6.5.2	Popis současného stavu přestavby	57
6.6	ANALÝZA SOUČASNÝCH JÍZDNÍCH ŘÁDŮ	60
6.6.1	Malá přestavba	60
6.6.2	Střední přestavba – CP	61
6.6.3	Střední přestavba – EL	63
6.6.4	Velká přestavba – CP	64
6.6.5	Velká přestavba - EL	66
6.7	VYHODNOCENÍ ZJIŠTĚNÝCH REZERV A NÁVRHY NA JEJICH ODSTRANĚNÍ	68
7	PROJEKTOVÁ ČÁST	69
7.1	DEFINOVÁNÍ PROJEKTU	69
7.2	CÍLE PROJEKTU	69
7.3	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU	69
7.4	RIZIKOVÁ ANALÝZA PROJEKTU	70
8	APLIKACE METODY SMED	71
8.1	ODDĚLENÍ INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ	71
8.1.1	Eliminace plýtvání	71
8.2	PŘESUN INTERNÍCH ČINNOSTÍ NA EXTERNÍ	72
8.2.1	Přesun činností na druhého pracovníka	72
8.2.2	Úprava uspořádání pracoviště	74
8.3	REDUKCE ČASU INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ	75
8.3.1	Výměna stěrek kus za kus	75
8.3.2	Efektivní využití času při průjezdu testovací lísky	76
8.3.3	Vozík na síto a stěrky	76
8.3.4	Využití rychloupínacích prvků	77
8.4	NÁVRHY NOVÝCH JÍZDNÍCH ŘÁDŮ	78
8.4.1	Malá přestavba	78
8.4.2	Střední přestavba – CP	80
8.4.3	Střední přestavba – EL	81
8.4.4	Velká přestavba – CP	82
8.4.5	Velká přestavba - EL	84

8.5	STANDARDIZACE NOVÝCH JÍZDNÍCH ŘÁDŮ	85
9	VYHODNOCENÍ PŘÍNOSU PROJEKTU	88
9.1	PROPOČET ČASOVÉ ÚSPORY	88
9.2	PROPOČET FINANČNÍ ÚSPORY	89
	ZÁVĚR	91
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	92
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	95
	SEZNAM OBRÁZKŮ	96
	SEZNAM TABULEK.....	97
	SEZNAM GRAFŮ	98
	SEZNAM PŘÍLOH.....	99

ÚVOD

V dnešní moderní době je pro podniky téměř nemožné obstát na trhu zejména bez neustálých inovací a reagování na činy konkurence. Dvojnásob toto pravidlo platí v průmyslovém odvětví, kde podniky udávají nový směr takřka každým dnem. Proto je pro tyto podniky stěženi neustálé hledání příležitostí, jak být o krok na před, před svou konkurencí. Jednou z metod, jak toho dosáhnout je zavádění prvků štihlé výroby a ztotožnění se s její základní myšlenkou. Tou je chápání zisku jakožto rozdíl ceny a nákladů namísto klasického přístupu, že cena vzniká součtem nákladů a zisku. Snahou podniků by tedy měla být minimalizace nákladů spojená s veškerou eliminací plýtvání. (Abilla, 2010)

Za tímto účelem byla také vypracována tato diplomová práce, která je zaměřena na projekt zefektivnění výrobního procesu na vybraném pracovišti ve společnosti EPCOS, s.r.o. s cílem eliminace plýtvání a potenciální úspory nákladů. Tuto společnost jsem si pro zpracování diplomové práce vybral z důvodu rozšíření svých praktických dovedností a znalostí v oblasti průmyslového inženýrství, které mi tato společnost nabídla.

V teoretické části na základě odborné literatury charakterizují základní pojmy a metody průmyslového inženýrství a štihlé výroby s následným detailním zaměřením na metody, použité v této diplomové práci, které jsou stěžejní pro následnou analýzu současného stavu a vypracování projektu.

Praktická část je rozdělena na analytickou část, která začíná analýzami zaměřenými na základní údaje o společnosti EPCOS, s.r.o., charakteristiku technologického postupu výroby a následné vybrání vhodného pracoviště k zefektivnění na základě provedených analýz. Na vybraném pracovišti je provedena detailní analýza současného stavu a na základě zjištěných rezerv jsou pak navržena vhodná nápravná opatření, jejichž konkretizace je realizována v projektové části.

V navazující projektové části jsou pak s využitím vhodně aplikovaných metod průmyslového inženýrství aplikována potřebná opatření za účelem zefektivnění vybraného pracoviště. V jejím závěru jsou pak zhodnoceny přínosy provedeného projektu.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem diplomové práce, která je zaměřena na projekt zefektivnění výrobního procesu na vybraném pracovišti ve společnosti EPCOS, s.r.o. je použití vhodných metod průmyslového inženýrství, které povedou k eliminaci plýtvání, úspory nákladů a zefektivnění výrobního procesu ve zmiňované společnosti.

Na základě analytické části této práce byly následně cíle projektu konkretizovány do této podoby:

Hlavní cíl: Zkrácení doby přestaveb na pracovišti metalizace pomocí aplikace metody SMED.

Dílčí cíle: Analýza technologického postupu výroby pozistorů, nalezení vhodného pracoviště k zefektivnění, analýza vybraného pracoviště, návrh vhodných nápravných opatření na základě zjištěných rezerv, projekt implementace navržených řešení k zefektivnění vybraného pracoviště, zhodnocení přínosů projektu.

V této diplomové práci je použito několik metod průmyslového inženýrství:

V analytické části je to analýza CEZ/OEE, která je zaměřena na analyzování celkové efektivity strojního zařízení a na využití jednotlivých strojů v rámci technologického postupu výrob pozistorů. Díky analýze využití strojního zařízení bylo následně vybráno problémové pracoviště - metalizace, na kterém bude aplikován diplomový projekt. K detailní analýze pracoviště a ke zjišťování, proč je na pracovišti metalizace malý ukazatel CEZ byla použita další metoda průmyslového inženýrství - snímkování strojního zařízení, které odhalilo, že až v 73 % případů stroje stojí z důvodu přestavby (přetypování). Po analýze prostojů byl sestrojen Paretův diagram, který potvrdil, správnost výběru problémového pracoviště a na jehož základě byla navržena vhodná nápravná opatření pro zefektivnění vybraného pracoviště – aplikace metody SMED.

V projektové části je následně zpracována metoda RIPRAN za účelem identifikace možných rizik a jejich následků při provádění projektu a dále se projektová část již zaměřuje na aplikaci metody SMED na pracovišti metalizace. V prvním kroku jsou rozděleny činnosti přestavby na interní a externí, následně jsou přesunuty některé interní činnosti na externí za použití druhého pracovníka a třetím krokem je redukce časů jednotlivých činností.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Mašín (2005, s. 65-66) ve svém Výkladovém slovníku charakterizuje průmyslové inženýrství (industrial engineering) jako multidisciplinární obor, který se zabývá především odstraňováním plýtvání, nepravidelnosti, iracionality a přetěžování pracovišť za účelem hledání odpovědí na otázku jak důmyslněji a efektivněji provádět práci. Výsledkem zmiňovaných aktivit je snadnější, rychlejší a levnější tvorba vysoce kvalitních produktů a služeb. Vzhledem k tomu, že je průmyslové inženýrství nejmladším inženýrským oborem, má oproti tradičním oborům tu výhodu, že se neustále vyvíjí a pružně reaguje na změny, které v okolí probíhají.

Pro 21. století se pro průmyslové inženýrství mění i jeho definice do následující podoby:

„Je to uznávaný vědní obor, který se orientuje na plánování, navrhování, zavádění a řízení integrovaných systémů, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto systémech zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánu a řízení nákladů v rámci celého životního cyklu výrobku a služby.“

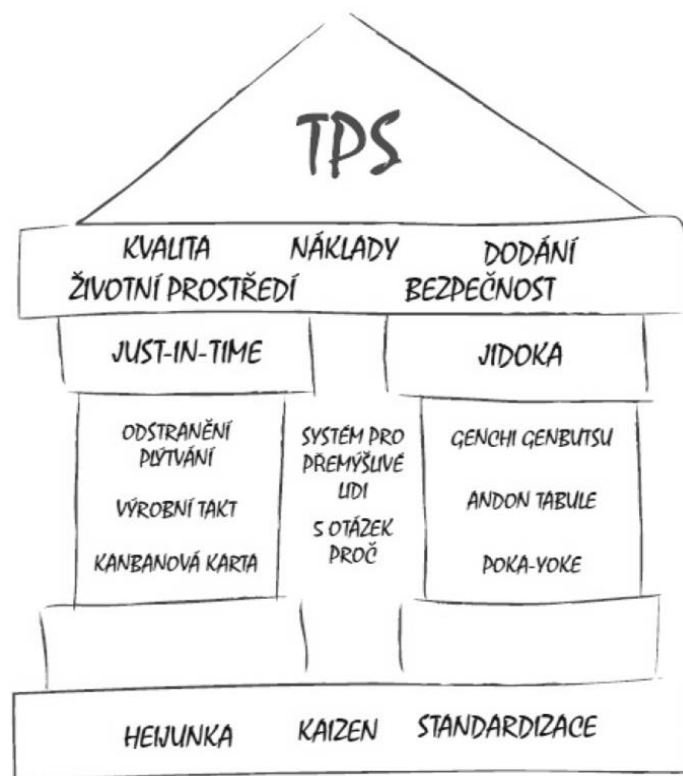
Kolébkou průmyslového inženýrství je USA, kde se jeho prvky začaly objevovat již před více než sto lety. Postupem času ho do současnosti začaly akceptovat všechny vyspělé průmyslové země jako hlavní obor potřebný pro růst produktivity, zvyšování efektivity a odstraňování plýtvání ve výrobě. Základní principy průmyslového inženýrství jsou pro všechny země stejné, přesto se však vyvinuly v jednotlivých zemích mírné odlišnosti v přístupu a orientaci celé filozofie a tak vznikla americká, německá a japonská „škola“ průmyslového inženýrství. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 79-80)

1.1 Klasické průmyslové inženýrství

Průmyslové inženýrství je možné rozdělit na dva druhy. Tím prvním je klasické průmyslové inženýrství, které je orientováno spíše na exaktní metody. Věnovalo se především měření spotřeby práce a problémům ve výrobních dílnách, s vytížením linek, rozmístěním strojů, kontrolou kvality, plánováním a organizací práce. Později bylo klasické průmyslové inženýrství rozšířeno o druhou disciplínu a to využívání dalších teoretických přístupů založených na matematice, operačním výzkumu a modelování. Hlavní funkcí studia práce, které se dále dělí na studium metod a měření práce však nadále zůstává získávat informace přímo z výroby, které jsou následně použity při zvyšování produktivity. (API, ©2006)

1.2 Moderní průmyslové inženýrství

Druhým typem je tzv. moderní průmyslové inženýrství. Dnešní konkurenční prostředí je velmi dynamické, riskantní a vyzývající a proto moderní průmyslové inženýrství používají podniky k tomu, aby si udržely svou konkurenceschopnost i v tomto těžkém období. Moderní průmyslové inženýrství vychází oproti klasickému z praktických zkušeností světových průmyslových firem a zejména pak z japonské školy, jejíž směr udávala firma Toyota se svým „Toyota Production System“ (TPS). Filozofie TPS si získala světový ohlas jako přední podniková filozofie, která má své uplatnění při zvyšování produktivity nejen ve zpracovatelském průmyslu, ale i ve službách, zdravotnictví nebo státní správě. Oproti klasickému průmyslovému inženýrství se moderní liší také v tom, že při zvyšování produktivity pohlíží jak na interní, tak externí faktory. Proto se také zaměřuje na zvyšování efektivity v rámci dodavatelských řetězců.



Obrázek 1 Toyota Production Systém (Toyota Material Handling, ©2010, s. 5)

Mezi moderní metody průmyslového inženýrství patří dále např.: Poka-yoke, Jidoka, SMED, TPM, JIT, Kanban, Vizualizace, Standardizace, Týmová práce, 5S, Štíhlé procesy, počítačové simulace výrobních systémů, podnikové vzdělávání atd. (Andrýsek, ©2006)

2 ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU

Jedním z hlavních úkolů průmyslového inženýrství je zefektivňování. K neustálému zefektivňování svojí výroby nutí veškeré výrobní podniky zejména současná tržní situace. Výrobní podniky mají každý den velmi těžký úkol, a to s použitím co nejmenších zdrojů vyrobit co nejvíce kvalitních a zároveň konkurenceschopných výrobků. Být efektivní nejen při výrobě, ale také v administrativě, logistice a dalších odvětvích znamená pro každý podnik významné snižování nákladů a zvyšování produktivity. Efektivnost vhodně vystihuje citát P. F. Druckera: „Efficiency is doing things right, effectiveness is doing the right things“, který lze přeložit jako „Účelnost je o děláni správných věcí, efektivnost je o děláni věcí správně“. (ManagementMania, ©2015 a BTS Technik, ©2013-2015)

Se zefektivněním úzce souvisí pojmem produktivita a také celá filozofie štihlé výroby popsaná v následujících podkapitolách.

2.1 Produktivita

Pro definici produktivity se používá následující citace:

„Produktivita je především stav mysle. Je to přístup, který hledá neustále zlepšování toho co existuje. Je to víra, že člověk dokáže dělat lépe dnes než včera a že zítřek bude lepší jako dnešek. Produktivita vyžaduje stále snahy adaptovat ekonomické aktivity k neustále se měnícím podmínkám a požadavkům nových teorií a metod. Je to pevné přesvědčení o pokroku lidstva.“

(Productivity Committee of the European Productivity Agency, 1959 cit. podle Košturiak a Gregor, 2002, s. A/3-1)

Produktivitou se v dnešních dnech, kdy je tento pojem používán ve většině obchodní a ekonomické literatury, rozumí míra, vyjadřující jak efektivně jsou při vytváření produktů využity vstupní zdroje. Těmito zdroji může být např. pracovní síla, výrobní zařízení, stroje a také materiál či kapitál. Výstupem pak je většinou množství vytvářených produktů vyjádřené v jednotkách jakými jsou např. kusy, litry, tuny atd. Nejobecnějším vyjádřením produktivity je pak následující poměr mezi těmito vstupy a výstupy výrobního procesu:

$$Produktivita = \frac{Výstup}{Vstup}$$

Pomocí produktivity se však nemusí vyjadřovat pouze efektivita podnikových procesů, nýbrž při vztahování různých jednotlivých vstupů a výstupů hovoříme např. o oborové produktivitě, národní produktivitě, produktivitě podniku, týmu či jednotlivce. Všechny

zainteresované osoby se shodují na tom, že produktivita musí neustále stoupat. Vzhledem k tomu, že však v podnicích nemůžeme počítat se stamilionovými investicemi, největší potenciál pro zvyšování produktivity tedy mají investice nefyzické – racionálnější organizace práce a efektivnější využití potenciálu pracovníků. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 21-27)

V praxi se nejčastěji využívají tyto základní míry produktivity:

- **Parciální (dílčí) produktivita** – pomocí parciální produktivity se vyjadřuje podíl jednotlivých vstupů na celkovém výstupu a s její pomocí se hodnotí jednotlivé individuální zdroje. Další rozklad dílčích zdrojů usnadňuje rozhodování, kde s potenciálními zlepšeními začít.
- **Standard produktivity** – standardy stanovují hodnoty produktivity, které jsou stanoveny příslušnými metodami průmyslového inženýrství. Určené standardy dále slouží ke stanovování cílů v oblasti zvyšování produktivity.
- **Index produktivity** – jedná se o ukazatel, který vyjadřuje poměr produktivity vůči standardu za účelem zjištění, zda je standard produktivity plněn, nebo ne. Pomocí indexu produktivity lze také srovnávat podniky s předchozím obdobím nebo konkurencí.
- **Totální (celková) produktivita** – totální produktivita je nejvíce vypovídající ukazatel míry produktivity. Je tomu tak z toho důvodu, že při jejím výpočtu musí být provedena transformace všech zdrojů (vstupů) a výstupů na univerzální měřitelné (většinou finanční) prostředky. Míra totální produktivity je následně vypočítána jako poměr celkových měřitelných výstupů vůči celkovým měřitelným vstupům. (Košťuriak a Gregor, 2002, s. A/3-2 – A/3-3; Mašín, 1996, s. 32)

V této diplomové práci se autor v ohledu produktivity zaměřuje zejména na využití strojů a zařízení. Dle Mašína a Vytlačila (2000, s. 38-39) by měly být stroje k dispozici 24 hodin denně s výjimkou preventivní údržby. Tuto myšlenku ilustruje Tabulka 1.

Tabulka 1 Produktivita strojního zařízení (Přepřacováno z Mašín, 1996, s. 39)

Využitelný časový fond			
Prostoj		Práce	
Ztracená kapacita		Zmetky	Výrobky
Obsluha	Management		
Neproduktivní		Produktivní	

V praxi ale nejčastěji dochází k prostojům buď z důvodu obsluhy stroje, nebo špatného plánování managementu. Další formou nevyužití stroje je čas, kdy sice pracuje, ale tvoří zmetky. Tento typ prostojů vzniká zejména z důvodu špatného seřízení stroje, špatného materiálu, nezkušenosti operátorů a seřizovačů nebo poruch stroje a měl by být zcela eliminován.

Eliminováno by mělo být také veškeré další plýtvání. Druhy plýtvání popisuje kapitola 2.2.2 *Plýtvání*.

2.2 Štíhlý podnik

S produktivitou úzce souvisí pojem štíhlý podnik. Koncept štíhlého neboli „lean“ podniku je jedním z klíčových faktorů, jak dosáhnout zefektivnění nejen jednoho výrobního procesu, nýbrž celého podniku. Cílem tohoto komplexního konceptu je dosažení maximální efektivity zejména u výrobních procesů, a to na základě změny myšlení všech zúčastněných osob, od samotných dělníků, kteří jsou hlavními tvůrci přidané hodnoty, až po manažery, kteří mají na starost oblast řízení a organizace výroby. V posledních letech se také koncept štíhlého podniku rozšiřuje i do oblasti administrativy, logistiky a vývoje, kde má neméně významné využití, jako v procesech výrobních. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 44)

Schéma a jednotlivé složky štíhlého podniku znázorňuje Obrázek 2.



Obrázek 2 Štíhlý podnik (Přepřacováno z Košturiak a Frolík, 2006, s. 20)

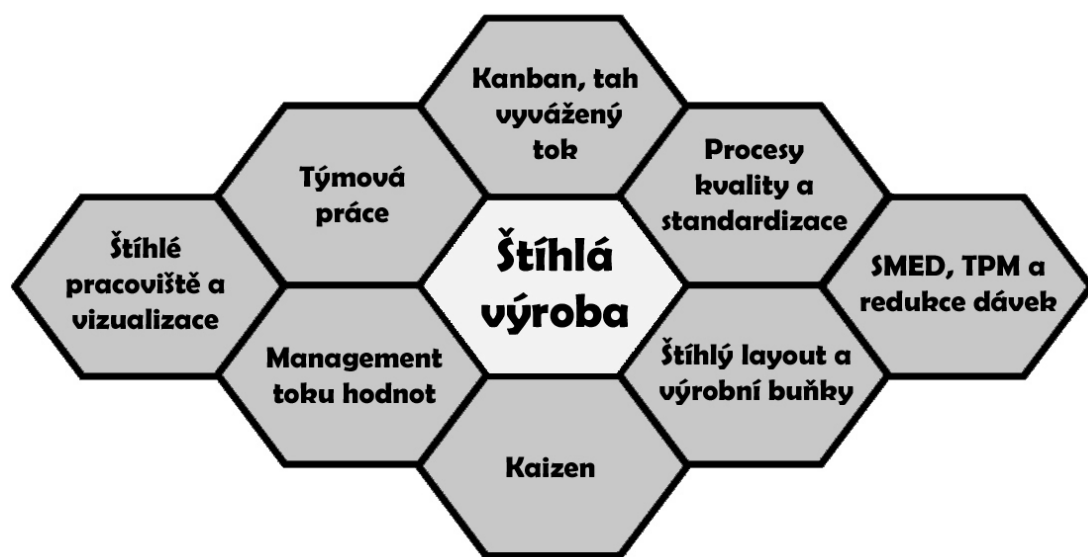
Tato metodika vznikla v japonské společnosti Toyota a vychází ze základní myšlenky, že podniky by měly vyrábět pouze to, co po nich zákazník žádá, a to v co nejkratší době, s nízkými náklady a bez ztráty kvality. Z výrobního procesu by tedy mělo být odstraněno vše, co nepřidává hodnotu, a zákazník za to není ochoten zaplatit. Tímto by měl výrobce

směřovat k maximalizaci přidané hodnoty. Základní myšlenkou výrobců by mělo být chápání zisku jakožto rozdíl ceny a nákladů namísto klasického přístupu, kdy cena vzniká součtem nákladů a zisku. (Keřkovský, 2001, s. 65; IPA Slovakia, ©2007)

2.2.1 Štíhlá výroba

Vzhledem k tomu, že je tato práce zaměřena především na výrobu, autor se nadále zaměřuje pouze na koncept štíhlé výroby a plýtvání v něm.

Mašín (2005, s. 44) definuje štíhlou výrobu jako metodologii komplexního zlepšování, díky které dochází k zefektivnění všech činností spojených s výrobou a k eliminaci plýtvání s cílem snižovat průběžnou dobu výroby, rozpracovanost, zásoby, náklady a naopak zvyšovat kvalitu pomocí metod a technik průmyslového inženýrství. K eliminaci výše uvedených nežádoucích jevů dochází využitím prvků štíhlé výroby, znázorněných na Obrázku 3.



Obrázek 3 Štíhlá výroba (Přepřacováno z Kysel', ©2012)

K nejčastějším typům plýtvání v českých firmách dochází zejména ve třech oblastech. V první řadě se jedná o nevyužití strojního zařízení, kdy hodnoty celkové efektivity zařízení dosahují 30-50 %, oproti požadovaným 85 % z důvodů poruchovosti, čekání na materiál, přetypování strojů apod. Druhým typem je nevyužití pracovníků, kteří jsou kvůli zbytečným pohybům, hledání nástrojů, informací či materiálu nebo čekání vytížení na 30-40 % namísto minimálních 70 %. Třetím typem nejčastějšího plýtvání v českých podnicích je podíl plýtvání na průběžné době výroby, které ji prodlužuje. Ukazatelem, který o tom vypovídá je VA Index. Podíl plýtvání na průběžné době se pohybuje v intervalu 99-80 %.

Cílem by však mělo být dosahovat hodnoty maximálně 70 %. Prodlužování průběžné doby výroby je způsobováno čekáním na skladech, zbytečnými zásobami, velkými dávkami, výpadky v zásobování nebo chybějícím materiálem. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24)

2.2.2 Plýtvání

Jak již bylo zmíněno, plýtvání představuje takové aktivity podniku a jeho součástí, které nepřidávají produktu hodnotu nebo ho nepřibližují zákazníkovi. Mašín a Vytlačil (2000, s. 44-47) využívají definici plýtvání, která na něj pohlíží jak z manuálního, tak i duševního hlediska. Manuální práci definují tito autoři jako „čistou“, která je prováděna např. při sváření, montáži, lisování atd. Duševní práci jsou myšleny aktivity očištěné od zbytečných administrativních a byrokratických činností, při kterých nevzniká hmotný produkt, např. programování SW programu pro výrobní stroj.

Největším problémem je pro podniky zejména skryté plýtvání, které nelze na první pohled odhalit a odstranit, jako je tomu u zjevného plýtvání. Toto plýtvání skrývá činnosti, které je potřeba vykonávat a proto vypadají jako nezbytně nutné, avšak ve skutečnosti je možné tyto činnosti razantně zredukovat, zefektivnit nebo případně úplně eliminovat. Patří sem kontrola dílů, výměna nástrojů, transport, manipulace, vybalování dílů apod.

Mistry identifikace a odstraňování plýtvání jsou Japonci. Většina autorů zabývajících se plýtváním vychází ze základní klasifikace Taiichi Ōna (1988), který ve svém díle *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production* definoval následujících 7 základních druhů plýtvání:

1. Nadvýroba – je považována jako jeden z nejhorších druhů plýtvání vzhledem k tomu, že v jejím důsledku vznikají podnikům dodatečné náklady. Jsou to náklady na skladování a skladovací plochy, dodatečnou práci nebo znehodnocení výrobků. Nadvýroba vzniká zejména ve velkosériových výrobcích a firmy ji produkují za účelem vytvoření skladových zásob k nahrazení vyrobených zmetků nebo z důvodu přezaměstnanosti. (Marek, ©2012)

2. Čekání – toto plýtvání je spojeno s čekáním jak na lidi, tak na materiál, strojní zařízení či informace. Vzhledem k tomu, že ani zákazník nechce zbytečně čekat na své výrobky a už vůbec ne za toto čekání platit, podniky musí tomuto požadavku přizpůsobit i svou výrobu a nesmí tolerovat čekání a zpomalování času přeměny produktu pro zákazníka. Nejčastěji se čeká z důvodu špatné informovanosti, organizace výroby a plánování,

pomalých reakcí na abnormální situace, malé kvalifikovanosti pracovníků nebo delších strojních časů, než je činnost obsluhy. (Svět produktivity, ©2012)

3. Nadbytečná práce – za nadpráci lze považovat zpracování věcí a činností, které si zákazník nepřeje nebo je není schopen ani rozpoznat a tedy není ochotný za ně zaplatit. U tohoto druhu plýtvání opět platí zákaznický princip, při kterém by podniky neměly vyrábět výrobky zbytečně složité či s prvky, o které nemá zákazník zájem. Nadpráce se dá v procesech rozpoznat např. tak, že jsou činnosti vykonávány jinak, než udává standard, zákazník je informován zbytečně více, než sám vyžaduje, jsou vykazovány výstupy z pracoviště a data, která nikdo nepotřebuje nebo se v technologickém postupu nachází proces, který zákazník nechce (např. lakování oboustranně, když bude výrobek připevněn na zdi). (API, ©2005-2015)

4. Špatný pracovní postup – může vyvolat ostatní druhy plýtvání, jako např. dodatečnou potřebu práce a spotřeby zdrojů nebo čekání. Špatný pracovní postup může mít za následek např. nevhodnou konstrukci výrobků, nástroje či přípravku, navržení špatného materiálu nebo dlouhé dráhy nástrojů před započítáním samotné operace. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 47)

5. Zbytečné zásoby – v zásobách je vázané velké množství finančních prostředků, a proto by měly být minimální. Tyto finanční prostředky by se totiž daly v podnicích využít efektivněji – k tvorbě přidané hodnoty pro zákazníka. Zbytečné zásoby podniku navíc zabírají prostor ve výrobních halách, ve skladech, ale také na stolech a v počítačích. Nejčastější názor, kterým jsou zásoby v podnicích obhajovány, je ten, že tyto zásoby plní funkci pojistné zásoby a díky nim nedochází k čekáním na materiál a polotovary ve výrobě. Pravdou ale je, že většina podniků nemá hladinu pojistné, minimální a maximální zásoby stanovená a v logistickém řetězci není schopna zásoby hlídat. (API, ©2005-2015)

6. Zbytečný pohyb – za tento druh plýtvání jsou považovány veškeré pohyby pracovníků, které nepřidávají hodnotu výrobku. Zbytečné pohyby jsou způsobovány buď chybami samotných pracovníků, nebo špatným uspořádáním pracoviště. V průběhu směny jsou pak pracovníci kvůli zbytečné chůzi nebo manipulaci schopni nachodit i několik stovek metrů zbytečně. Za účelem eliminace zbytečných pohybů se na pracovištích provádí snímky pracovního dne, kdy se zaznamenává čas a vzdálenost chůze. Následně po vyhodnocení analýz je možné změnit uspořádání strojů na pracovišti, případně celého layoutu. (Imai, 2005, s. 82)

7. Chyby pracovníků – způsobují ve většině případů nárůst zmetkovitosti, případně zastavení výroby a následné náklady na opravy. Další náklady navíc způsobuje transport, manipulace, opakování operace, kontrola, demontáže a podobně. Jako nejhorší varianta se jeví ta, kdy vadu výrobku odhalí až zákazník, což může mít za následek i ztrátu budoucích zakázek. Další nevýhodou oprav v důsledku chyb pracovníků nebo procesů je ta, že opravovaný výrobek již nemusí mít nikdy požadované vlastnosti, a tak musí dojít i k jeho likvidaci (např. opětovné přelakovávání výrobků). Jak tomuto druhu plýtvání předejít je jasné - podniky musí zajistit dostatečnou kontrolu již při vstupu materiálu, v průběhu i na konci technologického postupu výroby. Dále musí mít dostatečně zaškolený personál, aby chyby nevznikaly vlivem lidského faktoru a dělat tak věci správně napoprvé. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 47)



Nadvýroba

Výroba více výrobků, než potřebuje další proces



Chyby

Chyby vedou k plýtvání času, materiálu, zařízení, nástrojů apod.



Čekání

Čekání na materiál, stroj, informace



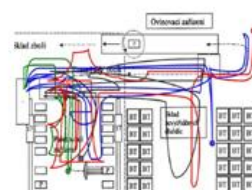
Zásoby

Nadbytečné zásoby materiálu hot. nebo rozprac. výrobků



Nadpráce

Nadbytečná práce, spotřeba materiálu a vyr. prostředků



Pohyby

Zbytečné pohyby, nadměrné fyz. zatížení



Špatný postup

Nezkušenost

Obrázek 4 Sedm druhů plýtvání (Vlastní zpracování)

K těmto sedmi druhům plýtvání identifikovaných v knize *Toyota Production Systém* byl později autory odborné literatury přidán ještě jeden – osmý druh plýtvání:

8. Nevyužití schopností (potenciál) pracovníků – mezi druhy plýtvání byly doplněny z důvodu, že pokud pracovníci nemohou nebo nechtějí odvádět maximální úsilí při tvorbě přidané hodnoty, výstup nebude nikdy stoprocentní. Pracovníci by měli být firmou správně motivováni a měl by být zajištěn jejich rozvoj, vzdělávání, školení a seberealizace. Za

tímto účelem dnešní firmy mají např. fungující systémy zlepšovacích návrhů, kde může každý pracovník prezentovat své zlepšovací návrhy a podněty a pokud příslušné oddělení podniku vyhodnotí návrh jako přínosný, pracovníka odmění. (Burieta, 2013, s. 19)

K odhalování plýtvání se dá použít nespočet metod a analýz, od nejjednodušších, jako jednoduché grafy s odpovídajícími ukazateli, až po komplexní VSM mapy. Jednou z metod je např. také procesní analýza neboli *Flow chart*, jejíž výhodou je zejména její jednoduchost. Postup této analýzy spočívá v pozorování toku výrobku od vstupu do podniku, přes celý technologický postup výroby, až po jeho výstup z transformačního procesu v podobě hotového výrobku. V každé fázi technologického procesu se zaznamenává, zda je výrobek právě opracováván, transportován, skladován, kontrolován, nebo zda čeká. Z výsledků analýzy lze pak poměrně jednoduše odhalit, kde se ve výrobě výrobek zdržel nejvíce, případně kde a jak daleko byl zbytečně přepravován. (Khan, 2006, s. 13-15)

3 METODA SMED

Vysoká customizace, variabilita a individualizace jsou v posledních letech od zákazníků vyžadovány jako standard. Tyto globální trendy však nutí dnešní podniky vyrábět ve stále menších výrobních dávkách a neustále měnit prioritní zakázky. Tímto vznikají nekonečné rozepře mezi výrobou a plánovači, kdy každý hájí své zájmy a většinou se ve výsledku výroba musí vždy podřít. Pokud chtějí dnešní podniky snižovat náklady na spotřebu zdrojů, mají, vzhledem ke vztahu, že s menší výrobní dávkou rostou náklady a spotřeba zdrojů, na výběr pouze ze dvou možností. První je tradiční přístup, kterým je prodlužování doby bez změny. Druhou možností je naopak zkrácení doby změny, s jejichž rostoucím počtem a délkou trvání náklady a spotřeba zdrojů rostou. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 106; Mašín a Vytlačil, 2000, s. 205-206)

3.1 Tradiční přístup ke změnám

Tradiční přístup ke změnám doporučoval již Adam Smith, který tvrdil, že: *„Zisk z úspory času, získaného při přechodu od jedné činnosti k druhé, je daleko větší, než si umíme napoprvé představit.“* Doporučoval tedy amortizovat ztráty, které vznikaly kvůli výměnám a seřizování, pomocí větších výrobních dávek. Tento přístup je postaven na následujících předpokladech:

- Seřizování je nutné zlo
- Na výměnu a seřizování se nekoncentruje taková pozornost, jako na hlavní operace
- Neexistuje firemní program zaměřený na změny a seřizování
- Doba seřízení a změn se neměří, není přesně stanovena a nevyhodnocuje
- Seřizovat může pouze zkušený veterán s dostatečnou praxí a zkušenostmi
- Operátoři během přestavby nejsou vytíženi a zaměstnávají se jinou prací

Jak již bylo zmíněno výše, při současných globálních trendech není většinou možné produkovat ve velkých dávkách a levně, proto musí být na přání zákazníka výroba schopna rychle reagovat na poptávku a velikost výrobních dávek snižovat. Problém je však v celkovém uvažování, kdy předpokladem bylo, že seřizování a změna trvá a musí vždy trvat dlouho. Velká výrobní dávka následně dle tradičního přístupu vyřešila to, že čas změny se rozložil do velkého počtu kusů a vzniklé náklady z prostojů byly minimální. Tradiční přístup byl však zásahem moderních trendů čím dál více kritizován a napadán za to, že ho není možné provozovat ve stávajícím pojetí. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 207-208)

3.2 Nový přístup ke změnám – SMED

Vzhledem k nemožnosti ovlivnit velikost výrobních dávek se vyvinul nový přístup – co největší možné zkrácení doby přestaveb (přetypování), tzv. systém rychlé změny. Tato rychlá změna byla definována jako systematický proces minimalizace časů přestavby pracoviště mezi výrobou dvou po době následujících různých typů výrobků. Tento princip začala oproti tradičnímu přístupu ke změnám zastávat nově metoda SMED (**S**ingle **M**inute **E**xchange of **D**ies). Celý postup metody vychází z prvotní důsledné analýzy přetypování, která se provádí jejich pozorováním na pracovišti. Výrazné zkrácení časů na přestavbu (někdy z hodin i na několik minut) je dosaženo postupně změnou organizace práce, standardizací postupu přestavby, tréninkem seřizovačů nebo také speciálními pomůckami a technickými vylepšeními stroje. (Kormanec, ©2007)

3.2.1 Historie metody SMED

Za počátky metody SMED lze považovat rok 1950, kdy se Japonec Shigeo Shingo ve společnosti Mazda zabýval problémem s odstraněním úzkého místa na pracovišti lisování. Shingo zjistil, že tři lisy, které se na pracovišti nacházely, nenaplňovaly denní normu a při pozorování odhalil důvod. Tím byly dlouhotrvající přestavby lisů, při kterých obsluha několik desítek minut opakovaně hledala nástroje a pomůcky, namísto problému se samotným výkonem stroje, se kterým původně počítal. Zkušenosti s výměnou nástrojů ve společnosti Mazda následně vedly Shinga k formulaci prvotní myšlenky pozdější metody SMED – rozdělení přestavbových činností na externí a interní, tedy ty, které se dají provádět již při chodu stroje, a které ne.

Tyto prvotní základy metody dále uplatnil v další automobilce – Mitsubishi, kdy v roce 1957 díky analýze přetypování strojů zjistil, že většina činností lze provádět externě, ačkoliv jsou za současného stavu prováděny interně. Postupná snaha prosadit a dodržovat jeho navrhované změny se vyplatila a Shingo dokázal výrazně zvýšit produktivitu strojů a také rozšířit povědomí o metodě SMED.

Shingo vyvíjel metodu SMED přes 20 let a jeho vrchol zaznamenalo její uplatnění ve společnosti Toyota, kdy díky ní dokázal snížit dobu přestavby nejprve ze čtyř hodin na dvě a následně z těchto dvou hodin dokonce pod tři minuty. Další výrazná aplikace jeho metody byla při výměně plastikářské formy z téměř sedmi hodin na osm minut nebo výměna lisovacího nástroje ze dvou hodin na sedm minut. (Shingo, 1996)

3.2.2 Druhy plýtvání při přestavbě

Košturiak a Gregor (2002, kap. E) všeobecně rozdělují přetypování do čtyř kroků:

- Příprava, kontrola, čištění materiálu a nástrojů (30 % času)
- Demontáž, výměna a montáž nástrojů (5 % času)
- Vlastní seřízení rozměrů a nastavené polohy nástrojů (15 % času)
- Odzkoušení a případné korekce (50 % času)

V průběhu všech těchto kroků přetypování by nemělo docházet k žádnému typu plýtvání, přičemž přetypováním nemusí být vždy myšlena pouze výrobní přestavba stroje. Tento pojem může v širším pojetí představovat jakoukoliv změnu v určitém procesu (např. objednávání materiálu, zpracování objednávky, technickou přípravu výroby atd.)

Metoda SMED předpokládá, že možnost zlepšení současného stavu je již dříve zjištěna pomocí jiných metod a technik průmyslového inženýrství (snímkování, využití strojů, atd.), díky kterým je odhalen nějaký druh plýtvání a příležitost ke zlepšení. Zmiňovaní autoři na základě čtyřech kroků přetypování dále rozlišují čtyři druhy plýtvání při přestavbách:

1. Plýtvání při přípravě na změnu – jedná se o hledání a nalézání nástrojů, jejich doprava po zastavení stroje, hledání čistících a kontrolních přípravků, kontrola specifikací a pracovních postupů již v době zastavení stroje apod.

2. Plýtvání při montáži a demontáži – je způsobováno povolováním a utahováním šroubů s dlouhými závity, vkládáním a odstraňováním podložek, demontáží a montáží skluzů a dopravníků, hledání součástek a nástrojů, případně čekání a pozorování jiných pracovníků a rozhovor s nimi nebo studium dokumentace.

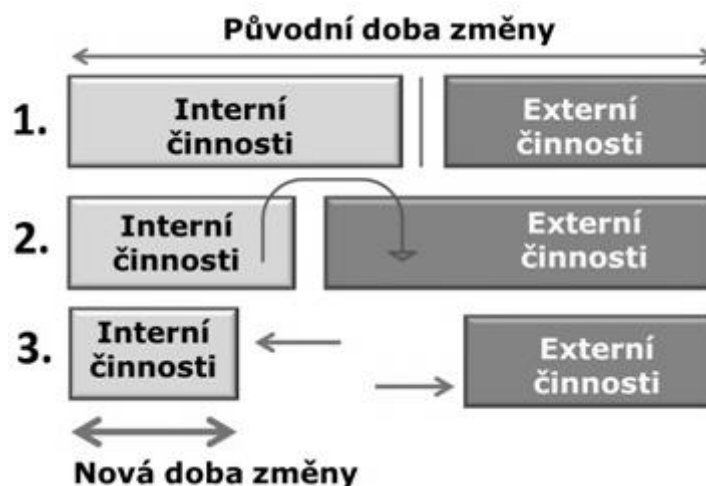
3. Plýtvání při seřizování, nastavování polohy a zkouškách – z důvodu opakování zbytečných pohybů a činností, doseřizování manipulátorů, doumístění nástrojů a zejména pak několikanásobné doladování nepřesností, z důvodu chybějícího standardu postupu a opakované seřizování na základě náhodných odhadů seřizovače.

4. Plýtvání při čekání na zahájení výroby – je posledním typem plýtvání při přetypování, který je způsobován čekáním na uvolnění stroje zpět do provozu zodpovědnou osobou. Toto čekání může dle praxe být mnohokrát i několikanásobně delší, než samotné trvání přestavby.

3.3 Aplikace metody SMED

Aplikování metody SMED na základě formulace Shinga probíhá ve třech po sobě jdoucích krocích:

1. Oddělení interních a externích činností
2. Konverze interních činností na externí
3. Redukce časů jednotlivých interních a externích činností



Obrázek 5 Postup aplikace metody SMED (Svět produktivity, ©2012)

Těmto třem krokům předchází ještě nultý krok – prvotní identifikace úzkého nebo problémového místa, kde bude metoda SMED prováděna. Tato identifikace se provádí na základě analýz a metod průmyslového inženýrství. Nejčastěji je však problémové místo výrobního procesu identifikováno velice jednoduše, protože např. neplní plány a dochází k opoždování oproti jiným pracovištím, moderní systémy, které sledují vytíženost strojů, zaznamenávají alarmující nízkou efektivnost na daném zařízení nebo sami pracovníci vidí, že je na pracovišti něco v nepořádku. Po výběru vhodného pracoviště jsou dalšími typickými charakteristikami, které indikují vhodné podmínky pro aplikaci metody SMED, např. velký rozptyl časů přestavby v závislosti na zkušenosti seřizovače, více typů přestaveb, nedostatečné technické vybavení pracoviště, nedostatek nástrojů atd. (Lean Production, ©2010-2013)

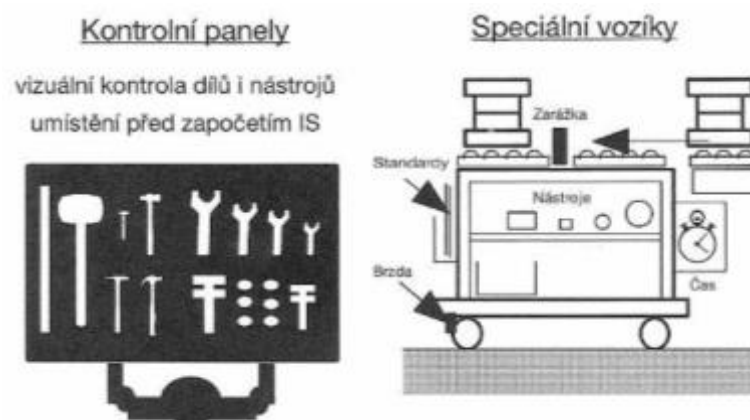
3.3.1 Oddělení interních a externích činností

Prvním krokem samotné aplikace metody SMED je oddělení interních a externích činností. Jak již bylo zmíněno výše, interní činnosti jsou ty, které lze vykonávat pouze tehdy, když

stroj není v provozu a jedná se např. o samotnou výměnu funkčních nástrojů zařízení a jiné pohyblivé části stroje. Mezi externí činnosti pak patří všechny činnosti, které lze vykonávat již při chodu stroje. Shingo uvádí, že přestože se strojníci shodují na tom, že většina přípravy nástrojů a jejich údržba lze provádět externě, v praxi se tak neděje. Dále také tvrdí, že pokud je provedena důkladná analýza, kolik dílčích interních činností (za současného stavu) lze vykonávat externě, dá se čas přestavby snížit již v tomto kroku o 30 - 50 %.

Tato fáze se nejlépe provádí s pomocí zkušených seřizovačů, případně pak s natočeným videozáznamem přestavby, kdy může následně dojít k detailní analýze činností společně se všemi zainteresovanými pracovníky. Zejména pak rozhovory s pracovníky v provozu bývají v této fázi zdrojem nejlepších zlepšovacích návrhů. Pro odstranění hledání nástrojů a zbytečných pohybů, kvůli kterým se pracovníci vymlouvají, že něco (ačkoliv to není nikterak spojeno se strojem) externě provádět nelze se v této fázi zavádí speciální vozíky s náradím, které se během chodu stroje jednoduše nachystají a zkontrolují, viz Obrázek 6.

(Košturiak a Frolík, 2006, s. 108; Shingo, 1996)



Obrázek 6 Prostředky pro 1. krok SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 216)

3.3.2 Konverze interních činností na externí

Druhý krok metody SMED je zaměřen na zvyšování produktivity při samotném seřizování. Prostředkem pro další snížení času přestavby je převedení interních činností na externí. Při hledání možností, jak převedení činností dosáhnout jsou analyzovány možnosti uplatnění stejných typů procedur, které jsou již vykonávány u činností externích. Dále se v tomto kroku využívá zapojení jiných pracovníků (většinou operátorů), kteří v době přestavby

nejsou plně vytěžováni. Činnosti, které by se sice daly provádět externě, ale vzhledem k tomu, že na ně seřizovač před přestavou nemá čas, se provádí interně, mohou být díky zapojení druhého pracovníka nyní zavedeny do nového postupu jako čistě externí činnosti. Největším problémem této fáze je konzervativní přístup pracovníků, kteří jsou zvyklí provádět věci svým způsobem a brání se jakýmkoliv změnám. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 215-217)

3.3.3 Redukce časů jednotlivých interních a externích činností

V poslední fázi metody se zavádí na pracovišti prvky, které všechny činnosti usnadní a zkrátí. Jedná se např. o změnu uspořádání pracoviště, přiblížení regálů a nástrojů, eliminace procesu opakovaného přenastavování a zavádění metody udělat vše správně a na první pokus. Toho může být docíleno zejména standardizací nových postupů a tréninkem seřizovačů. Na pracovištích se dále zavádí rychloupínací prvky, při kterých jsou nahrazovány zejména šrouby s dlouhými závity a malými hlavičkami za jednoduché, rychloupínáky s velkou ručkou a pákou, dále jde o využívání pružin a jejich přitlaku nebo magnetismu a vakua. Tato metoda je nazývána upnutí jedním pohybem nebo jednou otáčkou. (Lean Production, ©2010-2013)

3.4 Výhody zavedení metody SMED

Výhody zavedení metody SMED jsou naprosto zřejmé jak pro společnost, tak pro samotné zaměstnance. Tato metoda mění předpoklad toho, že přetypování musí zákonitě trvat dlouho. Shingo (1996) ve svém díle *Quick changeover for operators: the SMED systém* zmiňuje hned několik významných výhod této metody pro společnost:

- Snížení času přetypování
- Snížení zpoždění dodávek
- Snížení nákladů jak procesních tak skladovacích
- Snížení průběžné doby výroby
- Snížení počtu chyb při přetypování a standardizace správného postupu
- Zvýšení míry využití strojů
- Zvýšení spokojenosti zákazníků

Zaměstnanci z aplikace této metody těží také, a to ve formě zjednodušení celého procesu přetypování, větší bezpečnosti práce, méně nepořádku a chaosu na pracovišti a také méně fyzické náročnosti, chození a nošení břemen při práci.

4 DALŠÍ METODY PI VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI

Následující podkapitoly charakterizují další metody průmyslového inženýrství, které jsou využity v praktické části této diplomové práce. Jedná se o analýzu RIPRAN, Paretovu analýzu a analýzu CEZ.

4.1 RIPRAN

Metoda RIPRAN (**RI**sk **PR**oject **AN**alysis) je empirická metoda, která slouží pro analýzu rizik projektu a která chápe rizika jako proces. Tato metoda původně vznikla v roce 2000 pro analýzu rizik automatizačních projektů v rámci výzkumného záměru na VUT v Brně autorem B. Lackem. V průběhu let byla rozšiřována postupně do 3. verze, která je nyní aktuální. Tuto metodu je vhodné provádět před samotným zahájením projektu, aby byly díky ní zohledněna veškerá rizika a jejich dopady na projekt.

Proces analýzy rizik RIPRAN se skládá z pěti následujících fází:

- Příprava analýzy rizik
- Identifikace rizika
- Kvantifikace rizika
- Snižování rizika
- Celkové zhodnocení rizika

V první fázi přípravy analýzy rizik je cílem připravit vše potřebné k provedení analýzy. Dochází zejména ke kontrole připravenosti týmu a kontrole aktuálnosti a kompletnosti všech důležitých podkladů. Výstupem může být časový harmonogram uplatnění metody.

Druhá fáze identifikace rizik spočívá v nalezení hrozeb projektu a jejich scénářů. Nejdůležitějším výstupem této fáze je sestavený výstupní seznam, který udává počet rizik, název rizika a scénář, který nastane, pokud k riziku dojde. Rizika projektu se získávají například formou brainstormingu projektového týmu a kontrola úplnosti rizik se provádí s pomocí jiného, nezainteresovaného týmu.

Třetí fází je kvantifikace rizika, kdy dochází k ohodnocení scénářů pravděpodobností, vyčíslení velikosti škod a vyhodnocení míry rizika. Hodnota rizika se vypočítá jako součin celkové pravděpodobnosti rizika a dopadu na projekt, kdy celkovou pravděpodobnost rizika dostaneme součinem pravděpodobnosti výskytu rizika a pravděpodobnosti jeho scénáře. Nejprve pomocí Tabulky 2 dojde k ohodnocení pravděpodobnosti rizika a scénáře.

Tabulka 2 Určení pravděpodobnost rizika a scénáře při analýze RIPRAN (Pivodová, 2014)

PRAVDĚPODOBNOST RIZIKA A SCÉNÁŘE		
MP	Malá p-st	0,01 – 0,20
SP	Střední p-st	0,21 – 0,66
VP	Vysoká p-st	0,67 – 1,00

Následně dojde na základě škody, kterou by na projekt riziko vyvolalo, ke kvantifikaci dopadu dle Tabulky 3:

Tabulka 3 Určení pravděpodobnosti dopadu při analýze RIPRAN (Pivodová, 2014)

PRAVDĚPODOBNOST DOPADU		
MD	Malý dopad	Dopady vyžadují určité zásahy do plánu projektu. Škoda do 0,5 % z celkové hodnoty projektu.
SD	Střední dopad	Ohrožení týmu, nákladů, zdrojů, což bude vyžadovat mimořádné akční zásahy do plánu projektu. Škoda 0,5% až 20%.
VD	Vysoký dopad	Ohrožení cíle. Ohrožení koncového termínu, možnost překročení celkového rozpočtu. Škoda přes 20% z celkové hodnoty.

Následující tabulka (Tabulka 4) znázorňuje způsob určení výsledné hodnoty rizika na základě porovnání dvou parametrů – Pravděpodobnosti a dopadu rizika. Význam jednotlivých zkratk je uveden pod tabulkou.

Tabulka 4 Určení výsledné hodnoty rizika při analýze RIPRAN (Pivodová, 2014)

	MP	SP	VP
MD	MHR	MHR	SHR
SD	MHR	SHR	VHR
VD	SHR	VHR	VHR

Význam zkratk: MHR – malá hodnota rizika, SHR – střední hodnota rizika, VHR – vysoká hodnota rizika.

Čtvrtou fází metody je stanovení návrhů na snížení rizik nebo jejich dopadu. V této fázi se projektový tým řídí tak, že u hrozeb s vysokou hodnotou rizika se snaží riziku vyhnout úplně, proti hrozbám se střední hodnotou rizika se tvoří rizikový plán a hrozby s malou

hodnotou rizika se akceptují. V závěrečné fázi je cílem vyhodnotit celou analýzu a sumarizovat dosažené výsledky. (RIPRAN, ©2015)

V této diplomové práci je metoda RIPRAN zpracována v projektové části za účelem identifikace možných rizik a jejich následků při provádění projektu.

4.2 Paretova analýza

Paretův diagram nebo také Paretova analýza je jeden ze sedmi klasických nástrojů řízení kvality. Je pojmenován podle Vilfreda Pareta, který jej vymyslel v roce 1895 při zjištění, že 80 % národního hospodářství Itálie je tvořeno 20 % obyvatelstva. Na Pareta později navázal Dr. Joseph Duran, který prohlásil, že 80 % důsledků nějakého jevu je spojeno s 20 % souvisejících příčin, proto je někdy tento Paretův zákon nazýván principem 80:20. (Svozilová a Mašín, 2006, s. 311-312)

Dle Vytlačila a Mašina (1999, s. 111-113) slouží Paretův diagram identifikaci prioritních problémů, vzhledem k tomu, že všechny problémy nelze řešit v podnicích současně. Nevyužívá se však pouze ve spojitosti s kvalitou. Dá se tedy uplatnit například při hledání problémových pracovišť, při výběru výrobků, které mají největší podíl na tržbách, efektivní ilustraci přínosů procesu zlepšování nebo při poskytnutí argumentů pro pracovníky, kteří mají zlepšovací návrhy, ale chybí jim argumenty pro odůvodnění důležitosti daného problému.

Postup zpracování Paretovy analýzy je následující: Nejprve je nutné identifikovat všechny položky, které souvisí s daným procesem (např. poruchy, reklamace, prostoje, zmetky, náklady atd.). Dále je určeno kritérium, na základě kterého jsou jednotlivé kategorie hodnoceny. Dle Vebera (2006, s. 270) existuje několik kritérií pro ohodnocení jednotlivých kategorií:

- Počet výskytů
- Finanční vyjádření – náklady, ztráty
- Bodovací vyjádření – používá se hlavně u kvalitativních položek
- Přepočítací koeficienty – při zdůraznění různého významu jednotlivých položek ve vztahu k celku a tím přepočítat jejich skutečné hodnoty

Ohodnocené položky se seřadí sestupně podle četnosti a zvoleného kritéria a následně jsou vypočteny u jednotlivých položek také relativní četnosti a kumulativní relativní četnosti. Na základě jednotlivých četností je následně sestrojen Paretův diagram, který názorně

vyjadřuje jak podíl jednotlivých položek na celkovém objemu, tak i křivku kumulativní relativní četnosti. Na základě tohoto diagramu, lze jednoduše určit, kterých 20 % příčin má za následek 80 % důsledků.

Paretův zákon je využíván jako cenný pomocník při určování, kterými problémy a faktory se má podnik zabývat primárně. Díky němu dochází ke zlepšování zásadních procesů a nedostatků ve výrobě i mimo ni. (Veber, 2006, s. 271)

V této diplomové práci je Paretův diagram použit pro vyjádření podílu času přestaveb na celkovém času prostojů v průběhu snímkování strojního zařízení.

4.3 Celková efektivnost zařízení

Ukazatel Celkové Efektivnosti Zařízení (CEZ), anglicky Overall equipment effectiveness (OEE), je jedním ze základních ukazatelů štihlé výroby a kvantitativním ukazatelem efektivnosti využívání strojního zařízení v podnicích. Tento ukazatel vytvořil v 60. letech 20. století Seiichi Nakajima a do povědomí se dostal později díky rozšíření TPM v 80. letech. Reálná hodnota CEZ se v českých podnicích pohybuje na úrovni 30-60 %. Je tedy mylné se domnívat, že se podniky v tomto ukazateli pohybují v okolí 85 %. Této úrovni CEZ dosahují pouze některé světové špičky s plně zavedenou totálně produktivní údržbou - TPM. (Patočka, ©2013)

Základní myšlenkou metodiky CEZ je následující vztah doby, kdy by mělo zařízení vyrábět a doby, kdy skutečně vyrábí kvalitní výrobky:

$$CEZ = \frac{\text{Užitečný čas zařízení}}{\text{Disponibilní čas zařízení}}$$

Mašín a Vytlačil (2000, s. 228) určili 6 typů velkých ztrát na strojních zařízeních: prostoje související s chybami a poruchami strojů a další neplánované prostoje, prostoje způsobené seřizováním a nastavováním parametrů (přestavby, výměny nástrojů atd.), ztráty způsobené přestávkami v průběhu výkonu zařízení, nečinnost a další krátkodobé poruchy (zablokování stroje kvůli sensorům, blokování aj.), ztráty rychlosti, důsledky procesních chyb (zmetky a nedostatky na kvalitě výrobků) a v poslední řadě snížení výkonu stroje v důsledku náběhu výroby a testování strojního zařízení.

Na základě výše zmíněných druhů plýtvání byly pro určení rozdílu mezi disponibilním časem zařízení a jeho užitečným časem určeny tři základní faktory působící na efektivitu využívání strojů, kterými jsou:

- Míra využití (dostupnost - availability)
- Míra výkonu (výkon - performance)
- Míra kvality (úroveň kvality - quality)

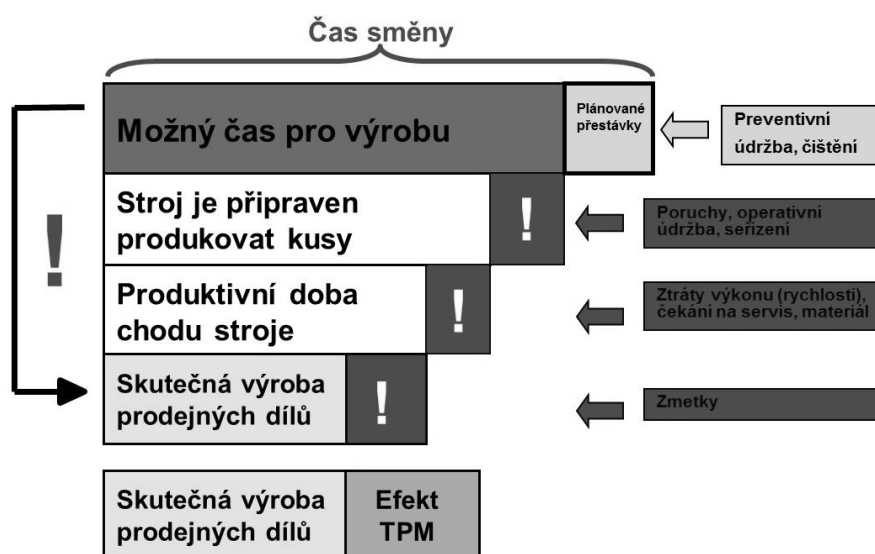
Na základě těchto tří faktorů, působících na efektivitu využívání strojů byl následně pro výpočet CEZ stanoven následující vztah:

$$CEZ = Dostupnost * Výkon * Úroveň kvality$$

Parametr **míra využití** říká, kolik procent celkové doby (např. směny) stroj skutečně běžel. Tento parametr zohledňuje plánované i neplánované opravy, údržbu strojů, přestávky, seřizování či přetypování, čekání na materiál nebo pracovníky a další neplánované prostoje.

Míra výkonu je ovlivněna zejména ztrátami rychlosti. Jedná se například o situaci, kdy má stroj předepsaný takt, na základě kterého je naplánován harmonogram výroby, ale ve skutečnosti stroj tímto taktem nejede. Může k tomu docházet z důvodu zpomalení pracovníky, kteří nestíhají, nebo neplánovaným přerušováním výroby, které způsobí, že stroj běží přerušovaně a nekonstantní rychlostí.

Poslední parametr **míra kvality** je zde zahrnutý proto, že pokud stroj vyrábí nekvalitní výrobky, tento čas je považován, jako by nepracoval vůbec. Pokud totiž stroj nevyrobí kvalitní výrobek hned napoprvé, čas, který byl plánováním určen pro jeho výrobu, je nadobro ztracen. (API, ©2005-2015)



Obrázek 7 Složky využitelného časového fondu pro výpočet CEZ (Svět produktivity, ©2012)

Ukazatel CEZ se často používá ve spojení s Paretovým principem 80:20, kdy je možné díky cíleným akcím odstranit 20 % příčin, které způsobují až 80 % prostožů. Přínosy sledování ukazatele CEZ jsou velmi významné a je možné díky němu identifikovat a kvantifikovat ztráty ve výrobních procesech. Jeho sledování otevírá prostor pro zavedení nápravných opatření jako např. standardizaci postupů, zefektivňování výroby, snížení ztrát, úsporu energie, lidských zdrojů, zvyšování produktivity a výkonnosti celého podniku a samozřejmě také zvyšování samotného ukazatele. (ATS, ©1986-2015)

V diplomové práci je ukazatel CEZ využitý k porovnání efektivnosti využití jednotlivých pracovišť a k následnému výběru vhodného pracoviště k zefektivnění v rámci zpracovávaného projektu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI



Obrázek 8 Budova společnosti EPCOS, s.r.o. (Vlastní zpracování)

5.1 TDK-EPC Corporation

Nadnárodní společnost TDK-EPC Corporation patřící do globální skupiny TDK vznikla v roce 2009 v Tokiu, kdy došlo k dokončení akvizice s německou společností EPCOS, A.G. započaté již v předešlém roce. Portfolio výrobků vychází z kombinace produkce právě japonského koncernu TDK a německého EPCOS. V současné době se TDK-EPC Corporation řadí mezi přední výrobce elektronických součástek a ve více než 50 výrobních závodech po celém světě zaměstnává přibližně 43 tisíc zaměstnanců. (TDK, ©2015)

5.2 EPCOS, s.r.o.

Společnost EPCOS, s.r.o. vznikla jako český závod německého koncernu EPCOS, A.G. vybudovaný v Šumperku s jasným cílem – vybudovat zde evropské centrum pro výrobu magnetických měkkých feritů a následně i keramických pozistorů. Základní údaje o společnosti jsou patrné z následujícího výpisu z Obchodního rejstříku firem.

Obchodní firma: EPCOS s.r.o.

Sídlo společnosti: Šumperk, Feritová 1, PSČ 78715

Právní forma: Společnost s ručením omezeným

Identifikační číslo: 25569341

Datum zápisu: 12. července 1999 (Veřejný rejstřík a Sbírka listin, ©2012-2014)

5.2.1 Historie společnosti

Výroba feritových jader v Šumperku má své počátky již v roce 1956, kdy se výrobou začala zabývat společnost Pramet. Tato společnost s ferity pokračovala až do roku 1992, kdy došlo k registraci třetí divize závodu Pramet se specializací na výrobu magnetických měkkých feritů.

V roce 1999 se německý koncern Siemens Matsushita Components A.G. přejmenovává na EPCOS, A.G. a odkupuje zmiňovanou třetí divizi společnosti Pramet. V téže roce vzniká dceřiná společnost EPCOS, s.r.o. se sídlem v Šumperku a začíná výstavba nových výrobních hal na zelené louce. Výroba je zahájena téměř přesně za rok - tedy v říjnu 2000, kdy je výstavba nového závodu, určeného k převzetí výrobních technologií na výrobu elektronických součástek a zejména širokého sortimentu feritů, dokončena.

Dalším milníkem ve vývoji firmy EPCOS, s.r.o. je ukončení transferu výroby a veškerého know-how ze závodu v Mnichově do Šumperka v roce 2001, na které navázal postupný transfer výroby toroidů, granulátu a E jader z francouzského Bordeaux v letech 2002-2005. K těmto opatřením došlo zejména s ohledem na nižší personální náklady v České republice. Mezitím byl v roce 2004 zahájen třetí transfer, tentokrát z rakouského Deutschlandsbergu, a v Šumperku byla vytvořena zcela nová divize na výrobu keramických polovodičových komponentů (tzv. pozistorů).

Zatím poslední významnou historickou událostí společnosti EPCOS, s.r.o. bylo sloučení jeho mateřské společnosti EPCOS, A.G. a japonského TDK. Akvizicí vznikla nová společnost TDK-EPC Corporation, která nyní vlastní šumperský EPCOS, s.r.o. stoprocentním podílem.

V současné době se společnost EPCOS, s.r.o. řadí na přední příčky na trhu s elektronickými součástkami a s jejími produkty, mezi které patří více než tři tisíce typů feritových jader a přes tisíc typů pozistorů, se můžeme setkat téměř po celém světě. Na tuto pozici se dostala špičkovou kvalitou svých výrobků, certifikovanou normou ISO/TS 16949, díky které se řadí mezi firmy dodávající svým zákazníkům z automobilového průmyslu nejvyšší kvalitu. U společnosti spadající pod nadnárodní koncern jako je TDK, je samozřejmostí i certifikace ISO 9001, zaměřená na systém řízení jakosti a certifikace systému managementu dle ISO 14001, dokládající, že společnost jedná v souladu s životním prostředím a usiluje o snižování vlivu na něj. (EPCOS, s.r.o., 2015)

5.2.2 Vize, cíle a strategie

O společnosti EPCOS, s.r.o. pod taktovkou TDK můžeme jednoznačně tvrdit, že vizí společnosti je být vnímán zákazníkem jako nejkvalitnější, nejspolehlivější a nejinnovativnější partner na trhu. Důležité je pro společnost také vnímání firemní značky samotnými zaměstnanci, investory a také širokou veřejností.

Mezi hlavní cíle patří především tvorba zisku a neustálé zvyšování tržní hodnoty společnosti. Společnost se snaží dosáhnout prvenství na všech trzích, na kterých podniká a díky své inovativnosti a neustálému vývoji se snaží být vždy o krok před konkurencí. Díky velkému zaměření na výzkum a vývoj zejména v posledních letech se tyto stanovené cíle společnosti EPCOS, s.r.o. daří plnit.

Strategie společnosti se změnila po spojení s koncernem TDK a nyní se upíná zejména na výše zmiňovaný výzkum a vývoj nových perspektivních výrobků a materiálů. Právě ten společně s neustálými inovacemi a vývojem technologií je pro TDK prioritní. Nedílnou součástí dlouhodobého úspěšného fungování EPCOS, s.r.o. nadále také zůstává orientace na vyváženost produktového spektra vyráběného v závodě, se kterou se společnost ztotožnila již dříve a společně s velkým zaměřením na kvalitu výrobků pomáhá dosahovat stanovených cílů. Společnost se zaměřuje jak na rychle rostoucí trhy, tak také na vyhledávání děr na trzích a svou schopností rychle reagovat využívá těchto příležitostí k jejich obsazení. Vždy však činí s dostatečným rozmyslem, a pokud je pravděpodobné, že na novém trhu nedosáhne vedoucího postavení, do takových podnikatelských aktivit se nepouští. Mezi priority společnosti také patří personální oblast. Mezi strategické cíle se tak řadí prohlubování odbornosti a kompetence zaměstnanců, což slouží jako prostředek k neustálému zvyšování produktivity a zkvalitňování výroby. (EPCOS, s.r.o., 2015)

5.2.3 Struktura společnosti

Jak již bylo zmíněno, společnost EPCOS, s.r.o. se zabývá výrobou magnetický feritů a keramických pozistorů. Toto výrobní portfolio dělí celou společnost na dvě samostatné divize – Magnetics a PTC. Tyto divize mají oddělený provoz i kompletní organizační strukturu a v jejich čelech stojí dva jednatele, kteří zastávají zároveň funkci výrobních ředitelů daných divizí. Společně s nimi jedná a vystupuje generální ředitel závodu, který celé vedení společnosti zastřešuje. Tato diplomová práce byla zpracována v divizi PTC, zabývající se výrobou keramických pozistorů. Rozdělení závodu na divizi PTC a Magnetics znázorňuje následující obrázek (Obrázek 9).



Obrázek 9 Divize společnosti EPCOS, s.r.o. (Vlastní zpracování)

5.2.4 Ekonomické ukazatele

Hospodářský rok 2013/2014 (1. 4. 2013 – 31. 3. 2014) se pro společnost EPCOS, s.r.o. z ekonomického pohledu velice vydařil. Výsledek hospodaření s 22% nárůstem oproti minulému období dosáhl hodnoty 84 335 tis. Kč. Byl pozitivně ovlivněn např. rostoucím příjmem zakázek (zejména z automobilového průmyslu), kdy jejich celková hodnota dosáhla 791 mil. Kč (růst o 24 %), projevem realizovaných úsporných opatření z minulých let, ale také oslabením české koruny.

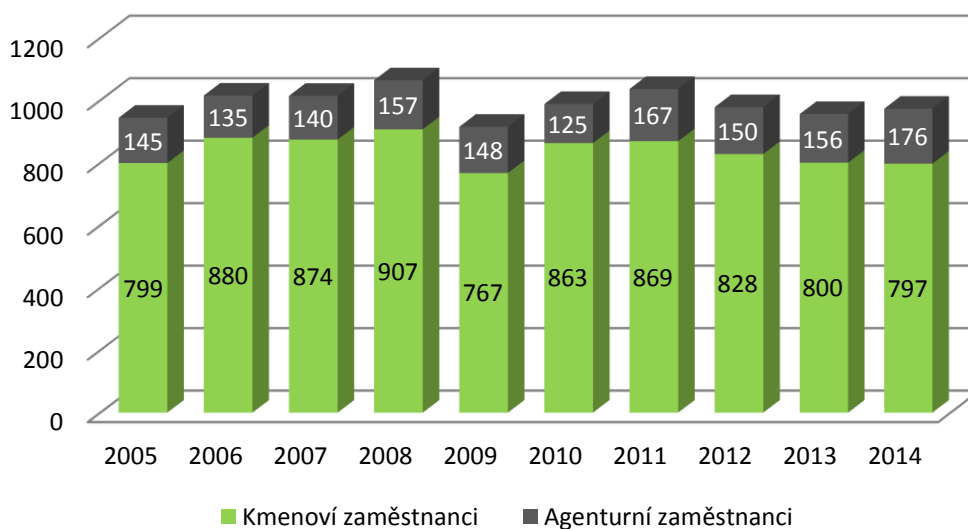
Obrat v tomto období také vzrostl, a to o 9 % a dosáhl tak 1 453 mil. Kč.

Co se týče nadnárodní skupiny TDK, jíž je EPCOS, s.r.o. součástí, v roce 2014 dosáhla tržeb v hodnotě 7 487 mil. EUR a čistého zisku 123 mil. EUR. Následující obrázek (Obrázek 10) znázorňuje rozdělení tržeb dle typu prodaných výrobků.



Obrázek 10 Podíl prodaného sortimentu na tržbách (Vlastní zpracování)

V oblasti personalistiky se stav ve společnosti EPCOS, s.r.o. vyvíjí v posledních letech stabilně s mírným meziročním poklesem kmenových, avšak nárůstem agenturních zaměstnanců. K 31. 3. 2014 bylo ve stavu evidováno 797 kmenových zaměstnanců a 176 dočasných (agenturních) zaměstnanců. Vývoj počtu zaměstnanců znázorňuje následující graf. (Graf 1).



Graf 1 Vývoj počtu zaměstnanců společnosti EPCOS, s.r.o. (Interní materiály)

Výhledy na další období jsou jak z hlediska výsledku hospodaření, tak vývoje zakázek optimistické a očekávají stabilní tendenci růstu v obou zmiňovaných položkách. Projevit by se měly také racionalizační a optimalizační opatření provedené v minulém období. Společnost EPCOS, s.r.o. se nadále plánuje držet stanovených strategických cílů – pokračovat v maximální optimalizaci výrobních a logistických procesů se zvyšujícím se důrazem na kvalitu tak, aby bylo možné pružně plnit požadavky zákazníků a posílit tak konkurenční postavení zejména na evropském trhu. (EPCOS, s.r.o., 2015)

6 ANALYTICKÁ ČÁST

6.1 Výrobní portfolio divize PTC a jejich využití

Pozistor, jehož výrobou se divize PTC zabývá je pasivní elektronická součástka tzv. jednobran nebo dvojpól, která mění svůj jmenovitý odpor v závislosti na okolní teplotě. Označení PTC (Positive Thermal Coefficient) značí, že tak činí s pozitivní teplotní charakteristikou (odtud pozistor nebo také termistor).



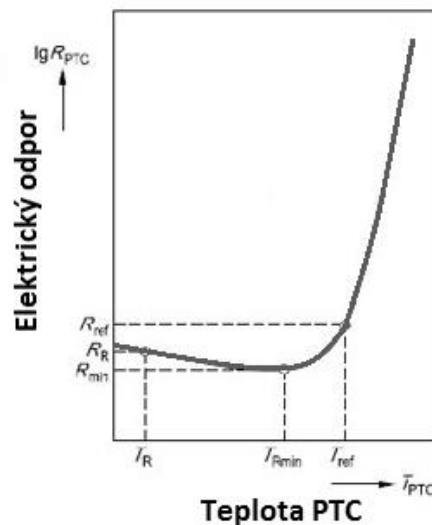
Obrázek 11 Portfolio výrobků společnosti EPCOS, s.r.o. (Interní materiály)

PTC Heater (Topné těleso)

Princip fungování pozistorů lze velmi dobře pochopit na jednom z výrobků společnosti EPCOS, s.r.o. – na tzv. PTC Heateru. Jedná se o topné tělísko tvaru disku o průměru od 3 do 24 mm nebo hranolů od nejmenších rozměrů 2,1x2,8x7 mm po největší 28,8x39,2x1,9 mm. Aby tato tělíska mohla být připojena na elektrické napětí a topit, jsou opatřena hliníkovými nebo stříbrnými elektrodami. Tvar a velikost topných tělísek, druh elektrody, topný výkon a ostatní elektrické vlastnosti jsou dány požadavkem zákazníka. Po připojení elektrického napětí na svorky v tepelných elektrických spotřebičích (např. zapnutí vyhřívání sedadel aut) se mění procházející elektrický proud ve vnitřní energii vodičů a energie se předává do okolí ve formě tepla.

Nárůst tepla určuje elektrický odpor součástky, který je dán R/T křivkou PTC. Připojením napětí na elektrody se PTC ohřívá, jeho elektrický odpor rychle dosáhne minimální hodnoty a poté strmě roste. Díky tomu se spotřebovávaný elektrický výkon automaticky přizpůsobuje okolním podmínkám.

Při nízké teplotě okolí a při dobrém chlazení je teplota PTC nízká a tedy je jeho elektrický odpor malý. V tomto případě PTC spotřebovává velký elektrický výkon a topí. V případě vysoké teploty okolí nebo ztrátě chlazení se teplota PTC zvýší a jeho elektrický odpor strmě vzroste. Výsledkem je prudké snížení spotřebovávaného výkonu a PTC přestává topit. Díky tomuto seberegulačnímu efektu je možné PTC provozovat bez dalších požadavků na regulaci a ochranu proti přehřátí. Výhodou je také to, že oproti klasickým odporovým ohřevům u PTC nehrozí rozžhavení a vzplanutí.



Obrázek 12 R/T křivka PTC
(Interní materiály)

Využití součástek z divize PTC je všestranné a v dnešních dnech se s těmito výrobky setkáváme téměř na každém kroku. Velký nárůst v posledních letech zaznamenává využití v automobilovém průmyslu, kam dnes míří téměř 30 % produkce společnosti EPCOS, s.r.o.

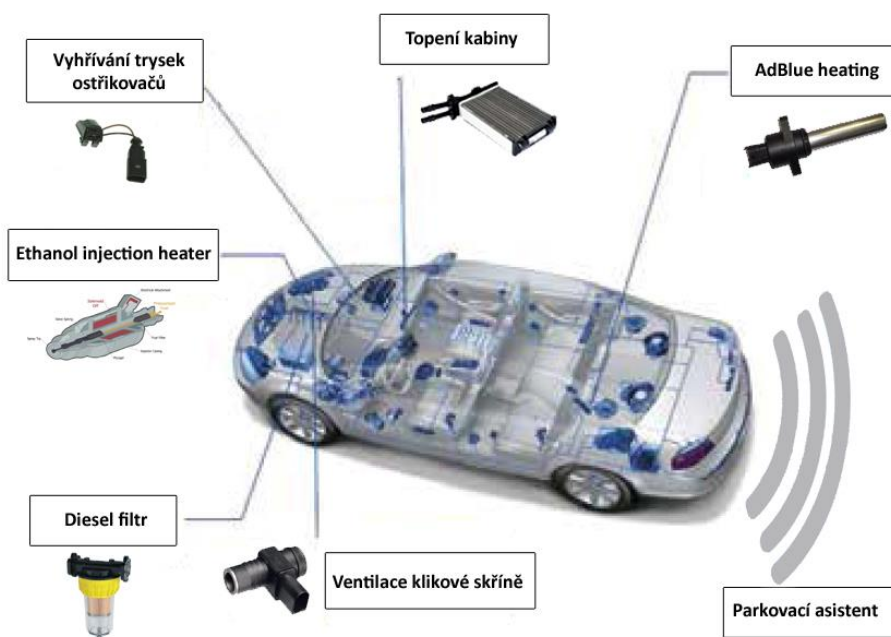
V automobilovém průmyslu slouží PTC například jako topná tělesa v pomocném topení automobilů se spalovacím motorem nebo topná tělesa vzduchového a vodního topení v automobilech s hybridním nebo elektrickým pohonem.

Další využití PTC Heateru v automobilovém průmyslu:

- Vyhřívání trysek ostřikovačů čelního skla
- Vyhřívání v sedadlech, hlavových opěrkách, volantu
- Předehřev nafty před filtrem při nízkých teplotách
- Ohřev ventilace klikové skříně (tzv. blow-by heater)
- Ad-blue heaters

Piezo senzor

Dalším typem výrobků používaným také zejména v automotive je piezo senzor. Ten se používá jako ultrazvukový parkovací senzor pro automobily a funguje na principu piezoelektrického jevu - schopnost deformovat se při působení elektrického napětí. Při tomto působení dochází k posunutí iontů v keramice a tím k její deformaci a vibraci, což vytváří ultrazvukové vlny. Ty se po naražení na překážku vrací zpět do senzoru a na základě zaznamenané časové prodlevy vyhodnotí řídicí jednotka automobilu vzdálenost překážky.



Obrázek 13 Využití produktů divize PTC (Interní materiály)

Door lock (Zámek dveří)

Mimo automobilový průmysl má aplikace PTC využití také ve spotřebním průmyslu. Jako příklad může sloužit automatický zámek praček nebo myček, kdy PTC plní bezpečnostní funkci a svým působením zabraňuje otevření víka stroje, pokud je v chodu. PTC je v kontaktu s bimetalovým páskem a po uzavření dveří a zapnutí pračky dojde k zahřátí PTC a následně bimetalu. Ten se vlivem teploty prohne a způsobí zablokování zámku dveří. Po vypnutí pračky dojde k přerušení elektrického obvodu a PTC začne chladnout. Po vychladnutí PTC bimetal uvolní zámek a pračku lze otevřít.

SMD senzory

Dalšími výraznými reprezentanty divize PTC jsou SMD senzory. Ty se umísťují do blízkosti chráněných částí elektrických obvodů a snímají jejich teplotu. Po zvýšení teploty nad kontrolovanou hranici PTC prudce zvýší odpor a omezí procházející proud. Tato změna odporu je vyhodnocena kontrolním obvodem, který následně provede např. zapnutí chladicího ventilátoru, omezení spotřeby zařízení nebo celkové vypnutí chráněné aplikace. Díky své velikosti 0,5 – 2 mm se využívají zejména v počítačích a mobilních telefonech jako teplotní ochrana plošných spojů, LED svítidel a bateriových bloků.

Ostatní

Výrobky divize PTC mají díky svým jedinečným vlastnostem stále více využití v širokém okolí i v dalších spotřebičích v běžných domácnostech jako např.:

- Termostaty
- Olejové radiátory
- Lepicí pistole
- Teplotní relé
- Kávovary
- Kulmy, fény, ventilátory

6.2 Analýza technologického postupu výroby pozistorů

Pro analýzu výrobního postupu výroby pozistorů a zmapování hodnotového toku byl vybrán výrobek s názvem *Rehtek*, jakožto zástupce, který při své výrobě projde téměř všemi pracovišti divize PTC ve společnosti EPCOS, s.r.o. Tento výrobek se nadále využívá zejména pro výrobu PTC Heaterů.

Celý technologický postup výroby probíhá postupně na dvanácti pracovištích, jejichž sled znázorňuje následující procesní diagram (Obrázek 14).



Obrázek 14 Technologický postup výroby pozistorů (Vlastní zpracování)

6.2.1 Homogenizace směsi

První fází celého procesu je namíchání keramické, práškové směsi (granulátu) o správné konzistenci, obsahu, hrubosti a dalších specifických vlastnostech – tzv. homogenizace. Vlastnosti této práškové směsi jsou přesně dány, dle typu výrobku, na jehož výrobu je směs určena. V současné době společnost EPCOS, s.r.o. využívá pro svou výrobu přes 50 typů vstupního granulátu, ze kterých se míchá několik druhů výrobních směsí. Mimo standardní (výrobní) granulát společnost nakupuje také tzv. vývojový granulát, který se používá pro vývoj a výzkum nových směsí a případně jako potencionální levnější substitut současných granulátů.

Homogenizace začíná vyskladněním potřebných směsí a jejich uložením na balkon, kde se nachází násypník homogenizačního stroje. Pracovník zde jednotlivé směsi umísťuje pod nasávací zařízení stroje, který sám dle předem nastaveného programu nasaje a naváží potřebné množství jednotlivých složek směsi pro daný typ výsledného granulátu. Homogenizační stroj následně všechny složky promíchává přibližně 20 minut a výslednou směs vysype do přichystané nádoby. Ta je následně přepravována k lisovně. Homogenizovaná směs je před lisovnou sypána do zásobníků, které díky automatickému potrubnímu systému zásobují jednotlivé lisy.

6.2.2 Lisování

Proces lisování představuje přeměnu práškové keramické směsi na výlisek pozistoru v již pevném skupenství prostřednictvím stlačení ve speciálních formách pod vysokým tlakem. Tento proces je zajišťován automatickými lisami, které výlisky štosují do sloupců. Operátor následně prokládá každou trojici destičkou z aluminu, aby při následném výpalu nedocházelo k vzájemnému spékání výlisků. Tyto sloupce jsou druhým pracovníkem rovnány na vypalovací keramickou desku, která je rovnoměrně posypána tenkou vrstvou zirkonu, aby nedošlo k připečení výrobků na podložku. Vypalovací pomůcky naplněné výlisky jsou ukládány do vozíků a transportovány k pecím.

6.2.3 Výpal

Surové keramické výlisky jsou následně podrobeny tepelnému procesu, při němž dojde ke spékání (sinteringu) slisované práškové směsi. Tím výrobky získávají požadované termoelektrické vlastnosti. Tento proces probíhá tak, že keramické desky s výrobky jsou vykládány z vozíků z lisovny na průběžný pás a uloženy pracovníkem do keramických

pouzder. V průběžných pecích pak nejdříve dochází k jejich odplynění, kdy se při teplotě cca 300 °C odpařuje pojivo a následně k průjezdu vypalovací pecí, kdy se při velmi vysokých teplotách (cca 1400 °C) výrobky vytvrdí a postupně chladnou na okolní teplotu. Posledním krokem tohoto procesu je jejich vyložení do plechových bedýnek a transport na paletách k dalšímu pracovišti. Tím je lapování.



Obrázek 15 Lisování a následný sintering (Vlastní zpracování)

6.2.4 Lapování

Lapování je proces, při kterém výrobky získávají požadovanou tloušťku a drsnost. Technologicky spadá tento proces do oblasti strojního obrábění a broušení. Na tomto pracovišti se nachází čtyři lapovací stroje rehteků a každý je obsluhován jedním pracovníkem. Výrobky jsou jím naloženy do lapovacích klecí a následně umístěny na spodní lapovací kotouč strojního zařízení. Po zapnutí sjede automatický horní lapovací kotouč dolů a dosedne na lapované výrobky. Samotné lapování probíhá přibližně po dobu 3,5 minuty a dochází k němu otáčením horního lapovacího kotouče a současnou rotací lapovacích klecí s výrobky. Po dokončení tohoto procesu se výrobky přesunou na nachystané síto, které se vloží do mycí linky. Posledním krokem je sušení výrobků v peci po dobu 4 hodin.

6.2.5 Optická kontrola

Dalším krokem je 100% optická kontrola. Zařazení optické kontroly do této fáze má své opodstatnění, neboť následující procesy jsou velice finančně náročné zejména na materiál (metalizační pasty, targety), kterým nelze plýtvat na zmetky, které budou při závěrečné kontrole stejně vyřazeny. Výrobky jsou natřepány do platových lísek a následně

kontrolovaný pracovníci zejména od prasklin, odštěpků a dalších mechanických nedostatků.

6.2.6 Naprašování

Po optické kontrole jsou výrobky transportovány na pracoviště naprašování – tzv. Sputtering. Zde jsou plněny do speciálních lísek, ve kterých projíždí samotným napravovacím zařízením. V tomto zařízení se nachází niklové, stříbrné, chromové nebo hliníkové pláty (targety) do kterých je pouštěno elektrické napětí a za pomoci uvolňovaného argonu se z targetů odštěpují kovové ionty na projíždějící výrobky. Po dokončení tohoto procesu následuje vyložení a transport na další pracoviště.

6.2.7 Metalizace (sítotisk)

Na pracoviště naprašování navazuje metalizace. Díky tomuto procesu získávají výrobky své základní funkční vlastnosti. Dochází zde k nanášení metalizační kovové pasty, díky které mohou být výrobky zapojeny do elektrického obvodu. Detailní analýza pracoviště metalizace následuje v kapitole 6.4.

6.2.8 Výpal po metalizaci

Zde pracovník obsluhující dvě pece převezme výrobky z metalizace a skládá je na automatický dopravník. Ten s nimi projede pecí, kde se metalizační pasta vypálí při teplotě 460-870 °C (dle typu pasty). Teplota a rychlost chladnutí v pecích určuje elektrický odpor výsledného výrobku a proto je důležité, aby byly pece vždy nastaveny správně a na vhodný typ výrobku. Po projetí pecí a zchladnutí jsou výrobky sbírány a ukládány do speciálních plastových prolisů v bedýnkách.



Obrázek 16 Lapování a výpal po metalizaci (Vlastní zpracování)

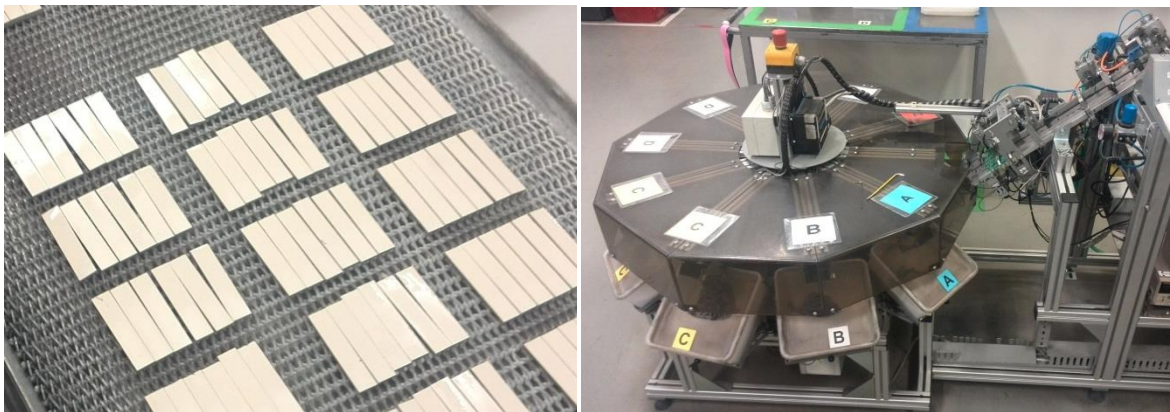
6.2.9 Řezání

Dále následuje řezání rehteků na výsledný tvar požadovaný zákazníkem. To probíhá na třech vodou chlazených strojích, které obsluhují tři pracovníci. Rozřezané kusy skládá automatický robot na kartonové podložky, které se po nahromadění odnášejí do ultrazvukové lázně. Následně jsou výrobky opět sušeny v pecích přibližně 5 hodin. Tímto je samotný výrobní proces rehteků hotový.

Následující procesy již spadají do kategorie nepřidávající přidanou hodnotu zákazníkovi, avšak výroba by bez nich nemohla fungovat. Jedná se totiž zejména o kontrolu.

6.2.10 RK měření

Po rozřezání a vysušení výrobků následuje proces RK měření. Jak již bylo zmíněno, správné fungování celé hotové součástky je dáno především jejím správným elektrickým odporem. Při tomto procesu dochází ke změření odporu každého výrobku a na základě naměřeného výsledku k jejich rozřídění do oddělených krabiček. Měření i třídění probíhá automaticky na stroji (tzv. rezistomatu) dle předem stanovených intervalů rozpětí daných jednotlivými zákazníky. Operátor obsluhující rezistomaty se stará o jejich plnění a také o výměnu plných krabiček s rozříděnými výrobky za prázdné.



Obrázek 17 Řezání a RK měření (Vlastní zpracování)

6.2.11 Optická a výstupní kontrola

Poslední zastávkou každého výrobku ve společnosti EPCOS, s.r.o. je pracoviště optické kontroly. Ta probíhá jak automatickými roboty, tak ručně několika pracovníci. Kontrola je i v této fázi 100%, aby nedošlo k expedici jediného zmetku k zákazníkovi. Po zkontrolování se na tomto pracovišti hotové výrobky ukládají do plastových tub a vakuují se do sáčků. Ty se následně chystají do beden k expedici.

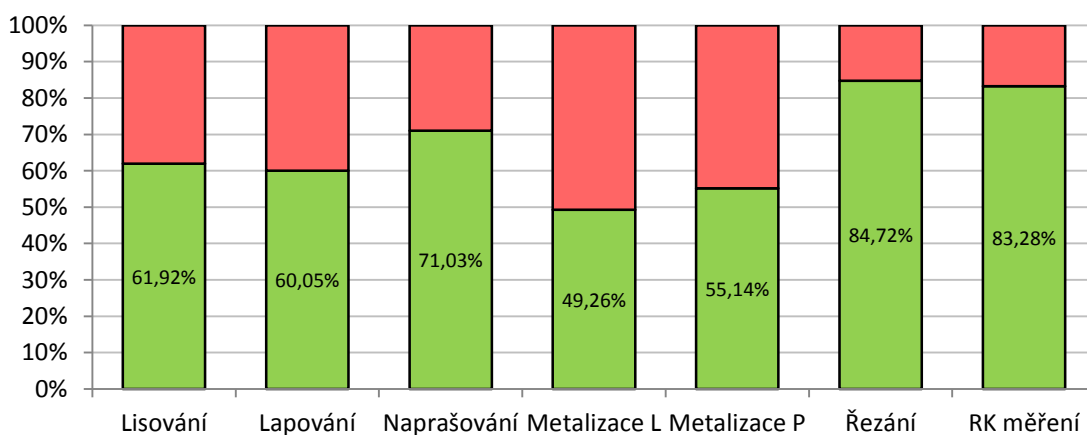
Pracoviště výstupní kontroly následně vybere náhodný vzorek z výrobků určených k expedici a provede opět vlastní měření a kontrolu. Po splnění všech požadavků a uvolnění výrobků dochází k finálnímu balení a následné expedici zákazníkovi. Tím celý technologický postup výroby pozistorů končí.

6.3 Analýza celkové efektivnosti zařízení (CEZ)

Pro výběr vhodného pracoviště k realizaci projektu zefektivnění bylo po dohodě projektového týmu vybráno sledování produktivity jednotlivých pracovišť na základě míry využití strojního zařízení (Ukazatel CEZ/OEE). Analýza byla provedena ve tříměsíčním období na přelomu roku 2014 a 2015 a tento dlouhodobý interval byl zvolen zejména za účelem velké vypovídací hodnoty záznamů. Tyto záznamy pochází z interního systému společnosti, který rozlišuje pouze to, zda stroj pracuje, či ne. Nebylo tedy možné vykalkulovat celkový ukazatel CEZ, a tak zobrazené hodnoty odpovídají parametru *míry dostupnosti* stroje. Vzhledem k tomu, že však probíhá 100% kontrola výrobků již v průběhu technologického procesu a nesmí projít ani jeden vadný kus dále do výroby, lze považovat tato data za velmi reálná i bez přepočtu na celkový ukazatel OEE, jelikož *míra kvality* by se pohybovala v intervalu 0,98-1. *Míru výkonu* v takto dlouhém období také nelze přesně vyčíslit, avšak vzhledem k tomu, že se plány v průměru plní na 105 %, tento ukazatel by níže znázorněné hodnoty také nikterak výrazně nezkresloval.

V této analýze nebyly zahrnuty pracoviště výpalů, jelikož jejich provoz je nepřetržitý a není tak možné zaznamenávat jejich přesné vytížení. Stejně tak se v analýze nepromítla činnost pracoviště kontrol, a to vzhledem k manuální kontrole prováděné pracovníky.

Následující graf (Graf 2) znázorňuje využití strojních zařízení jednotlivých pracovišť.



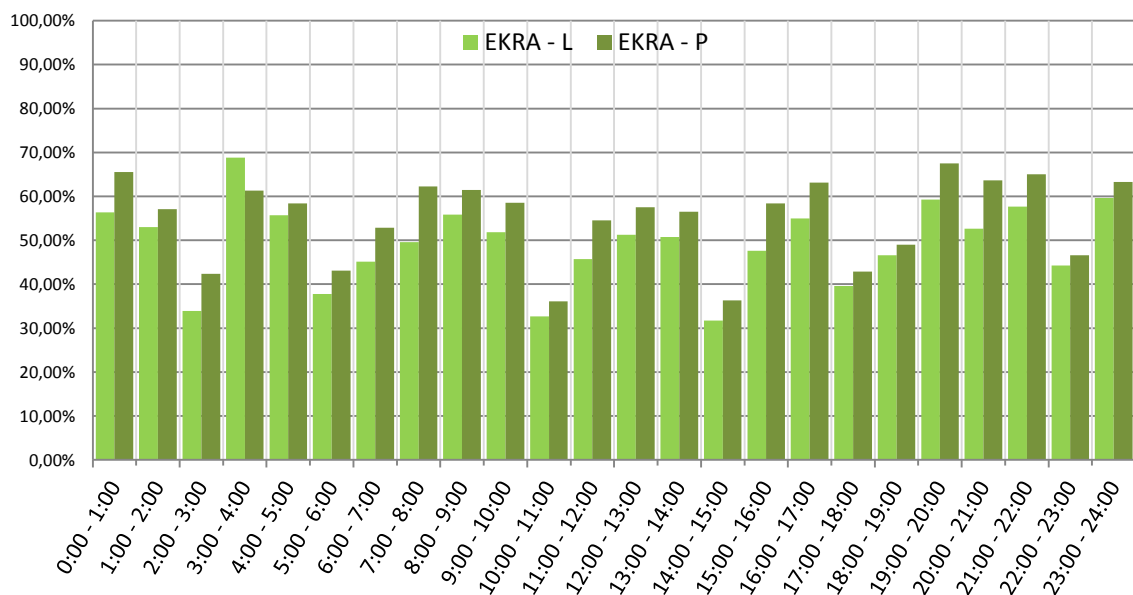
Graf 2 Využití strojního zařízení jednotlivých pracovišť (Vlastní zpracování)

Červená oblast grafu znázorňuje procentuální podíl času, kdy stroje nepracují. V tomto čase jsou zahrnuty poruchy, seřizování, nečinnost z důvodu přestávek, přestavby, zpomalení taktu stroje, náběhy výroby a veškeré další prostoje způsobující nečinnost strojů.

6.3.1 Výběr pracoviště k zefektivnění

Z grafu (Graf 2) vyplývá, že nejslabšími a nejméně vytíženými články celého procesu jsou stroje na pracovišti metalizace. Na tomto pracovišti se nachází dvě linky EKRA a označení L a P značí levou a pravou stranu pracoviště, kde jsou tyto dvě linky umístěny. Využití těchto strojů v porovnání s ostatními jako jediné nepřesahuje 60 %, levá strana metalizace je dokonce pod úrovní 50 %.

Na základě zjištěných výsledků bylo dále analyzováno pracoviště metalizace a využití jednotlivých strojů v průběhu hodinových intervalů každého dne ve sledovaném období.



Graf 3 Vytížení strojního zařízení EKRA-L a EKRA-P v průběhu hodinových intervalů

V grafu (Graf 3) je možno vidět, že na metalizačních strojích EKRA dochází k velkému kolísání vytížení zařízení a to v poměrně pravidelných intervalech. Pokles mezi 5:00 - 6:00 a 17:00 - 18:00 hodinou lze přisuzovat střídání směn. Ostatní poklesy jsou zapříčiněny pravidelnými přestávkami a také velice častými přestavbami, které jsou poměrně časově náročné, a tak snižují vytížení strojů na danou úroveň. Po vyhodnocení analýzy celkové efektivnosti zařízení se projektový tým rozhodl, že předmětem diplomového projektu

zefektivnění výrobního procesu bude právě pracoviště metalizace se zaměřením na zrychlení jednotlivých přestaveb – aplikace metody SMED.

6.4 Analýza současného stavu pracoviště metalizace



Obrázek 18 Linka EKRA-P (Vlastní zpracování)

Jak již zmiňuje kapitola 6.2.7 Metalizace (sítotisk), toto pracoviště slouží k potisku výrobků metalizační pastou. Pro potisk se využívá pasta ze stříbra nebo hliníku, kdy každá má své ojedinělé vlastnosti. Je dána typem vyráběného výrobku a její vrstva je od 4 do 15 μm . Potisk na výrobky může být celoplošný (CP), kdy pasta pokrývá celou plochu výrobku, nebo s elektrodou (EL), kdy je potisk pouze ve středu výrobku a má tzv. volný okraj. Probíhá zde potisk tří základních typů výrobků: *Rehteky* (hranaté, CP), *Heater disky* (kulaté o malém průměru, CP i EL) a *Motorstarty* (kulaté o velkém průměru, CP i EL).

Při metalizaci je nutné sledovat zejména tyto stěžejní parametry, určující kvalitu výrobků:

- Viskozita pasty
- Tloušťka vrstvy
- Volný okraj
- Přetečení pasty

6.4.1 Popis pracoviště a jeho obsluhy

Pracoviště sítotisku je rozděleno na dvě identické, zrcadlově otočené linky – EKRA-L a EKRA-P, které jsou obsluhovány celkem třemi pracovníky. Ti jsou v současné době rozmístěni na pracovišti tak, že levou stranu obsluhuje jeden seřizovač, který zároveň zastává i funkci operátora a pravou stranu obsluhují dva pracovníci – seřizovač a operátor. Je to zejména z toho důvodu, že hranaté *rehtky*, které jsou časově náročnější na nakládku i vykládku než kulaté typy, se metalizují pouze na pravé straně.

Úkolem seřizovače je plnění lísek výrobky a jejich nakládání do automatického výtahu, kontrolování chodu stroje, přestavba stroje, přenastavování stroje a řešení případných abnormalit v průběhu směny. Operátor se stará o vykládku výrobků z lísek a jejich ukládání do pojízdného vozíku. V případě linky EKRA-L všechny tyto funkce zastává seřizovač.

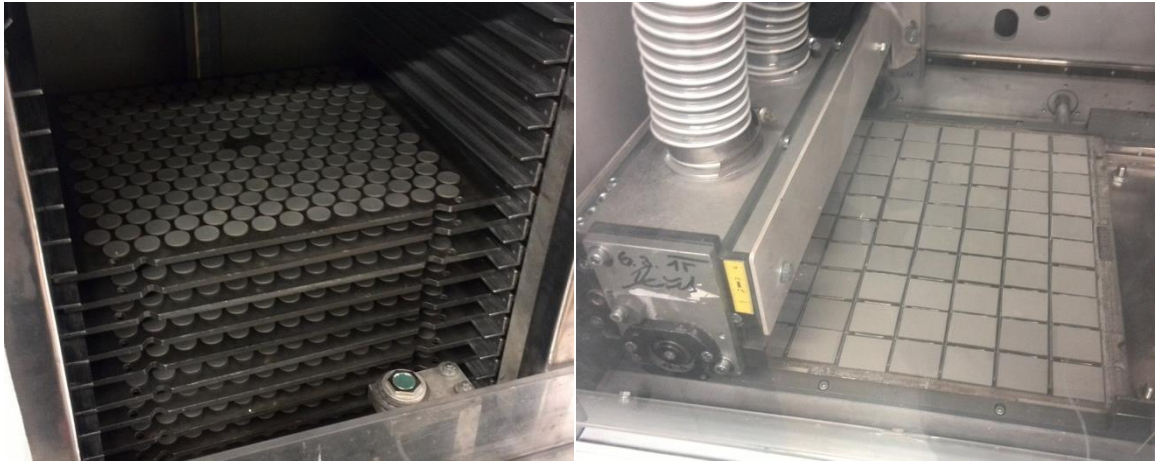
6.4.2 Strojní vybavení pracoviště

Linka EKRA se skládá z následujících strojů:

1. Automatický výtah
2. Rotační kartáč
3. Sítotisk Ekra X6
4. Sušicí dráha
5. Překlápěcí stanice

Automatický výtah a rotační kartáč

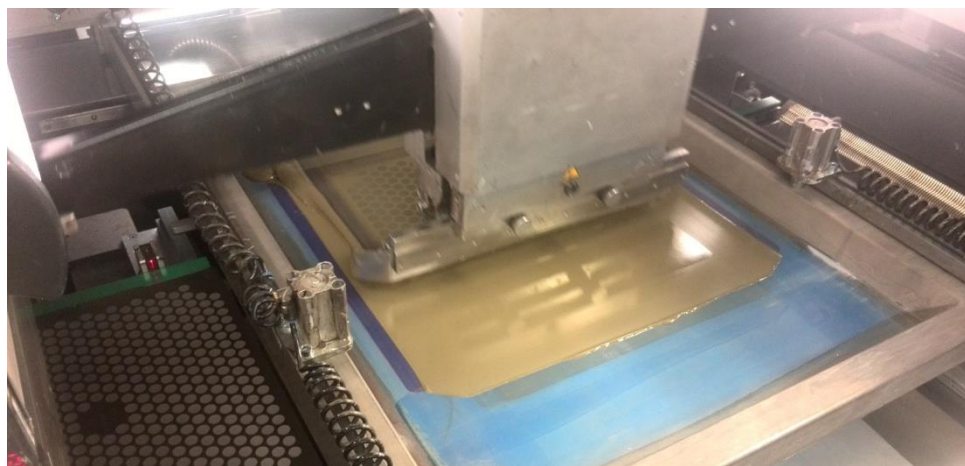
Celý proces metalizace podstupují výrobky v kovových lískách. Nakládka do lísek probíhá pomocí nakladače, nebo ručně. Lísky jsou následně vkládány do automatického výtahu, který je svým posuvem dolů dopraví na automatický dopravník. Povinností obsluhujícího pracovníka je, aby byl výtah neustále naplněn, aby nedocházelo k zastavení stroje a čekání na lísku. Následuje rotační kartáč, který očistí výrobky v lísce od prachu a nečistot, jež jsou následně odsány příslušnou vzduchotechnikou.



Obrázek 19 Automatický výtah a rotační kartáč (Vlastní zpracování)

Sítotisk Ekra X6

Další částí procesu je samotná metalizace. Ta probíhá na strojích Ekra X6 a jak již název procesu napovídá, princip potisku probíhá za pomoci speciálních sít, která mají stanovenou propustnost pasty. Ta je nanášena a rozetřena pomocí natahovací stěrky na horní straně síta. Líška s výrobky najede zespodu k sítu a pomocí druhé – potiskovací stěrky na horní straně je pasta přes síto tištěna na výrobky. Při celoplošném potisku je ze spodní strany síta ještě spodní stěrka, která setře ze síta přetečenou pastu.



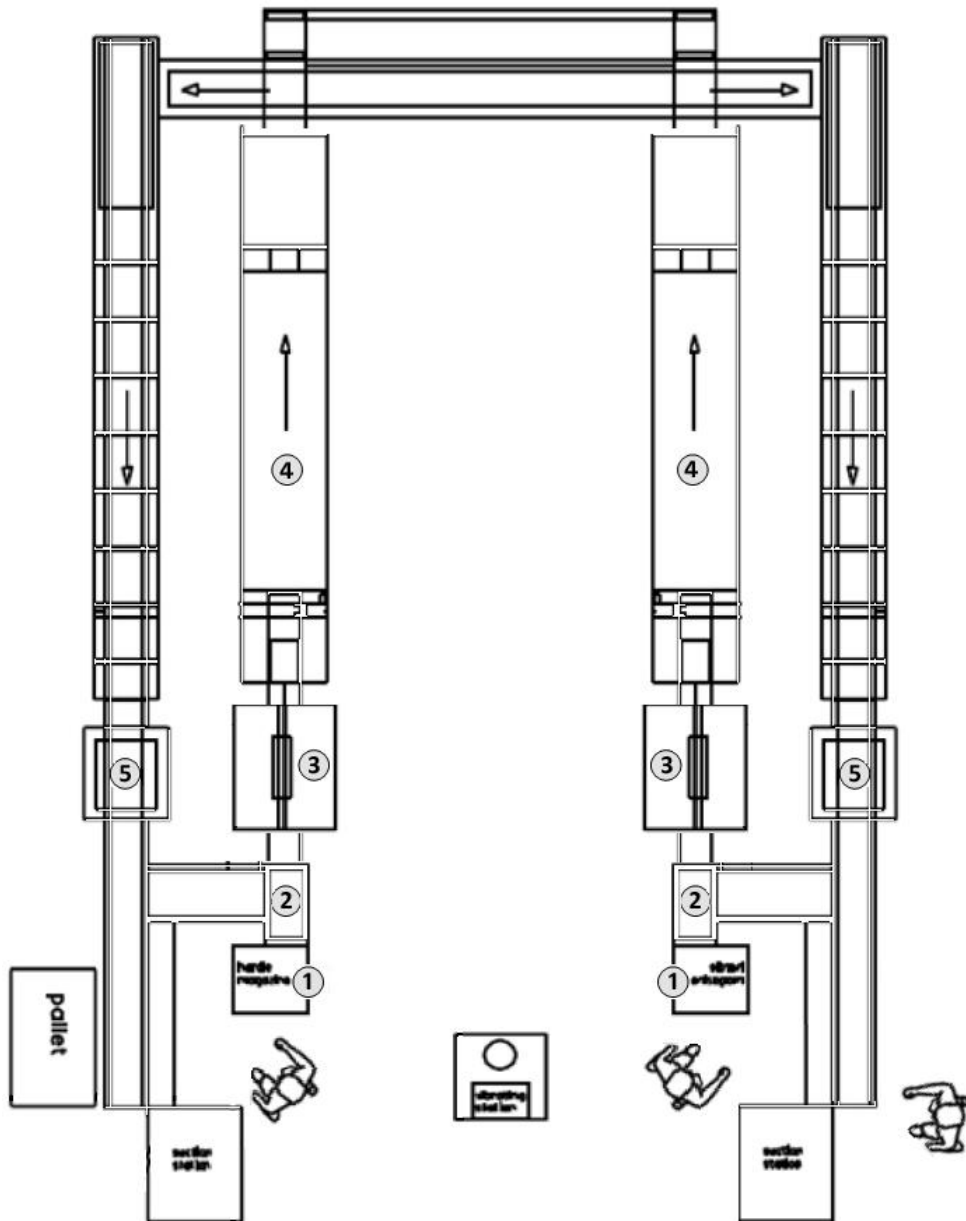
Obrázek 20 Průběh potisku metalizační pastou (Vlastní zpracování)

Sušící dráha a překlápěcí stanice

Lísky pokračují do sušky, kde se nanášená pasta na výrobcích vysuší při cca 300 °C a poté chladnou na chladícím dopravníku.

Jelikož je potřeba výrobky metalizovat z obou stran, nyní se musí obrátit. K tomu slouží překlápěcí stanice, ve které je umístěna prázdná líška. Stanice do ní překlápí metalizované

výrobky a celý proces se opakuje i z druhé strany. Po skončení procesu metalizace jsou výrobky vysypány operátorem na plechy a odvezeny ve vozících na další pracoviště výpalu.



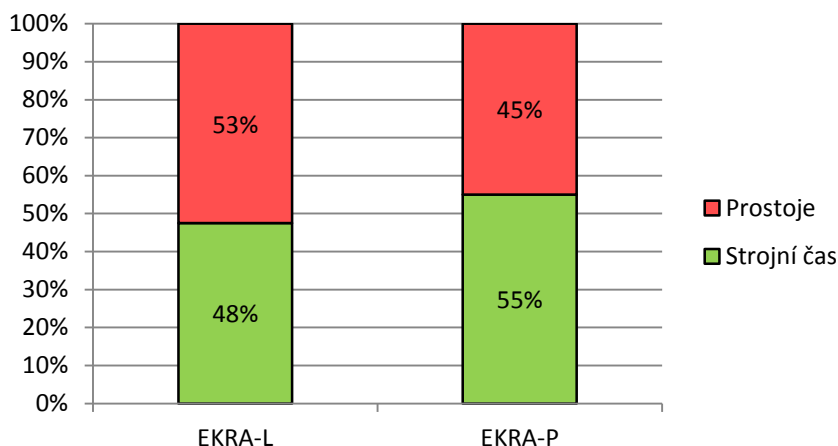
Obrázek 21 Layout pracoviště metalizace (Interní materiály)

6.4.3 Snímek pracovního dne stroje

Nástrojem pro analýzu současného stavu pracoviště byl zvolen snímek pracovního dne, zaměřující se na obě linky EKRA. Cílem snímku pracovního dne je zejména vyjádření času, kdy je stroj v průběhu směny v provozu, kdy stojí a případně proč. Snímek byl

pořízen v průběhu třech po sobě jdoucích ranních směn v čase 8:00 – 16:00 a v jejich průběhu se nevyskytovaly žádné abnormality, jež by mohly snímek zkreslit.

V průběhu směn byla nejprve sledována celková efektivnost zařízení, jejíž výsledky se shodují s dlouhodobým ukazatelem CEZ znázorněným v kapitole 6.3 a pohybují se pouze okolo 50 %. Následující graf (Graf 4) znázorňuje efektivnost zařízení v průměru za tři sledované směny.



Graf 4 Snímek pracovního dne linek Ekra (Vlastní zpracování)

V čase prostojů bylo v průběhu snímků zaznamenáváno, z jakého důvodu stroje stojí a bylo identifikováno těchto 9 základních důvodů prostojů:

1. Přestavba stroje

Prvním důvodem prostoje je přestavba stroje. Přestavba udává čas, kdy je stroj zastaven od vyjetí poslední lísky ze staré zakázky do prvního potisku lísky z nové zakázky. Přestavba je detailně popsána v následující kapitole 6.5

2. Přidávání a roztírání pasty na síto

Tímto prostojem je myšleno krátkodobé zastavení stroje za účelem přidání další pasty na síto a její rovnoměrné rozetření.

3. Zastavení světelnou závorou

Zastavení stroje světelnou závorou značí situaci, kdy byl stroj automaticky zastaven z důvodu špatně zapadlého výrobku v lísce. Správné zapadnutí hlídá právě světelná závora. V této kategorii je také zahrnuto drobné seřizování stroje, ke kterému docházelo před opětovným spuštěním stroje. V průběhu snímkování se jednalo zejména o korekci přítlaku stěrky nebo chybné posunutí lísky automatem s důsledkem jejího následného zaseknutí.

4. Lidský faktor

Kategorie lidský faktor zahrnuje stání stroje z důvodu nepřítomnosti pracovníka na pracovišti nebo pozastavení stroje v důsledku nedostatku naskládaných lísek v automatickém výtahu. K tomu nejčastěji docházelo tehdy, když se pracovník plně nevěnoval svým povinnostem a následně nestíhal.

5. Porada s mistrem

Do tohoto typu prostoje spadá jakékoliv přerušení výroby z důvodu odchodu za mistrem nebo rozhovoru s ním, při kterém byl stroj zastaven.

6. Kontrolní potisk papíru

V průběhu výroby jsou seřizovači povinni provádět kontrolní potisk papíru vzhledem k tomu, že se může na síto nalepit nečistota nebo prach z lísek, čímž by vznikaly zmetky. Kvůli tomuto potisku vznikal další typ prostoje, který zahrnuje vypnutí stroje, jeho otevření, kontrolní potisk papíru a případné čištění špinavého síta a opakování kontrolního potisku.

7. Administrativa

Mezi administrativu byly zařazeny veškeré nestandardní situace, kdy došlo k zastavení stroje z toho důvodu, že operátor vyplňoval dokumentaci, kterou běžně vyplňuje za chodu stroje.

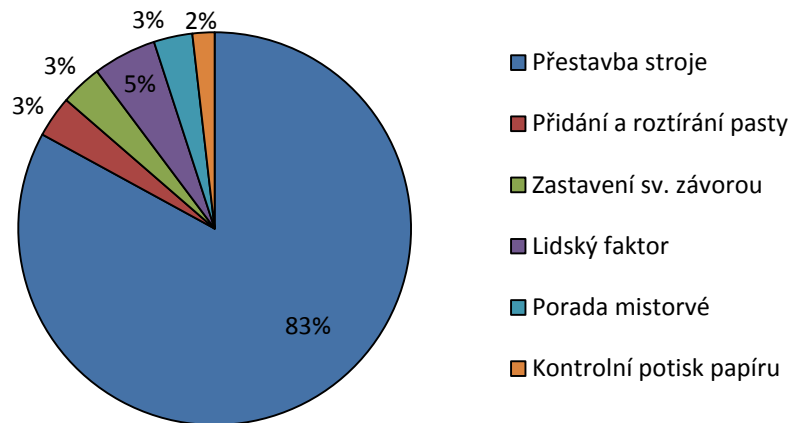
8. Oprava

Při třídním sledování došlo také k opravě překlápěcí stanice, ve které se zasekla otáčecí líska a vysypala výrobky. Tento typ prostoje je zachycen v této kategorii.

9. Přestávka

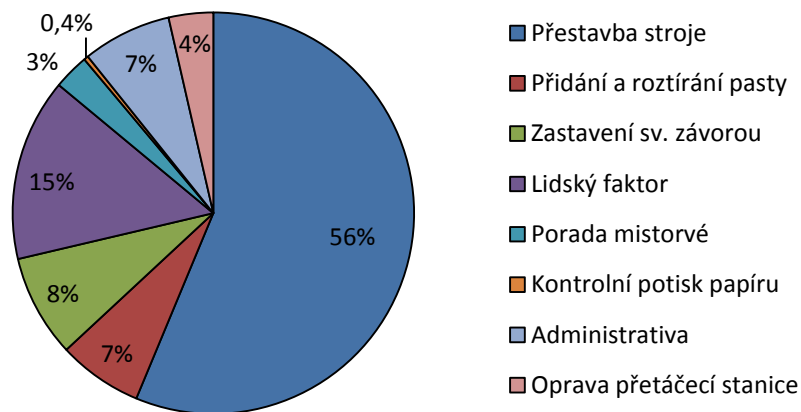
Posledním typem prostoje je čas, kdy obsluha strojů odešla na přestávku. Tento čas však v analýze prostojů není brán v potaz, jelikož se s časem přestávky nekalkuluje ani při počítání produktivity.

Následující graf (Graf 5) znázorňuje podíl jednotlivých prostojů na celkovém čase nečinnosti strojního zařízení na lince EKRA-L. Celkový čas prostojů za tři směny byl 7 hodin a 20 minut, z čehož až 83 % (6 hodin a 5 minut) bylo způsobeno přestavbami stroje. Těch proběhlo ve sledovaném čase celkem 7.



Graf 5 Analýza prostojů linky EKRA-L (Vlastní zpracování)

Graf analýzy prostojů z druhé linky EKRA-P (Graf 6) znázorňuje celkovou dobu prostojů 4 hodiny a 39 minut a podíl jednotlivých složek na tomto celkovém čase. Z tohoto času bylo věnováno přestavbám celkem 2 hodiny a 37 minut, tedy 56 % času. Na pravé straně proběhly ve sledované době pouze 3 přestavby, kterých bývá většinou podstatně více. Oproti první lince zde však docházelo častěji k drobným úpravám stroje a světelné závorou. Také zde měl na prostoje větší vliv lidský faktor, a to z důvodu, že zde byl nezkušený operátor, který často nestíhal.

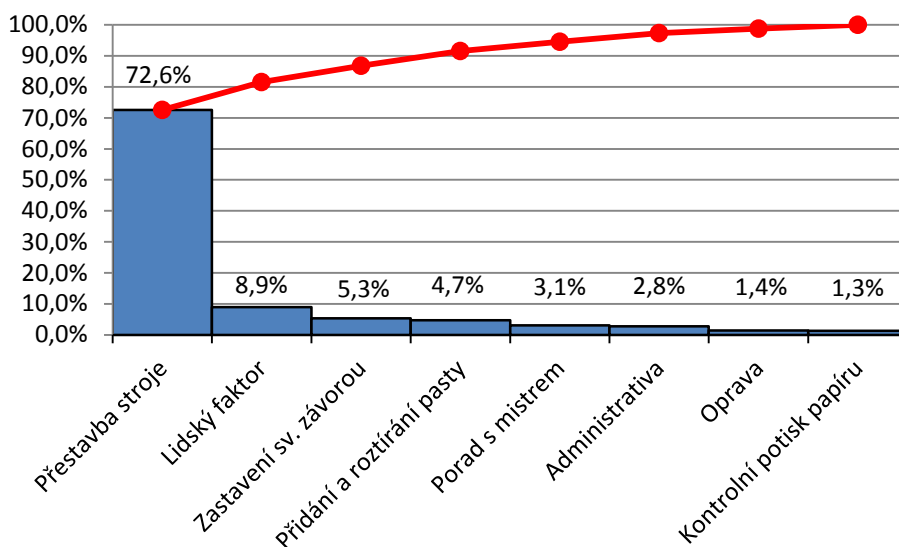


Graf 6 Analýza prostojů linky EKRA-P (Vlastní zpracování)

6.4.4 Paretova analýza

Pro následné potvrzení významnosti, zda se nadále zabývat přestavbami na linkách Ekra, byla provedena Paretova analýza, která tvrdí, že 80 % důsledků vychází z 20 % příčin. Do této analýzy jsou použity průměry časů jednotlivých prostojů z předchozí kapitoly

vzhledem k tomu, že je pracoviště metalizace o dvou linkách EKRA nadále řešeno jako jeden celek a jednotlivé typy přestaveb jsou aplikovatelné na obě linky.



Graf 7 Paretův diagram prostoje linek Ekra (Vlastní zpracování)

Touto analýzou bylo potvrzeno, že vzhledem k poměru časů přestaveb stroje k celkovému času prostoje, časové náročnosti a velkému počtu přestaveb je nutné se touto problematikou nadále v diplomové práci zabývat.

6.5 Přestavba linky EKRA

V následující části diplomové práce se autor zabývá přestavbami na pracovišti metalizace ve společnosti EPCOS, s.r.o. V úvodu kapitoly jsou přestavby rozčleněny na jednotlivé typy dle jejich náročnosti, následuje popis současného postupu přestaveb a v závěru jsou rozebrána jednotlivá měření prováděných přestaveb. Na základě těchto měření budou navržena vhodná opatření pro eliminaci plýtvání při přestavbách a posléze bude vypracován projekt na zefektivnění jednotlivých typů přestaveb a jejich standardizaci.

Jak bylo zjištěno z výše uvedených analýz, přestavby na tomto pracovišti zabírají průměrně více než 72 % celkového času směny. Dle výrobních plánů bylo také zjištěno, že přestavby se na tomto pracovišti provádí velice často. Četnost přestaveb v dosavadních týdnech roku 2015 je patrná z Tabulky 5.

Z tabulky vyplývá, že průměrný počet přestaveb je **75** týdně. Také toto obrovské číslo přidává na důležitosti zabývat se přestavbami na tomto pracovišti. Případné dosažení úspory by se tak projevilo při každé ze 75 přestaveb týdně.

Tabulka 5 Počet přestaveb v roce 2015 (Interní materiály)

	2. týden	3. týden	4. týden	5. týden	6. týden	7. týden	8. týden	9. týden	10. týden	11. týden	12. týden	13. týden	Ø
Počet přestaveb	75	76	69	65	74	76	69	81	82	72	76	80	75

6.5.1 Typy přestaveb

Na základě pozorování a rozhovorů se specialistou pracoviště metalizace byly přestavby posuzovány dle těchto kritérií:

1. Přenastavení stroje
2. Výměna síta
3. Výměna pasty
4. Přejít na celoplošný tisk
5. Přejít na tisk elektrody

Poté byly dle těchto kritérií rozčleněny přestavby do pěti základních typů. Tyto typy a jejich náročnost zobrazuje následující tabulka (Tabulka 6).

Tabulka 6 Rozdělení typů přestaveb (Vlastní zpracování)

	Přenastavení stroje	Výměna síta	Výměna pasty	Přejít na CP	Přejít na EL
Malá přestavba	X			X	X
Střední přestavba – CP	X	X		X	
Střední přestavba – EL	X	X			X
Velká přestavba – CP	X	X	X	X	
Velká přestavba – EL	X	X	X		X

V praxi nastává v drtivé většině případů jedna z těchto variant. Jedinou výjimkou je případ, kdy by v nové zakázce byl absolutně stejný typ výrobků jako v předchozí a pracovník by veškeré nastavení stroje nechal stejné a provedl by pouze kontrolní měření. Tato situace se však nedá nazvat přestavbou, a proto není v této práci řešena.

Za zmínku stojí také malá přestavba, při které se nemění ani síto, ani pasta a stroj se pouze přenastaví. K této přestavbě dochází také poměrně zřídka, a to v případech, kdy se mění

pouze výška výrobků, zatímco průměr i typ potisku zůstává stejný (CP=>CP nebo EL=>EL). Ostatní činnosti v rámci jednotlivých přestaveb jsou zřejmé z Tabulky 6.

6.5.2 Popis současného stavu přestavby

Při počátečním seznamování se s pracovištěm bylo zjištěno, že přestavby dosud nemají jakýkoliv pevně daný standardizovaný postup a každý seřizovač je provádí s jiným pořadím i časem jednotlivých činností. Přestavba pro pracovníka trvá od okamžiku vyjetí poslední lísky z předchozí zakázky do prvního potisku lísky ze zakázky nové.

Samotný proces přestavby lze rozdělit do těchto základních kroků:

1. Úklidové a přípravné práce
2. Měření před potiskem
3. Výměna síta, stěrek, pasty
4. Přenastavení stroje
5. Testování
6. Měření po potisku

Aby následující popis obsáhl veškeré činnosti, které při přestavbě mohou nastat, je zde popsána nejnáročnější přestavba (Velká přestavba – EL) a charakterizuje postup přestavby na lince EKRA-L, která je nyní obsluhována pouze jedním pracovníkem – seřizovačem.

Úklidové a přípravné práce

Po vyjetí posledních lísek ze stroje pracovník nejdříve spočítá hotové kusy ve vozíku, zapíše je a vozík odveze na pracoviště výpalu po metalizaci. Vyplněnou dokumentaci odnese mistrovi, aby mohlo dojít k co nejrychlejšímu odepsání materiálu. Dále pracovník uklidí z pracovního stolu staré lísky, nastuduje novou loskartu (udává typ, velikost a parametry nové zakázky) a na základě ní nachystá nové lísky. V poslední fázi z palety se vstupním materiálem nachystá na stůl polystyreny s novými výrobky.

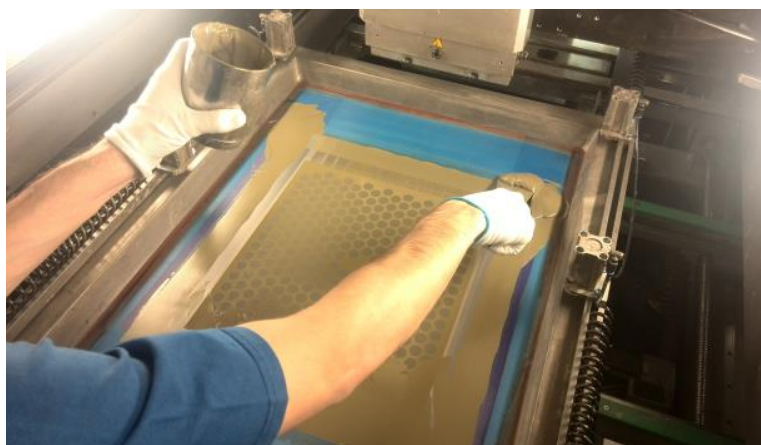
Měření před potiskem

Následuje naplnění prvních tří lísek, ze kterých je jedna testovací. Testovací líska se označí a pracovník se s ní přesouvá na měřicí stanoviště, kde měří váhu vybraných kusů na lísce. V této fázi se měří váha proto, aby po zopakování měření stejných kusů po potisku mohla být na základě rozdílu hodnot zjištěna váha a tedy tloušťka vrstvy potištěné pasty.

Výměna síta, stěrky, pasty

Po změření testovací lísky ji pracovník vloží do automatického výtahu a začne se věnovat samotné přestavbě stroje. Ta se skládá z výměny síta, stěrky a případně pasty. Po otevření víka stroje seřizovač nejprve vyjme natahovací stěrku a pomocí špachtle z ní setře pastu do kelímku. To stejné provede se stěrkou potiskovací, případně i spodní. Následně setře přebytečnou pastu i ze síta, demontuje jej a společně se stěrkami jej odnese umýt do acetonárny.

Po návratu uloží umyté síto do příslušného regálu a najde nové síto, na kterém změří napětí a upne jej do stroje. Na konec namontuje zpět očištěné stěrky. Při přestavbě, kdy není třeba výměna pasty, někteří seřizovači stěrky nechávali na svém místě a pouze setřeli stékající pastu.



Obrázek 22 Setření pasty ze síta (Vlastní zpracování)

Přenastavení stroje

Přenastavení stroje začíná změnou programu stroje na nový typ výrobku a následné nastavení přítlaku stěrky na síto pomocí mikrošroubu. Přítlak stěrky je daný dle loskarty nové zakázky, přesto však závisí na zkušenostech seřizovače, jelikož musí stěrku nastavovat vždy dle svého citu a správného úsudku. Při přestavbě totiž může odhalit např. lehké opotřebení stěrky, kterému musí přítlak uzpůsobit. Další činností je nastavení polohovacích značek lísky a síta. To provádí seřizovač nejdříve pomocí ovládacího panelu a následně ručně. Toto nastavení slouží k přesnému upnutí síta tak, aby najíždějící lísky byly umístěny pod sítem v požadované poloze a aby byl potisk na výrobcích vycentrovaný. Při přechodu z pasty na jinou pastu musí seřizovač také přenastavit teploty na sušící dráze. Na závěr této fáze nanese a rozetře seřizovač po síti novou pastu.

Testování

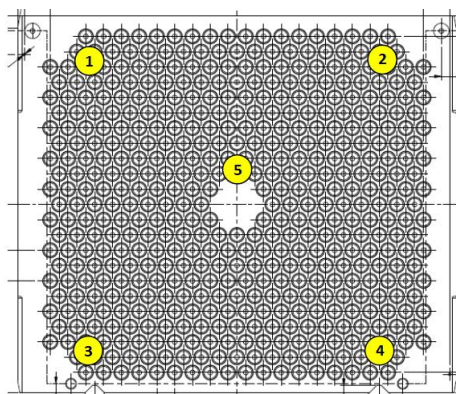
Následuje testování formou kontrolního potisku. Jako první proběhne potisk papíru a poté prvních dvou lísek. Při odhalení vady seřizovač případně znovu přenastaví přítlak stěrky, a pokud je následně vše po vizuální kontrole v pořádku, potiskne i testovací lísku. Po potisku má seřizovač zhruba 7 minut, ve kterých čeká na vysušení a projetí testovací lísky. V tomto čase většinou postává, vyplňuje potřebné dokumenty, případně vymění lísku v překlápěcí stanici.



Obrázek 23 Nastavení přítlaku stěrky a potisk papíru (Vlastní zpracování)

Měření po potisku

Poslední fází přestavby je měření po potisku. Po potisku se měří opět váha a tentokrát také přetečení pasty (u celoplošného potisku), nebo volný okraj a elektroda (u potisku elektrody). Vzhledem k tomu, že jednotlivé testové kusy jsou z lísky brány dle následujícího obrázku (Obrázek 24), je seřizovač na základě výsledků měření schopen vyhodnotit, která strana stěrky je špatně seřízena. Pokud by se některý měřený parametr nevešel do stanovených intervalů, seřizovač musí stroj přenastavit a opakovat měření.



Obrázek 24 Měření (Interní materiály)

Po úspěšném kontrolním měření se seřizovač vrací na pracoviště a může spustit výrobu nové zakázky. Tím pro něj přestavba končí.

6.6 Analýza současných jízdnicích řádů

V této kapitole jsou znázorněny průběhy jednotlivých přestaveb v současné době. Na základě rozlišení, zda seřizovač činnost prováděl před zastavením stroje, nebo po jeho zastavení, je v tabulce vyznačeno, zda se jedná o interní či externí činnost. Průběh každé z přestaveb byl zaznamenáván 2-3 krát a pro následující analýzu byla vybrána vždy ta s nejdelším časem, aby byly odhaleny veškeré možné typy plýtvání při přestavbách. Zeleně jsou vyznačeny externí činnosti, žlutě interní činnosti a červeně činnosti, které by měly být jednoznačně v průběhu přestaveb eliminovány.

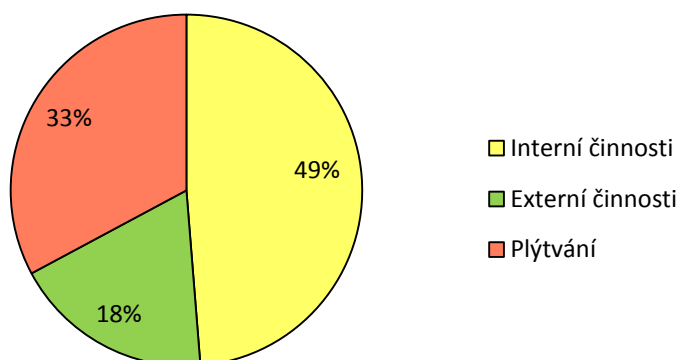
6.6.1 Malá přestavba

Tabulka 7 Analýza současného jízdnicích řádu malé přestavby (Vlastní zpracování)

Číslo operace	Činnost	Doba trvání (min)	Typ činnosti
1	Dovezení nového materiálu	0,60	EXT
2	Příprava nových lísek	1,96	EXT
3	Odnesení polystyrenů	2,38	EXT
4	Vypsání dokumentace ke staré zakázce a nachystání lísek s výrobky na stůl	2,62	EXT
5	Chůze, obcházení stroje, vypnutí posuvu lísek	6,96	EXT
6	Chystání 3 nových lísek do stroje (vč. testovací)	2,30	EXT
7	Postávání, obcházení stroje	1,22	EXT
8	Vypsání dokumentace k nové zakázce	2,17	INT
9	Rozhovor s kolegou	0,71	INT
10	Čekání na váhu, chůze, rozhovor	2,58	INT
11	Kontrolní měření váhy testovacích kusů	4,75	INT
12	Čištění spodní stěrky a sbírání přetečené pasty	1,58	INT
13	Nájezd první lísky	1,82	INT
14	Potisk testovacího papíru	0,30	INT
15	Nastavení přítlaku potiskovací stěrky	0,23	INT
16	Potisk první lísky a optická kontrola potisku	1,00	INT
17	Přeseřízení stroje	0,26	INT
18	Potisk testovací lísky a optická kontrola potisku	2,42	INT
19	Chystání nových lísek do stroje - čekání na vyjetí testovací lísky	5,88	INT
20	Chůze, čekání na váhu	6,08	INT

21	Kontrolní měření váhy testovacích kusů	3,40	INT
22	Kontrolní měření přetečení testovacích kusů	1,94	INT
23	Zapnutí stroje	0,30	INT
	Celkový čas	53,46	

Následující graf (Graf 8) znázorňuje podíl jednotlivých typů činností na celkovém času přestavby. Přestože se jedná o nejjednodušší typ přestavby, kdy seřizovač pouze přenastaví stroj a nemění ani síto ani pastu, celková doba všech činností je přibližně 53,5 minuty, z čehož doba zastavení stroje je přibližně 35 minut. Graf také ukazuje, že až 33 % z celkového času tvoří činnosti, které by měly být eliminovány, kdy největší podíl na plýtvání má čekání na váhu.



Graf 8 Rozdělení činností - Malá přestavba (Vlastní zpracování)

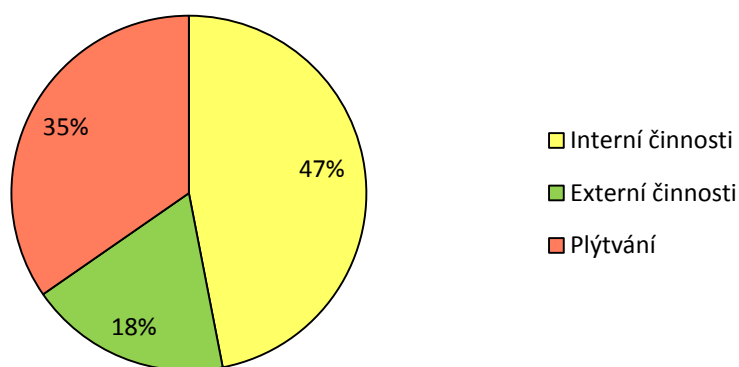
6.6.2 Střední přestavba – CP

Tabulka 8 Analýza současného jízdního řádu střední přestavby - CP (Vlastní zpracování)

Číslo operace	Činnost	Doba trvání (min)	Typ činnosti
1	Úklid starých lísek	0,42	EXT
2	Příprava nových lísek	0,26	EXT
3	Nachystání výrobků na stůl	0,40	EXT
4	Nachystání prvních 3 lísek (vč. testovací)	1,46	EXT
5	Kontrolní měření váhy testovacích kusů	4,00	EXT
6	Odvoz plného vozíku hotových výrobků a příjezd s prázdným	0,82	EXT
7	Odvoz polystyrenů a dovezení prázdné krabice	2,30	EXT
8	Vypnutí stroje	0,82	INT
9	Změna programu	0,40	INT
10	Montáž spodní stěrky	0,92	INT

11	Demontáž a čištění natahovací stěrky	1,30	INT
12	Demontáž a čištění potiskovací stěrky	1,70	INT
13	Odchod umýt si ruce	0,76	INT
14	Demontáž síta a setření pasty do kelímku	0,88	INT
15	Optická kontrola (nachystaného) síta a jeho očištění acetonem	0,54	INT
16	Montáž síta	0,20	INT
17	Montáž potiskovací stěrky	0,19	INT
18	Montáž natahovací stěrky	0,17	INT
19	Nastavení přítlaku potiskovací stěrky	2,38	INT
20	Nanesení pasty na nové síto	0,28	INT
21	Potisk a kontrola testového papíru	1,52	INT
22	Potisk prvních 3 lísek - třetí líska testovací + kontrola	2,29	INT
23	Čekání na vyjetí testovací lísky - odnesení a mytí starého síta	4,31	INT
24	Uložení starého síta do regálu	0,56	INT
25	Výměna otáčecí lísky	0,60	INT
26	Čekání na váhu	17,43	INT
27	Kontrolní měření váhy testovacích kusů	3,72	INT
28	Kontrolní měření přetečení testovacích kusů	1,60	INT
29	Zapnutí stroje	0,26	INT
	Celkový čas	52,49	

Celkový čas měřené střední přestavby na celoplošný tisk byl 52,5 minuty. Z toho byl stroj 43 minut vypnutý. Alarmující je však zejména položka 26, kdy v průběhu přestavby seřizovač čekal více než 17 minut na uvolnění měřícího stanoviště, které bylo obsazené jiným pracovníkem. V grafu (Graf 9) je znázorněn podíl jednotlivých činností na celkovém času přestavby.



Graf 9 Rozdělení činností - Střední přestavba - CP (Vlastní zpracování)

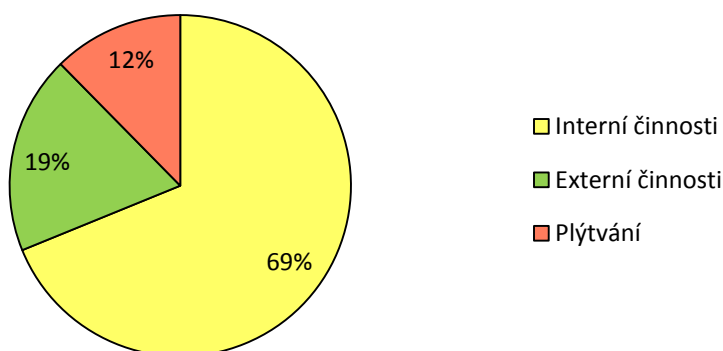
6.6.3 Střední přestavba – EL

Tabulka 9 Analýza současného jízdního řádu střední přestavby - EL (Vlastní zpracování)

Číslo operace	Činnost	Doba trvání (min)	Typ činnosti
1	Dovezení nového materiálu	1,56	EXT
2	Úklid starých lísek	1,02	EXT
3	Vyplnění dokumentace ke staré zakázce	1,82	EXT
4	Odvezení vozíku s hotovými výrobky a dovezení nového	1,74	EXT
5	Nachystání prázdné palety na polystyrény	0,48	EXT
6	Příprava nových lísek	0,40	EXT
7	Nachystání nových výrobků na stůl	0,33	EXT
8	Nachystání prvních 3 lísek (vč. testovací)	1,69	EXT
9	Kontrolní měření váhy testovacích kusů	4,73	EXT
10	Vypnutí stroje	0,63	INT
11	Demontáž a očištění spodní stěrky	4,31	INT
12	Demontáž a očištění natahovací stěrky	0,69	INT
13	Demontáž a očištění potiskovací stěrky	0,93	INT
14	Setření pasty ze síta do kelímku	1,05	INT
15	Demontáž síta	0,15	INT
16	Změna programu	0,89	INT
17	Odnesení a mytí starého síta a stěrek	8,42	INT
18	Montáž potiskovací stěrky	0,35	INT
19	Montáž natahovací stěrky	0,18	INT
20	Uložení starého síta do regálu	0,51	INT
21	Hledání nového síta a jeho kontrola	1,39	INT
22	Montáž nového síta	1,00	INT
23	Nastavení polohovacích značek lísky	1,36	INT
24	Nastavení polohovacích značek síta	2,77	INT
25	Nastavení přitlaku potiskovací stěrky	0,87	INT
26	Výměna špatné stěrky	1,00	INT
27	Nastavení přitlaku potiskovací stěrky	1,35	INT
28	Nanesení pasty na nové síto	1,08	INT
29	Potisk a kontrola testového papíru	1,70	INT
30	Potisk první lísky a optická kontrola vycentrování potisku	0,87	INT
31	Přeseřízení vycentrování stroje	0,56	INT
32	Potisk druhé a testovací lísky a optická kontrola vycentrování potisku	1,00	INT
33	Kontrola nastavené teploty sušek	1,57	INT
34	Výměna otáčecí lísky	0,77	INT
35	Rozhovor	1,69	INT
36	Čekání na projetí testovací lísky, odvoz staré a chystání nové palety na polystyrény	3,11	INT

37	Prostoj - líska už vyjela, ale čeká na odebrání seřizovačem	5,02	INT
38	Kontrolní měření váhy testovacích kusů	5,89	INT
39	Kontrolní měření volného okraje	3,49	INT
40	Kontrolní měření elektrody	4,60	INT
41	Zapnutí stroje	0,29	INT
Celkový čas		73,26	

Při porovnání Tabulky 8 a Tabulky 9 jsou patrné rozdíly, kterými se liší přestavba na celoplošný tisk a na elektrodu. U této přestavby jsou navíc činnosti jako např. nastavování polohovacích značek síta a lísky a také demontáž spodní stěrky, která se u potisku elektrody nepoužívá. Celkový čas přestavby – 73,26 minut je prodloužen některými zbytečnými činnostmi, jako je výměna a opětovné nastavení stěrky (neprovedena kontrola a nachystání externě), dalšími prostoji a také poměrně výjimečným, ale časově náročným měřením elektrody. Podíl jednotlivých činností znázorňuje následující graf (Graf 10).



Graf 10 Rozdělení činností - Střední přestavba - EL (Vlastní zpracování)

6.6.4 Velká přestavba – CP

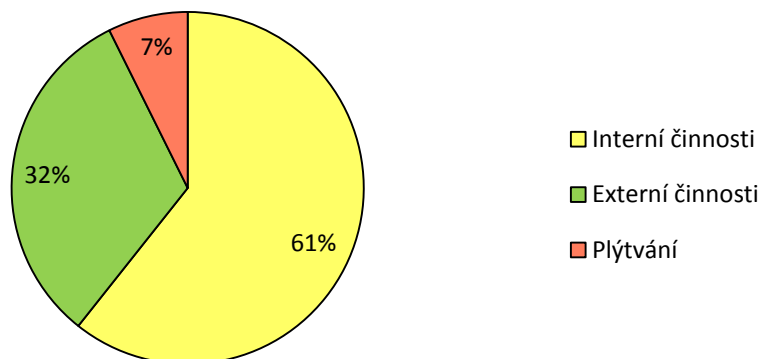
Tabulka 10 Analýza současného jízdního řádu velké přestavby - CP (Vlastní zpracování)

Číslo operace	Činnost	Doba trvání (min)	Typ činnosti
1	Vypsání parametrů k nové zakázce	3,12	EXT
2	Nachystání nového síta	1,90	EXT
3	Prostoje, obcházení, rozhovor	4,32	EXT
4	Dovezení nového materiálu	2,79	EXT
5	Chystání testovací lísky	1,37	EXT
6	Kontrolní měření váhy testovacích kusů	5,36	EXT
7	Přenasazení nakladače a čištění - výměna plíšků podle výšky výrobku	2,45	EXT
8	Chystání prvních dvou lísek	4,84	EXT
9	Nachystání vozíku na stěrky a síto	0,42	EXT

10	Čištění (nachystaného) síta acetonem a ofouknutí vzduchem	0,88	EXT
11	Čekání, chůze sem a tam	1,45	EXT
12	Plnění dalších lísek	0,61	EXT
13	Vypnutí stroje	0,75	INT
14	Demontáž a očištění natahovací stěrky	0,51	INT
15	Demontáž a očištění potiskovací stěrky	0,60	INT
16	Setření pasty ze síta do kelímku	1,71	INT
17	Demontáž síta	0,13	INT
18	Demontáž a očištění spodní stěrky	1,50	INT
19	Čištění stroje	1,10	INT
20	Odvezení a mytí starého síta a stěrek	11,25	INT
21	Montáž spodní stěrky	0,42	INT
22	Montáž potiskovací stěrky	1,11	INT
23	Montáž natahovací stěrky	0,32	INT
24	Odnesení staré pasty	0,83	INT
25	Montáž síta	1,14	INT
26	Změna programu	0,74	INT
27	Najetí prvních lísek	0,53	INT
28	Nastavení polohovacích značek lísky	0,53	INT
29	Nastavení polohovacích značek síta	0,59	INT
30	Nastavení přítlaku potiskovací stěrky	1,36	INT
31	Odchod načepovat novou pastu	3,01	INT
32	Úklid vozíku na stěrky a síto	0,77	INT
33	Nanesení pasty na nové síto	1,17	INT
34	Potisk a kontrola testového papíru	1,28	INT
35	Potisk a kontrola první lísky	1,19	INT
36	Potisk a kontrola testovací lísky	0,55	INT
37	Přenastavení teploty sušky	4,55	INT
38	Výměna otáčecí lísky	4,64	INT
39	Rozhovor, chůze sem a tam	1,46	INT
40	Kontrolní měření váhy testovacích kusů	4,95	INT
41	Zapnutí stroje	0,55	INT
	Celkový čas	78,75	

Dle Tabulky 10 je velká přestavba logicky časově nejnáročnější. Doba jejího trvání včetně externích činností je téměř 79 minut. Z tohoto času je však samotný čas zastavení stroje 49 minut a poměrně hodně činností seřizovač provedl externě. Je to dáno zejména tím, že velké přestavby se provádí ve většině případů na pravé straně pracoviště metalizace (EKRA-P), kterou obsluhují dva pracovníci a proto má seřizovač dost času na přípravu přestavby ještě při vyjíždění staré zakázky.

Rozdělení jednotlivých činností znázorňuje následující graf (Graf 11). Na první pohled je patrné, že externí činnosti díky dvěma pracovníkům mají téměř dvojnásobný podíl, než u předchozích přestaveb, které jsou prováděny jedním seřizovačem.



Graf 11 Rozdělení činností - Velká přestavba - CP (Vlastní zpracování)

6.6.5 Velká přestavba - EL

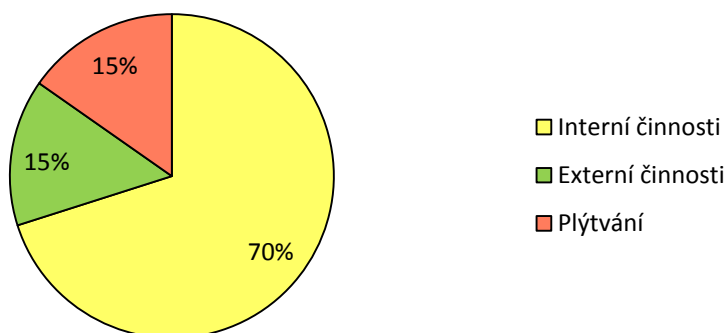
Tabulka 11 Analýza současného jízdního řádu velké přestavby - EL (Vlastní zpracování)

Číslo operace	Činnost	Doba trvání (min)	Typ činnosti
1	Vypsání dokumentace k nové zakázce	2,38	EXT
2	Přenasazení nakladače a čištění	4,39	EXT
3	Chystání prvních 2 lísek	2,03	EXT
4	Přenasavování nakladače	1,00	EXT
5	Chystání třetí testovací lísky	0,77	EXT
6	Nachystání vozíku na stěrky a síto	0,19	EXT
7	Vypnutí stroje	0,23	INT
8	Demontáž a očištění natahovací stěrky	0,18	INT
9	Demontáž a očištění potiskovací stěrky	1,06	INT
10	Demontáž a očištění spodní stěrky	3,67	INT
11	Demontáž síta	0,55	INT
12	Setření pasty ze síta do kelímku	1,50	INT
13	Čištění stroje	0,52	INT
14	Zavření pasty, chůze, prostož	1,17	INT
15	Změna programu	0,58	INT
16	Donesení nové pasty	0,60	INT
17	Čištění (nachystaného) síta acetonem a ofouknutí vzduchem	0,71	INT
18	Odvezení a mytí starého síta a stěrek	8,22	INT
19	Montáž potiskovací stěrky	0,40	INT
20	Montáž natahovací stěrky	0,24	INT
21	Montáž síta	0,42	INT

22	Uložení starého síta do regálu a odvoz vozíku	0,51	INT
23	Přenastavení teplot na suškách	0,80	INT
24	Úklid vozíku na stěrky a síto	0,75	INT
25	Postávání	0,78	INT
26	Nastavení polohovacích značek lísky	1,15	INT
27	Nastavení polohovacích značek síta	2,30	INT
28	Nastavení přitlaku potiskovací stěrky	1,27	INT
29	Výměna otáčecí lísky	6,02	INT
30	Chůze, prostoje	0,71	INT
31	Nanesení pasty na nové síto	0,38	INT
32	Potisk a kontrola testového papíru	1,92	INT
33	Potisk a kontrola prvních lísek	0,91	INT
34	Kontrolní měření váhy testovacích kusů	5,30	INT
35	Najetí prvních lísek	0,60	INT
36	Potisk a kontrola testovací lísky	1,02	INT
37	Čekání na projetí testovací lísky - vyplnění parametrů nové zakázky, rozhovor, úklid pracoviště	2,53	INT
38	Přenastavení teploty sušky	3,91	INT
39	Čekání na váhu	8,57	INT
40	Kontrolní měření váhy testovacích kusů	2,72	INT
41	Zapnutí stroje	0,55	INT
	Celkový čas	73,51	

Celkový čas této přestavby byl 73,5 minuty, z toho byl stroj vypnutý téměř 63 minut. V porovnání s předchozí velkou přestavbou na celoplošný tisk lze vidět, že tato přestavba opět obsahuje navíc činnosti spojené s potiskem elektrody. Prodloužení času interních činností však zapříčinilo také to, že tentokrát seřizovač nestihl externě provést některé činnosti, oproti předchozí přestavbě (např. první kontrolní měření) a také opět čekal na uvolnění měřicího pracoviště. V externích činnostech pak není např. dovezení nového materiálu, který byl dovezen jiným pracovníkem již v průběhu staré zakázky.

Rozdělení činností znázorňuje následující graf (Graf 12).



Graf 12 Rozdělení činností - Velká přestavba - EL (Vlastní zpracování)

6.7 Vyhodnocení zjištěných rezerv a návrhy na jejich odstranění

Na základě vyznačení externích a interních činností při přestavbách byla zjištěna jejich nesystematičnost. Dále bylo zjištěno, že každý seřizovač provádí přestavbu jinak a také pokaždé provede jiný počet a druh externích činností. Na základě tohoto zjištění dospěl autor diplomové práce k tomu, že by mělo být jasně dáno, které činnosti má seřizovač provádět externě, které interně a které činnosti by měly být zcela eliminovány.

Dalším závažným problémem bylo časté čekání na měřicí stanoviště (váhu a mikroskop), které v průběhu pěti zaznamenávaných přestaveb dosáhlo 35 minut. Při hledání příčiny problému bylo odhaleno, že toto měřicí stanoviště je používáno také dalšími dvěma sousedními pracovišti – sputteringem a metalizací piezo senzorů. K čekání na váhu tedy docházelo zejména, když na okolních pracovištích byla prováděna také přestavba nebo testování a jednotlivá kontrolní měření se sešla. Za účelem uskutečnění projektu by pro eliminaci čekání mělo být vybudováno jiné měřicí stanoviště pro okolní pracoviště.

Dalším navrhovaným řešením pro zrychlení přestaveb je využití druhého pracovníka u všech přestaveb tak, jak je to nyní pouze na lince EKRA-P. V případě, že by vždy seřizovač z pravé strany vypomáhal při přestavbě i na levé straně, seřizovač z levé strany by se mohl věnovat již přibližně 20 minut přestavbovým činnostem, zatímco vypomáhající seřizovač by vyjížděl poslední lísky staré zakázky.

Dále bylo při sledování současných přestaveb zjištěno, že po demontáži potiskovacích komponent odchází seřizovači umýt tyto komponenty do acetonárny a následně stejné stěrky opět montují do stroje. Je to z toho důvodu, že na pracovišti metalizace jsou v současné době pro obě linky Ekra pouze 2 natahovací a 2 spodní stěrky – tedy každá po jednom kusu na linku. Za účelem zkrácení celkového času přestavby navrhuje autor diplomové práce zakoupení dalších natahovacích a spodních stěrek, aby pro každou linku bylo vždy po dvou kusech od každé stěrky. V tomto případě by mohl seřizovač ihned po demontáži stěrek namontovat stěrky nové a demontované síto a stěrky odejít umýt do acetonárny až při čekání na projetí testu, které trvá přibližně 7 minut.

Vzhledem k tomu, že na pracovišti metalizace neexistují standardy přestaveb a na základě výše navrhovaných nápravných opatření lze vidět prostor pro zkrácení jejich doby, projektový tým rozhodl, že bude na pracovišti metalizace aplikována metoda SMED za účelem eliminace plýtvání a zkrácení doby jednotlivých přestaveb a provedena standardizace nových jízdnic řadů.

7 PROJEKTOVÁ ČÁST

7.1 Definování projektu

Název projektu: Projekt zefektivnění výrobního procesu na vybraném pracovišti ve společnosti EPCOS, s.r.o.

Projektový tým: Bc. Martin Valčík – diplomant

Ing. Dobroslav Němec – vedoucí diplomové práce

Ing. Pavel Stejskal – vedoucí Průmyslového inženýrství divize PTC ve společnosti EPCOS, s.r.o.

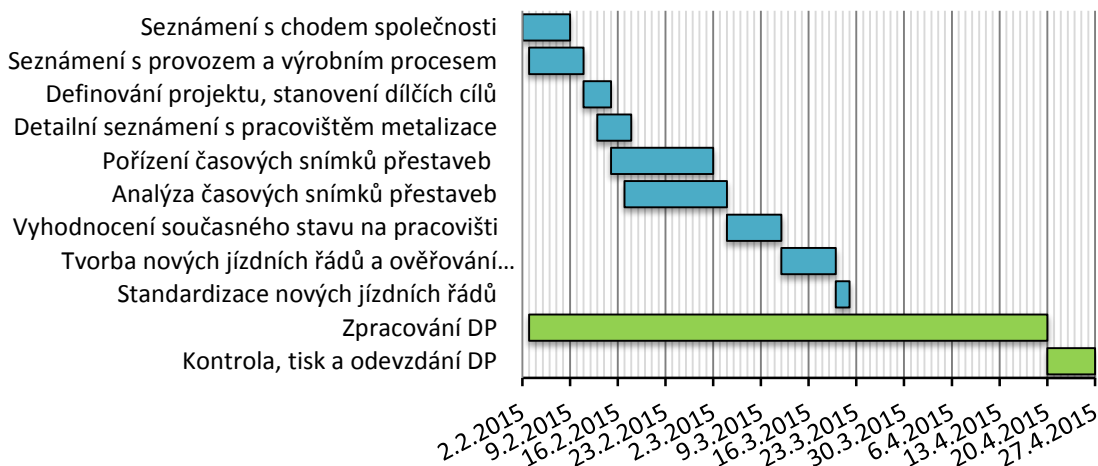
Marek Hudec – specialista pracoviště metalizace

7.2 Cíle projektu

Hlavní cíl: Zkrácení doby přestaveb na pracovišti metalizace pomocí aplikace metody SMED.

Dílčí cíle: Analýza technologického postupu výroby pozistorů, nalezení vhodného pracoviště k zefektivnění, analýza vybraného pracoviště, návrh vhodných nápravných opatření na základě zjištěných rezerv, projekt implementace navržených řešení k zefektivnění vybraného pracoviště, zhodnocení přínosů projektu.

7.3 Časový harmonogram projektu



Graf 13 Časový harmonogram projektu (Vlastní zpracování)

7.4 Riziková analýza projektu

Pro identifikaci rizik tohoto projektu, určení možných scénářů a navržení preventivních nápravných opatření za účelem jejich vyvarování se, slouží následující riziková analýza RIPRAN (Tabulka 12). Princip sestavení je popsán v teoretické části této diplomové práce.

Tabulka 12 Riziková analýza RIPRAN (Vlastní zpracování)

	Hrozba	P-st hrozby	Scénář	P-st scénáře	Celková P-st		Dopad	Hodnota rizika
1.	Nedostatečné teoretické znalosti k dané problematice	40%	Neznalost jak provádět potřebné analýzy, neschopnost samostatné práce	70%	28%	SP	SD	SHR
2.	Špatně naměřená data, chybné analýzy	70%	Neobjektivní závěry, nulová vypovídající hodnota	90%	63%	SP	VD	VHR
3.	Nedodržení časový harmonogram projektu	30%	Neodevzdání DP	100%	30%	SP	SD	SHR
4.	Navrhované změny nebudou přijaty	20%	Čas na přestavbu stroje nebude snížen	80%	16%	MP	VD	SHR
5.	Nesplnění podmínek odevzdání DP	10%	Neobhájení DP	90%	9%	MP	VD	SHR
6.	Ztráta dat, technické problémy	10%	Nedodržení časového harmonogramu, potřeba nových měření	100%	10%	MP	MD	MHR

Na základě výsledku RIPRAN analýzy, byla formulována tato nápravná opatření:

Tabulka 13 Nápravná opatření k rizikové analýze RIPRAN (Vlastní zpracování)

Opatření	
1.	Řádné dostudování dané problematiky
2.	Zvýšená opatrnost při měření, opakovaná měření, nastudování metody SMED
3.	Stanovení průběžných termínů, rozplánování aktivit
4.	Získat podporu od vedení a zaměstnanců
5.	Časté konzultace s vedoucím práce, kontrola všech náležitostí
6.	Akceptace rizika, pravidelné zálohy

8 APLIKACE METODY SMED

Následující podkapitoly popisují základní přístupy pro snížení času přestavby při implementování metody SMED na pracovišti metalizace.

8.1 Oddělení interních a externích činností

Prvním krokem aplikace metody SMED je oddělení interních činností od externích. V kapitole 6.6 *Analýza současných jízdních řádů* jsou jednotlivé činnosti rozčleněny na interní a externí dle provedených měření jednotlivých přestaveb. Na základě tohoto měření a pozorování na pracovišti byly vybrány následující činnosti jako potenciálně externí, nehledě na to, zda má pracovník čas je v současné době provádět nebo ne. Jedná se tedy o činnosti, které lze vykonávat, když je stroj v chodu:

- Dovezení nového materiálu
- Příprava nových lísek a výrobků na stůl
- Přenastavení nakladače
- Nachystání a kontrola síta a stěrek
- Naplnění prvních lísek vč. testovacích
- Měření váhy testovacích kusů před potiskem
- Výměna bedny na polystyrény
- Načepování/přinesení nové pasty
- Odnesení staré pasty
- Vypsání dokumentace k nové zakázce
- Odvoz vozíku s hotovými výrobky a přivezení prázdného
- Mytí síta a stěrek v acetonárně
- Předepsání směnového výkazu

Všechny ostatní činnosti spojené s přestavbou mohou být vykonávány, až když stroj stojí – interně.

8.1.1 Eliminace plýtvání

Při navrhování nových jízdních řádů bylo eliminováno veškeré plýtvání. Častým druhem plýtvání v průběhu přestaveb byly prostoje vzniklé lidským faktorem. Z důvodu nezkušenosti seřizovačů docházelo k postávání, přemýšlení co udělat dříve a také k rozhovorům s kolegy. Nejzávažnější však bylo již zmiňované čekání na váhu.

Jako nápravné opatření bylo zajištěno nové měřicí stanoviště pro sousední pracoviště naprašování a proto testování, které na tomto pracovišti zabere i přes 20 minut bylo přesunuto na toto měřicí stanoviště. Nyní má tedy pracoviště metalizace své vlastní měřicí stanoviště a v průběhu ověřování nových jízdních řádů již k čekání na váhu nedocházelo.

Co se týče nezkušenosti seřizovačů, musí být v co nejbližší době od standardizace provedeno jejich proškolení, díky kterému si seřizovači osvojí nově standardizované postupy a zamezí se také zbytečným prostojům v jejich průběhu.

8.2 Přesun interních činností na externí

Po vytrídění činností, které teoreticky mohou být prováděny externě, následuje další krok analýzy SMED. Zajištění přesunu těchto činností do externí fáze přestavby – do doby, kdy stroj ještě běží. Při hledání možností, jakým způsobem dosáhnout co nejkratšího času zastavení stroje, a jak přesunout co nejvíce činností mezi externí, dospěl autor diplomové práce k jednoznačnému závěru – přesun některých činností na druhého pracovníka.

8.2.1 Přesun činností na druhého pracovníka

Vzhledem k tomu, že na pracovišti metalizace v současné době působí 3 pracovníci: dva seřizovači a operátor, kteří nepracují jako tým, ale každý se věnuje svému pracovišti - seřizovač (EKRA-L) a seřizovač + operátor (EKRA-P), přestavby na pravé straně trvají o poznání kratší dobu.

Byla vytvořena tabulka zastoupení (Tabulka 14), která stanovuje povinnost seřizovače z pravé strany fungovat v případě přestaveb jako pomocný článek na levé straně a zastávat v tu chvíli funkci operátora. Chvíle, kdy pro seřizovače z pravé strany začíná tato povinnost, je stanovena na okamžik, kdy seřizovač z levé strany naplní a vloží do automatického výtahu poslední lísku s kusy ze staré zakázky. V tuto chvíli si zavolá na pomoc seřizovače z pravé strany, který bude zastávat následující funkce:

- Vykládka vyjíždějících lísek
- Zapsání kusů do staré loskarty a odnesení mistrovi
- Odvezení vozíku s hotovými výrobky na výpal po metalizaci
- Dovezení prázdného vozíku na novou zakázku
- Úklid starých lísek

Tabulka 14 Tabulka zastoupení při přestavbách (Vlastní zpracování)

		SEŘIZOVAČ L	SEŘIZOVAČ P	OPERÁTOR P	
Výrobní situace č. 1	MS, HD	LEVÁ STRANA		PRAVÁ STRANA	
		Činnost zastoupeného pracovníka:		Činnost zastupujícího pracovníka:	
	Externí činnosti + Přestavba		Vykládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany	
	Testování a měření		Spočítání a odvezení kusů, příprava pracoviště, nakládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany	
	MS, HD	Činnost zastoupeného pracovníka:		Činnost zastupujícího pracovníka:	
		Externí činnosti + Přestavba		Vykládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany
Výrobní situace č. 2	MS, HD			HD Vykládka 1:1	
				Činnost zastoupeného pracovníka:	
	Externí činnosti + Přestavba		Vykládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany	
	Testování a měření		Spočítání a odvezení kusů, příprava pracoviště, nakládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany	
	MS, HD	Činnost zastoupeného pracovníka:		Činnost zastupujícího pracovníka:	
		Externí činnosti + Přestavba		Vykládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany
Výrobní situace č. 3	MS, HD			RH	
				Činnost zastoupeného pracovníka:	
	Externí činnosti + Přestavba		Vykládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany	
	Testování a měření		Spočítání a odvezení kusů, příprava pracoviště, nakládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany	

Význam zkratk: MS – Motorstart, HD – Heater disk, RH – Rehtek

V případě výpomoci druhého pracovníka se může seřizovač z levé strany začít věnovat přestavbovým činnostem ihned po vložení poslední lísky staré zakázky do výtahu. Od této chvíle má přibližně 10 minut, kdy stroj dotiskuje výrobky ze staré zakázky a nemůže tedy ještě začít demontovat potiskovací komponenty. Díky tomu má ale dostatek času na důkladnou přípravu přestavby a provedení všech zbývajících externích činností, kterými jsou:

- Dovězení nového materiálu
- Příprava nových lísek a výrobků na stůl
- Nachystání a kontrola síta a stěrek
- Naplnění prvních lísek vč. testovací
- Měření váhy testovacích kusů před potiskem

- Načepování/přinesení nové pasty
- Vypsání dokumentace k nové zakázce
- Přenastavení nakladače

Při nedodržení tabulky zastoupení (Tabulka 14) a nevýpomoci druhého seřizovače by musel seřizovač z levé strany vykládat lísky sám jako doposud a přípravné činnosti by byly následně prováděny až po ukončení potisku – tedy interně. Čas přestavby by se v takovém případě prodloužil o 15-20 minut, což je nepřijatelné.

Zbývající externí činnosti, kterými jsou předepsání směnového výkazu, výměna bedny na polystyreny a odnesení staré pasty, nejsou primárně důležité před přestavbou provádět, a proto byly určeny jako externí činnosti, které se již dají stihnout v průběhu obsluhy stroje, a budou tedy prováděny až po skončení přestavby.

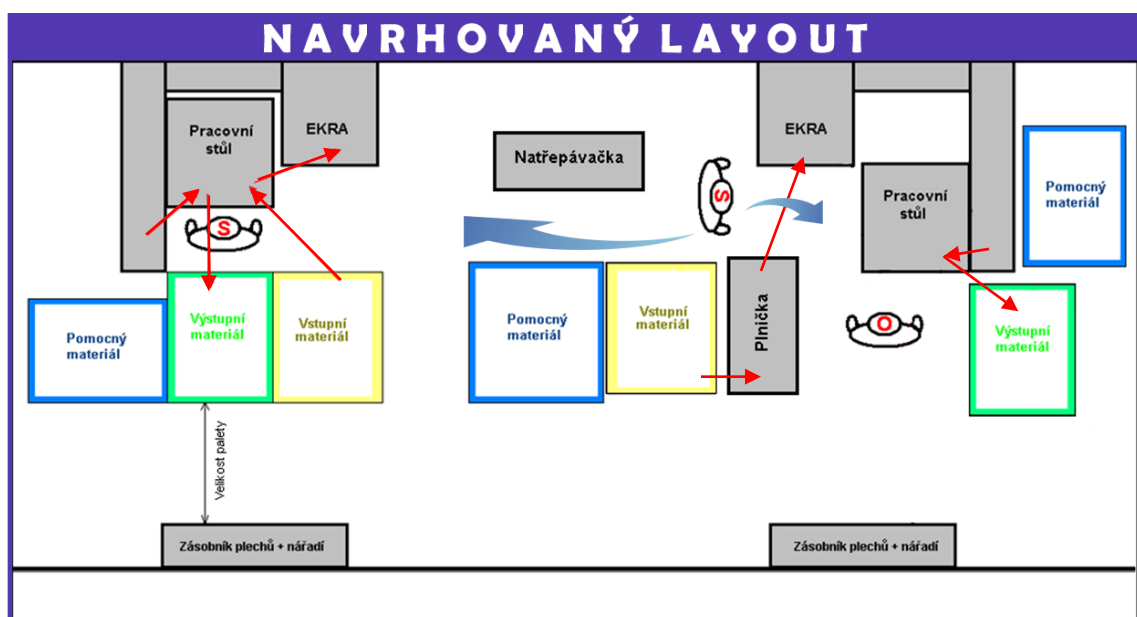
Poslední možnou externí činností je mytí síta a stěrek v acetonárně, které probíhalo v současné době vždy interně. Síto by bylo možné umývat externě, ovšem seřizovači museli umýt stěrky již v průběhu přestavby, aby je mohli namontovat zpět do stroje před jeho spuštěním. Tuto činnost by bylo možné také přenést na druhého pracovníka, ovšem po diskuzi se specialistou pracoviště metalizace bylo zjištěno, že seřizovači na daných strojích nesou zodpovědnost za důkladné umytí síta, které používají a za jejich uložení do správného regálu. Síta totiž musí být co nejdříve připravena pro druhé pracoviště metalizace na svém místě v regálu a pokud by došlo k zanedbání čištění nebo uložení síta, byly by pro seřizovače vyvozovány důsledky. Pokud by došlo k tomuto zanedbání a síto by bylo uloženo v jiném regálu, než má být, nebo bylo špatně očištěno, mohlo by dojít v důsledku použití nesprávného síta k produkci desítek tisíc zmetků. Z těchto důvodů byla činnost mytí síta a stěrek v acetonárně ponechána seřizovačům jako interní, kterou provádí v průběhu přestavby. V kapitole 8.3 se tedy autor diplomové práce zaměřil na maximální zkrácení této činnosti.

8.2.2 Úprava uspořádání pracoviště

Vzhledem k tomu, že pro typ výrobku *Heater disk* a *Motorstart* se používají při vykládce různé typy vykládacích plechů (*Heater* disky se sypou na síťované plechy, zatímco *Motorstarty* se překlápí do vylisovaných plechů), jsou u těchto odlišných typů výrobků odlišné také prostorové nároky na uspořádání vstupního a výstupního materiálu, palety a pracovní stůl. V současné době je pracoviště uspořádáno univerzálně, kdy si každý operátor nastaví své okolí dle potřeby. Při přestavbách ale docházelo k tomu, že tento

nesystematicky rozložený materiál do okolí stroje zavazal seřizovači při procházení okolo, nebo docházelo k hledání nástrojů na stole, který byl zaskládaný pomůckami operátora. Na základě různých požadavků na prostorovou náročnost byly vytvořeny návrhy uspořádání pracovního prostoru rozlišné pro *Heater disky* a *Motorstarty*. Tyto návrhy jsou umístěny v příloze VI vzhledem k jejich prostorové náročnosti.

Pro efektivní rozmístění pracovníků dle nového postupu byl také navržen celkový layout linek Ekra s naznačenými pohyby materiálu tak, aby byly co nejméně přenášeny a transportovány. Zároveň díky tomuto uspořádání nebude žádný materiál překážet v cestě seřizovači v průběhu přestavby vzhledem k dostatečným rozstupům, mezi paletami.



Obrázek 25 Návrh layoutu rozmístění materiálu na pracovišti (Vlastní zpracování)

8.3 Redukce času interních a externích činností

V návaznosti na předchozí kapitoly byl proveden další krok metody SMED - redukce časů jednotlivých činností.

8.3.1 Výměna stěrek kus za kus

Na základě navrhovaných opatření byly za účelem zkrácení doby přestaveb zakoupeny na pracoviště metalizace nové stěrky (Obrázek 26). Každá linka Ekra má nyní k dispozici dva kusy od spodní, natahovací i potiskovací stěrky. Nyní může způsob výměny stěrek fungovat tak, že okamžitě po demontáži a očištění použitých stěrek (které jsou společně se sítím odloženy do nachystaného vozíku) mohou být namontovány nové stěrky, a seřizovač

tak může plynule pokračovat v montáži nového síta a dalších kroků. Použité stěrky jsou na vozíku nachystány na odvezení do acetonárny.



Obrázek 26 Náhradní potiskovací stěrky (Vlastní zpracování)

8.3.2 Efektivní využití času při průjezdu testovací lísky

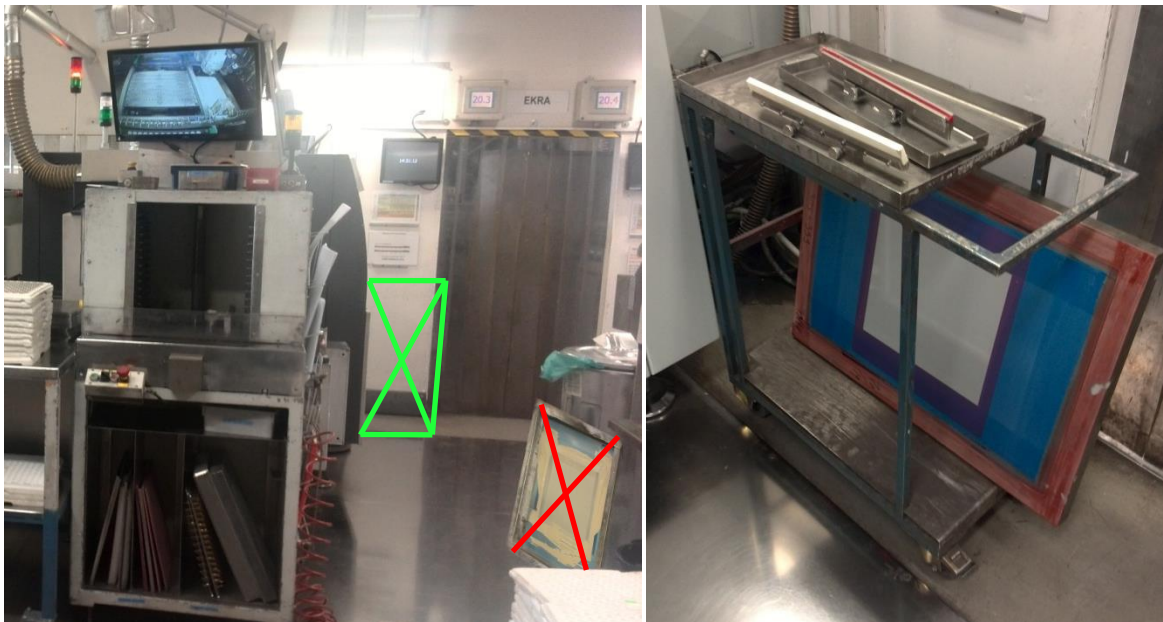
Velmi výrazné redukce času (cca 7 minut) bylo dosaženo při absolutní eliminaci času umývání síta a stěrek v acetonárně. V průběhu přestavby k této činnosti sice nyní stále dochází, ale vzhledem k tomu, že se provádí v čase, kdy seřizovač čeká na průjezd a zchladnutí testovací lísky, je tento čas nyní využit daleko efektivněji. Při původním sledování jízdnic řádů totiž tuto chvíli někteří seřizovači chápali tak, že mají pauzu, protože musí čekat na projetí testovací lísky.

Při ověřování tohoto opatření bylo také stanoveno, že v tomto čase seřizovač stihne vyměnit i lísku v překlápěcí stanici.

8.3.3 Vozík na síto a stěrky

Dalším zavedeným opatřením, které vedlo k časové úspoře u interních činností, je nachystání nového síta a stěrek ještě před přestavbou na speciální vozík a jeho přistavení k potiskovacímu stroji. Tento vozík se sice dříve vyskytoval na pracovišti, ale nikdo jej nevyužíval a síto seřizovači hledali v regálech až v průběhu přestavby. Nejdříve byla zvažována možnost instalace regálu na jedno síto hned vedle stroje, kam by si pracovník síto nachystal, pak se ale ukázala možnost využití vozíku jako optimální. Jak již bylo zmíněno při rozboru externích činností, pracovník si nachystá síto a stěrky před započítáním přestavby, a to právě do avizovaného vozíku. Vozík se totiž po demontáži potiskovacích

komponent ze stoje zároveň využije na jejich odložení a následné odvezení do acetónárny. Předem nachystané, čisté potiskovací komponenty má v tu chvíli seřizovač ihned po ruce, a tak dochází k výraznému zkrácení doby přestavby eliminací zbytečné chůze a hledání. Před nápravnými opatřeními také docházelo k porušování směrnice a odkládání demontovaných sít na zem, kde mohlo dojít k jejich poškození nebo prokopnutí. Stěrky pak byly odkládány různě do okolí stroje, většinou na blízkou popelnici.



Obrázek 27 Využívání vozíku na nachystání stěrek a sít (Vlastní zpracování)

8.3.4 Využití rychloupínacích prvků

Další časová úspora v průběhu přestaveb je možná po zavedení rychloupínacích prvků na pracovišti. Tyto prvky by bylo možné použít pro zrychlení přenastavení nakladače, kdy dochází k odšroubování hlavy a jejímu podkládání vymešovými plíšky (Obrázek 28). Toto přenastavování trvá 1-4 minuty v závislosti na výšce nakládaných výrobků a počtu vymešovacích plíšků. Hlava je v současnosti připevněna klasickými torx šrouby, a pokud by byly nahrazeny šrouby na jeden závit, výrazně by se zkrátila doba povolování a upínání hlavy nakladače.

Další příležitost, kam zavést rychloupínací prvky jsou samotné potiskovací stroje Ekra X6. Tyto prvky byly zavedeny již dříve pro přichycení natahovací a potiskovací stěrky, které jsou nyní uchyceny ručními šrouby na krátký závit. Spodní stěrka, která je upevněna ve sběrné misce, však stále drží na dvou klasických šroubech a její montáž a demontáž trvá

vždy zhruba minutu. Po zavedení rychloupínacích prvků by bylo možné tento čas snížit na pár sekund.



Obrázek 28 Přenastavování nakladače (Vlastní zpracování)

Vzhledem k tomu, že zavedení těchto prvků do strojního zařízení by si žádaly poměrně výrazné zásahy do strojů, byl podán jejich návrh a v současné době probíhá schvalování na příslušných odděleních společnosti EPCOS, s.r.o.

8.4 Návrhy nových jízdnicích řádů

Po zavedení výše uvedených opatření byly navrženy nové jízdnicí řády pro každý typ přestavby s využitím dvou pracovníků. Na základě několikanásobného pozorování a zaznamenávání činností jednotlivých přestaveb byly identifikovány činnosti, které jsou pro jednotlivé typy přestaveb ojedinělé a také ty, které se u některých přestaveb naopak neprovádějí vůbec. Následně došlo k porovnání časů jednotlivých shodujících se činností napříč všemi přestavbami, ze kterých byl vypočítán průměrný čas na danou činnost. Poté byl z těchto činností a časů sestaven předběžný jízdnicí řád, který byl otestován v praxi při provádění daného typu přestavby na pracovišti metalizace. Po následné korektuře časů tak, aby vyjadřovaly minimální možný a hlavně reálný čas na každou činnost, byly navrženy nové jízdnicí řády přestaveb, popsané v následujících podkapitolách.

8.4.1 Malá přestavba

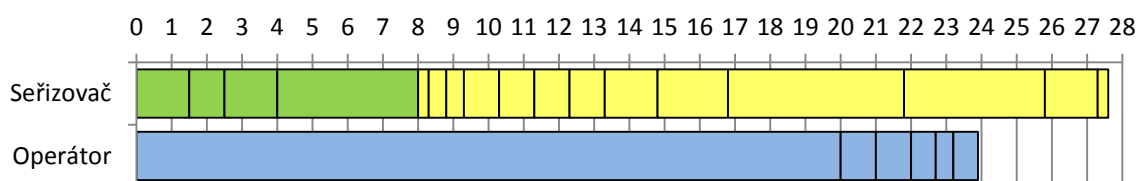
Následující tabulka (Tabulka 15) znázorňuje současný postup provádění nejjednodušší – malé přestavby po aplikaci metody SMED na pracovišti. V levém sloupci jsou vyznačeny činnosti, které provádí seřizovač, a jejich časy. V pravém sloupci jsou pak činnosti

probíhající paralelně, které jsou prováděny operátorem. Zeleně jsou vyznačeny časy činností, které jsou vykonávány externě a žlutě časy interních činností.

Tabulka 15 Návrh jízdního řádu malé přestavby (Vlastní zpracování)

Malá přestavba - bez výměny síta			
Seřizovač	Doba trvání (min)		Operátor
Dovezení nového materiálu	1,5	20,0	Vykládka vyjždějících lísek
Příprava nových lísek a výrobků na stůl	1,0	1,0	Zapsání kusů do staré loskarty
Naplnění prvních lísek vč. testovací	1,5	1,0	Odnesení loskarty mistrovi
Měření váhy testovacích kusů před potiskem	4,0	0,7	Odvezení vozíku s hotovými výrobky
Vypnutí stroje	0,3	0,5	Dovezení prázdného vozíku na novou zakázku
Čištění spodní stěrky	0,5	0,7	Úklid starých lísek
Rozetření pasty po síti	0,5		
Čištění stroje	1,0		
Změna programu	1,0		
Nastavení přítlaku potiskovací stěrky	1,0		
Potisk papíru + kontrola	1,0		
Potisk lísek vč. testovací	1,5		
Vypsání dokumentace k nové zakázce	2,0		
Výměna otáčecí lísky	5,0		
Kontrolní měření váhy testovacích kusů	4,0		
Kontrolní měření přetečení/volného okraje testovacích kusů	1,5		
Zapnutí stroje	0,3		
Celkový čas	27,6	23,9	Celkový čas
Celkový čas zastavení stroje = 19,6 minut			

Současný čas zastavení stroje je u malé přestavby pouze 19,6 minut, přičemž po připočítání externích činností je celková doba přestavby 27,6 minut. Operátor provádí v tomto čase činnosti zabírající necelých 24 minut. V čase projíždění testovací lísky se seřizovač věnuje dokumentaci a také výměně otáčecí lísky. Tato výměna nemusí vždy nastat, ale protože průjezd trvá cca 7 minut, tuto výměnu seřizovač bez problému stihne.



Graf 14 Prolnutí činností seřizovače a operátora malé přestavby (Vlastní zpracování)

8.4.2 Střední přestavba – CP

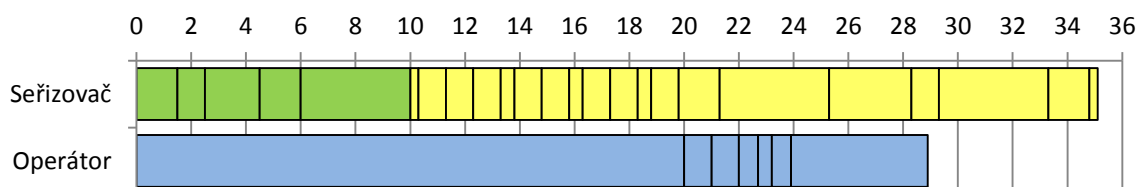
Druhým typem je přestavba s výměnou síta a nájezdem na celoplošný tisk (Tabulka 16). Po zavedení nápravných opatření byl u tohoto typu přestavby stanoven celkový čas zastavení stroje 25 minut. Dalších 10 minut zabere seřizovači vykonání všech externích činností před zahájením přestavby.

Tabulka 16 Návrh jízdního řádu střední přestavby - CP (Vlastní zpracování)

Střední přestavba - CP - s výměnou síta			
Seřizovač	Doba trvání (min)		Operátor
Dovezení nového materiálu	1,5	20,0	Vykládka vyjíždějících lísek
Příprava nových lísek a výrobků na stůl	1,0	1,0	Zapsání kusů do staré loskarty
Nachystání a kontrola síta a stěrek	2,0	1,0	Odnesení loskarty mistrovi
Naplnění prvních lísek vč. testovací	1,5	0,7	Odvezení vozíku s hotovými výrobky
Měření váhy testovacích kusů před potiskem	4,0	0,5	Dovezení prázdného vozíku na novou zakázku
Vypnutí stroje	0,3	0,7	Úklid starých lísek
Demontáž a očištění natahovací stěrky	1,0	5,0	Nakládka lísek
Demontáž a očištění potiskovací stěrky	1,0		
Demontáž síta vč. setření pasty do kelímku	1,0		
Čištění/montáž spodní stěrky	0,5		
Čištění stroje	1,0		
Montáž potiskovací a natahovací stěrky	1,0		
Montáž síta	0,5		
Změna programu	1,0		
Nastavení přítlaku potiskovací stěrky	1,0		
Nanesení pasty na síto	0,5		
Potisk papíru + kontrola	1,0		
Potisk lísek vč. testovací	1,5		
Umytí síta a stěrek v acetonárně vč. uložení	4,0		
Výměna otáčecí lísky	3,0		
Vypsání dokumentace k nové zakázce	1,0		
Kontrolní měření váhy testovacích kusů	4,0		
Kontrolní měření přetečení testovacích kusů	1,5		
Zapnutí stroje	0,3		
Celkový čas	35,1	28,9	Celkový čas
Celkový čas zastavení stroje = 25,1 minut			

V průběhu této a každé další složitější přestavby lze v následujícím grafu (Graf 15) pozorovat, že operátor stihne provést své činnosti daleko dříve, než stihne seřizovač přestavbu provést. Proto mu byl u těchto časově náročnějších přestaveb přidělen ještě

jeden úkol, a to naložení nových výrobků do lísek a naplnění automatického výtahu, které potrvá max. 5 minut. Poté se může vypomáhající operátor již vrátit zpět ke své lince, aby zde nedocházelo ke hromadění práce pro samotného druhého operátora. Situace v grafu je znázorněna od okamžiku vložení poslední naplněné lísky ze staré zakázky do automatického výtahu.



Graf 15 Prolnutí činností seřizovače a operátora střední přestavby CP (Vlastní zpracování)

8.4.3 Střední přestavba – EL

U středních přestaveb lze pozorovat, že se oproti původním jízdním řádům mezi externími činnostmi objevuje také nachystání a kontrola síta a stěrek. Tato externí činnost dříve probíhala interně a díky zavedení používání vozíku na stěrky a síto si lze nyní předem tyto potiskovací komponenty nachystat a zkontrolovat, aby nedocházelo ke zdržování v průběhu přestavby.

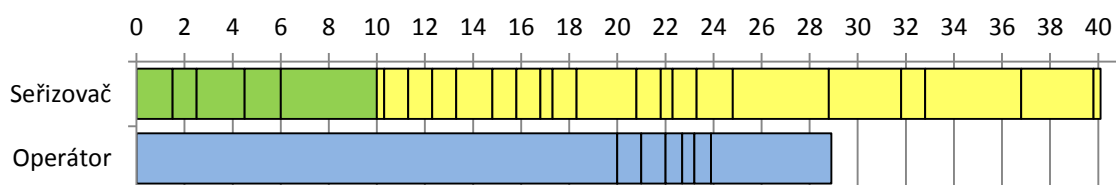
Tabulka 17 Návrh jízdního řádu střední přestavby - EL (Vlastní zpracování)

Střední přestavba - EL - s výměnou síta			
Seřizovač	Doba trvání (min)		Operátor
Dovezení nového materiálu	1,5	20,0	Vykládka vyjíždějících lísek
Příprava nových lísek a výrobků na stůl	1,0	1,0	Zapsání kusů do staré loskarty
Nachystání a kontrola síta a stěrek	2,0	1,0	Odnesení loskarty mistrovi
Naplnění prvních lísek vč. testovací	1,5	0,7	Odvezení vozíku s hotovými výrobky
Měření váhy testovacích kusů před potiskem	4,0	0,5	Dovezení prázdného vozíku na novou zakázku
Vypnutí stroje	0,3	0,7	Úklid starých lísek
Demontáž a očištění natahovací stěrky	1,0	5,0	Nakládka lísek
Demontáž a očištění potiskovací stěrky	1,0		
Demontáž síta vč. setření pasty do kelímku	1,0		
Demontáž a očištění spodní stěrky (u CP > EL)	1,5		
Čištění stroje	1,0		
Montáž potiskovací a natahovací stěrky	1,0		
Montáž síta	0,5		
Změna programu	1,0		

Nastavení polohovacích značek lísky a síta	2,5		
Nastavení přítlaku potiskovací stěrky	1,0		
Nanesení pasty na síto	0,5		
Potisk papíru + kontrola	1,0		
Potisk lísek vč. testovací	1,5		
Umytí síta a stěrek v acetonárně vč. uložení	4,0		
Výměna otáčecí lísky	3,0		
Vypsání dokumentace k nové zakázce	1,0		
Kontrolní měření váhy testovacích kusů	4,0		
Kontrolní měření volného okraje	3,0		
Zapnutí stroje	0,3		
Celkový čas	40,1	28,9	Celkový čas
Celkový čas zastavení stroje = 30,1 minut			

Jak znázorňuje tabulka střední přestavby na elektrodu (Tabulka 17), doba interních činností a tedy doba zastavení stroje je 30 minut, což je přibližně o 5 minut více, než u přestavby na celoplošný tisk. Tento rozdíl je způsoben zejména nastavováním polohovacích značek síta a lísky, které se u celoplošného tisku neprovádí, a také delší časovou náročností měření volného okraje.

Graf (Graf 16) znázorňuje opět poměr jednotlivých činností operátora a seřizovače a jejich vzájemné prolnutí. Situace, která je vyjádřena tímto grafem, znázorňuje situaci, kdy seřizovač nestihne žádnou z externích činností, jako například dovezení nového materiálu ještě předtím, než mu přijde na pomoc pracovník z druhé linky Ekra. V tomto případě by měl operátor již 11 minut před ukončením přestavby seřizovačem splněny všechny své povinnosti a mohl se vrátit na své pracoviště.



Graf 16 Prolnutí činností seřizovače a operátora střední přestavby EL (Vlastní zpracování)

8.4.4 Velká přestavba – CP

Níže znázorněná velká přestavba s nájездem na celoplošný tisk (Tabulka 18) zahrnuje jak výměnu síta, tak i potiskovací pasty, a tím se jedná o technicky nejnáročnější typ přestavby. Oproti jiným přestavbám zde figuruje mezi externími činnostmi velmi náročné přenastavování nakladače v závislosti na výšce výrobků. Vzhledem k tomu, že nakladač se

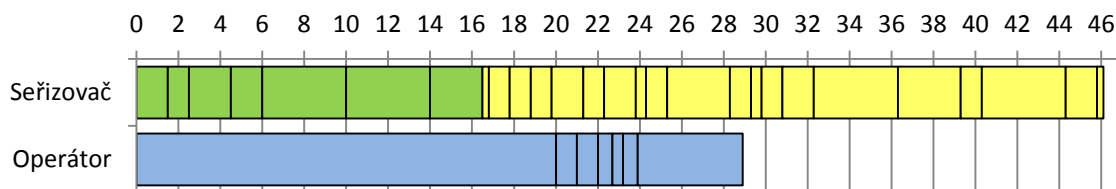
používá pouze u *rehteků*, které se potiskují jen celoplošně, vyskytuje se tato činnost pouze u tohoto typu přestavby. Díky tomu se také tento typ přestavby dá z pohledu celkového času externích i interních činností považovat za nejnáročnější.

Tabulka 18 Návrh jízdního řádu velké přestavby - CP (Vlastní zpracování)

Velká přestavba - CP - s výměnou síta i pasty			
Seřizovač	Doba trvání (min)		Operátor
Dovezení nového materiálu	1,5	20,0	Vykládka vyjíždějících lísek
Příprava nových lísek a výrobků na stůl	1,0	1,0	Zapsání kusů do staré loskarty
Nachystání a kontrola síta a stěrek	2,0	1,0	Odnesení loskarty mistrovi
Naplnění prvních lísek vč. testovací	1,5	0,7	Odvezení vozíku s hotovými výrobky
Měření váhy testovacích kusů před potiskem	4,0	0,5	Dovezení prázdného vozíku na novou zakázku
Přenasazení nakladače (u rehteků)	4,0	0,7	Úklid starých lísek
Načepování/donesení nové pasty	2,5	5,0	Nakládka lísek
Vypnutí stroje	0,3		
Demontáž a očištění natahovací stěrky	1,0		
Demontáž a očištění potiskovací stěrky	1,0		
Demontáž síta vč. setření pasty do kelímku	1,0		
Demontáž a očištění spodní stěrky	1,5		
Čištění stroje	1,0		
Montáž potiskovací, natahovací a spodní stěrky	1,5		
Montáž síta	0,5		
Změna programu	1,0		
Změna teploty na sušce	3,0		
Nastavení přitlaku potiskovací stěrky	1,0		
Nanesení pasty na síto	0,5		
Potisk papíru + kontrola	1,0		
Potisk lísek vč. testovací	1,5		
Umytí síta a stěrek v acetonárně vč. uložení	4,0		
Výměna otáčecí lísky	3,0		
Vypsání dokumentace k nové zakázce	1,0		
Kontrolní měření váhy testovacích kusů	4,0		
Kontrolní měření přetečení testovacích kusů	1,5		
Zapnutí stroje	0,3		
Celkový čas	46,1	28,9	Celkový čas
Celkový čas zastavení stroje = 29,6 minut			

V níže zobrazeném grafu (Graf 17) lze pozorovat zejména velkou časovou náročnost externích činností u tohoto typu přestavby, které v součtu zabírají více než 16 minut.

Samotný čas zastavení stroje je však pouze 29,6 minuty, čímž se velká přestavba po aplikaci metody SMED liší od střední pouze v rámci minut.



Graf 17 Prolnutí činností seřizovače a operátora velké přestavby CP (Vlastní zpracování)

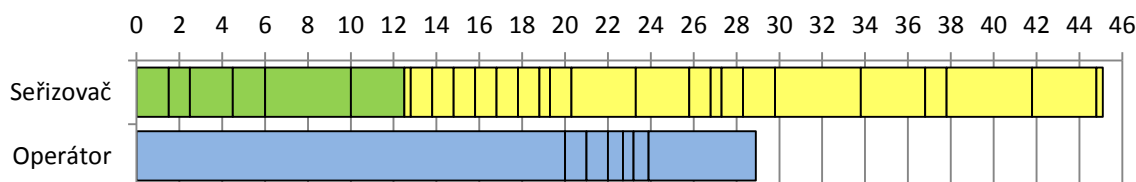
8.4.5 Velká přestavba - EL

Tabulka 19 Návrh jízdního řádu velké přestavby - EL (Vlastní zpracování)

Velká přestavba - EL - s výměnou síta i pasty			
Seřizovač	Doba trvání (min)		Operátor
Dovezení nového materiálu	1,5	20,0	Vykládka vyjíždějících lísek
Příprava nových lísek a výrobků na stůl	1,0	1,0	Zapsání kusů do staré loskarty
Nachystání a kontrola síta a stěrek	2,0	1,0	Odnesení loskarty mistrovi
Naplnění prvních lísek vč. testovací	1,5	0,7	Odvezení vozíku s hotovými výrobky
Měření váhy testovacích kusů před potiskem	4,0	0,5	Dovezení prázdného vozíku na novou zakázku
Načepování/donesení nové pasty	2,5	0,7	Úklid starých lísek
Vypnutí stroje	0,3	5,0	Nakládka lísek
Demontáž a očištění natahovací stěrky	1,0		
Demontáž a očištění potiskovací stěrky	1,0		
Demontáž síta vč. setření pasty do kelímku	1,0		
Demontáž a očištění spodní stěrky (u CP > EL)	1,0		
Čištění stroje	1,0		
Montáž potiskovací a natahovací stěrky	1,0		
Montáž síta	0,5		
Změna programu	1,0		
Změna teploty na sušce	3,0		
Nastavení polohovacích značek lísky a síta	2,5		
Nastavení přítlaku potiskovací stěrky	1,0		
Nanesení pasty na síto	0,5		
Potisk papíru + kontrola	1,0		
Potisk lísek vč. testovací	1,5		
Umytí síta a stěrek v acetonárně vč. uložení	4,0		
Výměna otáčecí lísky	3,0		
Vypsání dokumentace k nové zakázce	1,0		
Kontrolní měření váhy testovacích kusů	4,0		

Kontrolní měření volného okraje	3,0		
Zapnutí stroje	0,3		
Celkový čas	45,1	28,9	Celkový čas
Celkový čas zastavení stroje = 32,6 minut			

Poslední návrh nového jízdniho řádu se týká velké přestavby s nájezdem na potisk elektrody (Tabulka 19). Jak je možné pozorovat také z grafu níže (Graf 18), mezi externími činnostmi tentokrát není přenastavování nakladače, a proto zabírají přibližně 12 minut. Co se však týče času zastavení stroje, je tato přestavba časově nejnáročnější, vzhledem k tomu, že obsahuje činnosti spojené s elektrodou, stejně tak jako tento typ střední přestavby. U velkých přestaveb také mezi interními činnostmi figuruje přenastavení teplot na sušce, které trvá v průměru 3 minuty a celou přestavbu také zdatelně prodlužuje.



Graf 18 Prolnutí činností seřizovače a operátora velké přestavby EL (Vlastní zpracování)

Tento výsledek při tvorbě nových jízdniích řádů také potvrzuje správnost rozdělení přestaveb na malou, střední a velkou a dále rozlišení, zda bude u nové zakázky prováděn celoplošný potisk, nebo potisk elektrody. Díky tomuto rozdělení je daný typ jízdniho řádu velice přesný a obsahuje pouze ty činnosti, které jsou typické pro danou, konkrétní přestavbu.

8.5 Standardizace nových jízdniích řádů

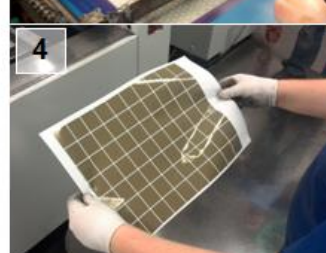
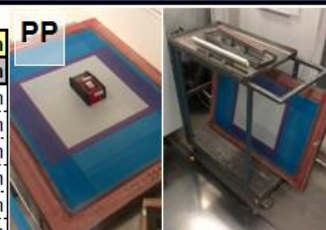
Finálním krokem aplikace metody SMED u přestaveb na pracovišti metalizace a hlavním výstupem celého diplomového projektu bylo vypracování standardizovaného formuláře, díky kterému byly následně vypracovány standardy jednotlivých přestaveb. Tyto standardy budou nyní sloužit jako instruktážní materiál pro nové i stávající seřizovače a budou udávat přesný postup, jakým způsobem provádět daný typ přestavby a za jakou dobu. Pro názornost byly do standardu doplněny také instruktážní fotografie důležitých kroků přestavby. Tyto standardy budou trvale vylepeny na informační nástěnce pracoviště metalizace společně se standardem celého pracoviště. Vytvořený formulář pro nový jízdnií řád po aplikaci metody SMED bude také nadále využíván při postupné standardizaci

přestaveb na pracovišti lapovna a všech dalších pracovištích společnosti EPCOS, s.r.o., které doposud nemají pro své přestavby vytvořeny standard.

SMED - JÍZDNÍ ŘÁD			TDK
NÁZEV OPERACE:	PŘESTAVBA NA EL	SCHVÁLENO:	Průmysl. inženýr:
PROVOZ:	PTC		Hlavní mistr:
PRACOVIŠTĚ:	METALIZACE		Vedoucí výroby:
STROJ:	EKRA - 2 pracovníci	DATUM:	15.3.2015

ČAS ZASTAVENÍ STROJE
32 min
S VÝMĚNOU SÍTA I PASTY

PŘÍPRAVNÉ PRÁCE (externí činnosti)		12,50 min
1. PŘÍPRAVA PRACOVNÍCH POMŮCEK A MATERIÁLU		12,50 min
✓ Dovězení nového materiálu a loskarty		1,50 min
✓ Nachystání a kontrola síta a stěrky		2,00 min
✓ Příprava nových lisek a výrobků na stůl		1,00 min
✓ Naplnění prvních lisek vč. testovacích		1,50 min
✓ Měření váhy testovacích kusů před potiskem		4,00 min
✓ Načepování/donesení nové pasty		2,50 min
PŘESTAVBOVÉ PRÁCE (interní činnosti)		32,00 min
1. DEMONTÁŽ POTISKOVAČÍCH KOMPONENT		5,00 min
✓ Demontáž vč. čištění natahovací stěrky		1,00 min
✓ Demontáž vč. čištění potiskovací stěrky		1,00 min
✓ Demontáž vč. čištění spodní stěrky (pouze u přestavby CP > EL)		1,00 min
✓ Seřízení pasty do kelímku a demontáž síta		1,00 min
✓ Čištění vnitřku stroje a vyfoukání vzduchem		1,00 min
2. MONTÁŽ POTISKOVAČÍCH KOMPONENT		1,50 min
✓ Montáž nachystaných stěrky (potiskovací a natahovací)		1,00 min
✓ Montáž nachystaného síta		0,50 min
3. NASTAVENÍ STROJE		8,00 min
✓ Přenastavení teploty na sušce		3,00 min
✓ Přehrátí programu stroje a nastavení světelné brány		1,00 min
✓ Nastavení polohovacích značek lisky a síta		2,50 min
✓ Ruční seřízení přítlaku stěrky		1,00 min
✓ Nanesení pasty na síto		0,50 min
4. TESTOVÁNÍ		10,50 min
✓ Potisk na papír, případné seřízení stěrky		1,00 min
✓ Potisk lisek vč. testovacích		1,50 min
✓ Průjezd testovací liskou drahou a chlazení ¹		7,00 min
✓ Vyplnění potřebné dokumentace		1,00 min
5. MĚŘENÍ		7,00 min
✓ Měření váhy testovacích kusů po potisku		4,00 min
✓ Měření volného okraje na mikroskopu		3,00 min
UKONČOVACÍ PRÁCE (externí činnosti)		3,50 min
✓ Odnesení staré pasty		0,50 min
✓ Podle potřeby - výměna bedny na polystyrény		2,00 min
✓ Předepsání směnového výkazu		1,00 min


SEŘIZOVAČ

V průběhu čekání na projetí testovací lisky seřizovač umyje v acetonárně síto a stěrky, uklidí je na své místo a vymění otáčecí lisku


OPERÁTOR

V průběhu přípravných prací seřizovače operátor vyjíždí starou zakázku. Po vyjetí запиše kusy do staré loskarty a odnese ji mistrovi. Odveze vozík s hotovými výrobky, nachystá prázdný vozík a uklidí staré lisky.

Obrázek 29 Standard velké přestavby - EL (Vlastní zpracování)

Obrázek výše (Obrázek 29) znázorňuje hotový standard jízdního řádu pro nejnáročnější přestavbu *Velká – EL*. Ostatní čtyři standardy pro zbylé typy přestaveb se z důvodu prostorové náročnosti nachází v příloze této diplomové práce (Příloha I – Příloha IV).

Po standardizaci byly nové hodnoty časů přestaveb také navedeny do informačního systému SAP za účelem přesného plánování výroby. Při zjišťování současného stavu časové hodnoty přestavby v informačním systému bylo zjištěno, že přestože se doby přestaveb ve fázi před realizací projektu pohybovaly v rozmezí 50-80 minut, systém při plánování kalkuloval s naprosto nereálnou hodnotou 30 minut. Kvůli této nepřesnosti docházelo ve výrobě k neplnění plánu a odchylky u časů přestaveb se odůvodňovaly např. tím, že se při přestavbě opakovalo měření, které ji prodloužilo apod.

Do systému SAP tedy byly navedeny reálné hodnoty časů přestaveb, viz Tabulka 20.

Tabulka 20 Zaevidované hodnoty do systému SAP (Vlastní zpracování)

Typ přestavby	Zaevidovaná hodnota
Malá přestavba	19 min
Střední přestavba – CP	25 min
Střední přestavba – EL	30 min
Velká přestavba – CP	29 min
Velká přestavba – EL	32 min

9 VYHODNOCENÍ PŘÍNOSU PROJEKTU

Po zavedení nápravných opatření a aplikaci metody SMED na pracovišti metalizace ve společnosti EPCOS, s.r.o. je možné u každé přestavby dosáhnout úspor, které jsou vyznačeny v následujících podkapitolách. Vyhodnocení přínosů tohoto projektu je založeno na konzultaci výsledků s Ing. Pavlem Stejskalem – vedoucím oddělení průmyslového inženýrství společnosti EPCOS, s.r.o.

9.1 Propočet časové úspory

Následující tabulka (Tabulka 21) znázorňuje časové porovnání původního stavu před zahájením projektu s výsledky dosaženými po aplikaci metody SMED. Doba trvání přestaveb za původního stavu je vyjádřena průměrem všech náměrů vzhledem k tomu, že naměřené původní hodnoty se u každého seřizovače značně lišily.

Dále při kalkulaci předpokládané úspory došlo k očištění původních hodnot o veškeré čekání na váhu, které přestavby značně prodlužovalo a také prostoje z důvodu lidského faktoru. Bylo tak učiněno po domluvě projektového týmu vzhledem k tomu, že eliminací čekání a prostojů nedošlo ke zlepšení a zásahu do samotného procesu přestavby, a proto by odhadovaná úspora neodpovídala realitě.

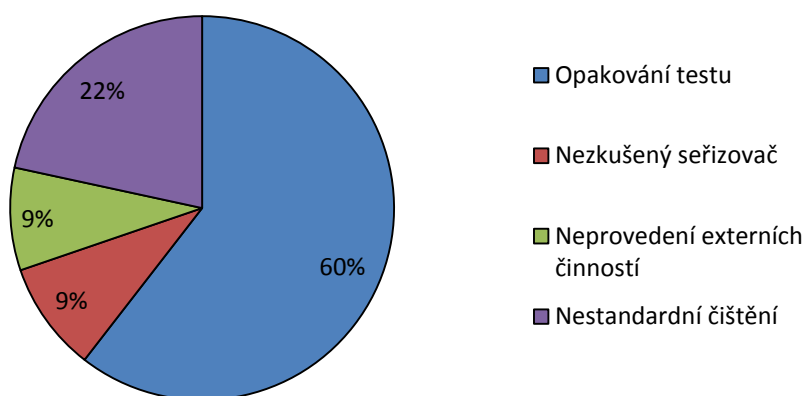
Tabulka 21 Propočet časové úspory (Vlastní zpracování)

	Původní stav		Nový stav	
	Průměrný čas přestavby vč. čekání	Průměrný čas přestavby bez čekání	Standard přestavby	Úspora na přestavbu
Malá přestavba	52,86 min	42,98 min	19 min	23,98 min
Střední přestavba – CP	44,13 min	35,03 min	25 min	10,03 min
Střední přestavba – EL	60,10 min	52,16 min	30 min	22,16 min
Velká přestavba – CP	50,57 min	43,78 min	29 min	14,78 min
Velká přestavba – EL	62,75 min	51,52 min	32 min	19,52 min
Ø	54,08 min	45,09 min	27 min	18,09 min

Je patrné, že při dodržování nových standardů jízdních řádů je možné dosáhnout úspory v rozsahu 10 – 24 minut s průměrnou úsporou přibližně 18 minut na přestavbu. Společnost EPCOS, s.r.o. nyní musí klást velký důraz na dostatečné proškolení pracovníků a jejich seznámení s novými postupy, aby docházelo k co nejmenším odchýlkám od standardů.

Z důvodu zjištění nejčastějších odchylek od standardů po aplikaci metody SMED byly provedeny další tři snímky pracovního dne v průběhu ranních směn ve dnech 30. 3. – 1. 4. 2015 díky kterým bylo zjištěno, že nejčastěji nyní dochází k odchylkám z důvodu opakování měření, které je zapříčiněno špatným nastavováním přítlaku stěrky vzhledem k nezkušenosti nových seřizovačů, kteří na pracovišti metalizace v průběhu měření měli dvě ze tří směn. Dalším důvodem je pomalé provedení některých činností a neprovedení ext. činností, související souvisí s jejich nedostatečným seznámením s novými jízdními řády.

Procentuální vyjádření jednotlivých odchylek jsou vyznačeny v Grafu 19.



Graf 19 Analýza odchylek od standardů přestaveb (Vlastní zpracování)

Všechny tyto důvody však lze poměrně snadno řešit, a jak již bylo zmíněno, po ukončení tohoto projektu se společnost EPCOS, s.r.o. musí zaměřit zejména na kvalitní proškolení všech pracovníků a jejich seznámení s projektem.

9.2 Propočet finanční úspory

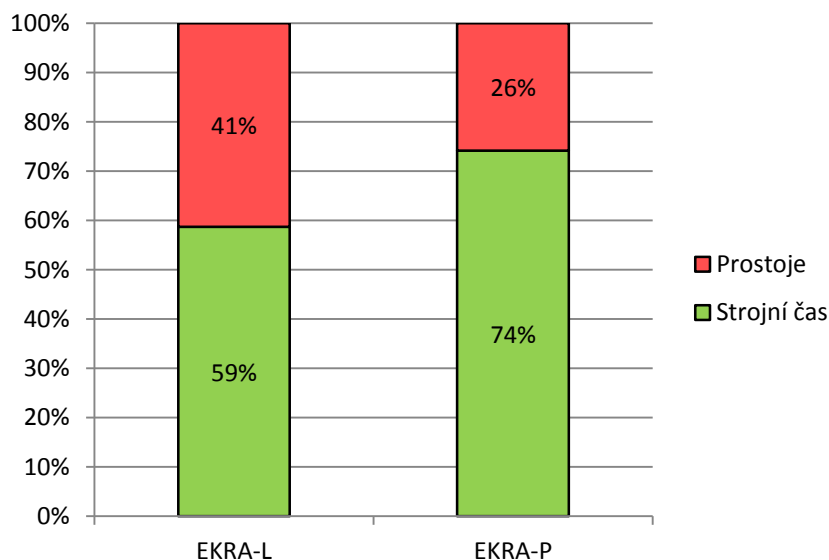
Průměrná časová úspora na přestavbu je na základě předchozí kapitoly následně použita pro vyčíslení roční úspory v eurech a českých korunách, viz Tabulka 22.

Tabulka 22 Propočet finanční úspory (Vlastní zpracování)

	Přepočtná jednotka	Hodnota	Pozn.
Průměrný počet přestaveb týdně	75	1 357	min/týden
Pracovních týdnů v roce	52	70 560	min/rok
Přepočet na hodiny	60	1 176	hod/rok
Náklady na pracovníka/hod (EUR)	6	7 056	€/rok
Počet pracovníků na přetavbu	2	14 112	€/rok
Přepočet EUR > CZK (ke dni 10. 4. 2015)	27,38	386 387	Kč/rok

Celková kalkulovaná roční úspora dosáhla na dvou linkách Ekra na pracovišti metalizace 386 387 Kč. Vzhledem k tomu, že je výpočet založen na průměrných hodnotách a také na předpokladu, že se nové jízdni řády budou 100% dodržovat, jedná se o odhadovanou úsporu. Konkrétní finanční přínos tohoto projektu by měl být vypočítán na základě dlouhodobého pozorování a zaznamenávání nynější situace na pracovišti. Ve finanční kalkulaci nejsou zahrnuty žádné náklady vzhledem k tomu, že jedinými položkami, které vyžadovaly investici, byly nové stěrky, jejichž cena se pohybovala v rámci stokorun. Při dodržování nových jízdni řádů se předpokládá také zvýšení využití strojního zařízení (linek EKRA-L a EKRA-P) na pracovišti metalizace přibližně v průměru o 12 %.

V průběhu opětovného snímkování strojů ve dnech 30. 3. – 1. 4. 2015 bylo pro porovnání s původním stavem zaznamenáváno také vytížení strojů. Výsledky tohoto pozorování jsou znázorněny v následujícím grafu (Graf 20). Oproti původním hodnotám měření vytížení stroje (48 % EKRA-L a 55% EKRA-P) lze vidět znatelný nárůst. Tyto výsledky je však nutné brát s rezervou vzhledem k pouze tří dennímu sledování strojů. Na lince EKRA-P navíc v těchto třech dnech nebyl prováděn průměrný počet 5 přestaveb na směnu, nýbrž pouze 3. Na lince EKRA-L však tento graf poukazuje na výrazné zlepšení využití strojního zařízení (se zachováním průměrně 5 přestaveb na směnu), a tak lze odhadované zvýšení využití strojů o 12 % považovat za reálné.



Graf 20 Vytížení strojů na pracovišti metalizace po aplikaci metody SMED (Vlastní zpracování)

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na zefektivnění výrobního procesu na vybraném pracovišti ve společnosti EPCOS, s.r.o. Hlavním cílem diplomového projektu bylo posléze určeno zkrácení doby přestaveb na pracovišti metalizace pomocí aplikace metody SMED.

V teoretické části se nachází literární rešerše zaměřená na charakteristiku pojmů z oblasti průmyslového inženýrství, metody SMED a dalších metod PI využitých v diplomové práci.

Začátkem praktické části autor diplomové práce představuje společnost EPCOS, s.r.o. a její výrobní portfolio za účelem seznámení čtenářů se základními informacemi o společnosti. Dále z důvodu porozumění celému výrobnímu procesu byla v úvodu analytické části nejdříve provedena analýza technologického postupu výroby pozistorů. Poté bylo pomocí analýzy celkové efektivnosti zařízení zjištěno nejméně vytěžované pracoviště – metalizace. Na tomto pracovišti byla provedena detailní analýza současného stavu zahrnující popis pracoviště, jeho strojního zařízení a za účelem ověření celkové efektivnosti zařízení byl proveden snímek pracovního dne dvou linek s následnou analýzou jejich prostojů.

Hlavní příčinou prostojů na pracovišti metalizace byly zjištěny časově náročné přestavby, které probíhají až 75 krát týdně. Autor diplomové práce společně se zbytkem projektového týmu na základě provedených analýz vybral přestavby jako kritickou část procesu metalizace a nadále se jimi zabýval. V závěru analytické části byly jednotlivé přestavby rozčleněny na pět základních typů dle svojí náročnosti a u každého typu přestavby byl sledován a zaznamenáván její současný jízdní řád.

Na analytickou část autor navázal projektovou částí, ve které používá základní principy metody SMED, jako je oddělení interních činností od externích, přesun interních činností na externí a snížení doby interních a externích činností pro snížení času jednotlivých přestaveb. Jako nejefektivnější opatření se ukázalo být využití druhého pracovníka a přesun některých činností na něj. Dále byl upraven layout pracoviště za účelem zamezení plýtvání ve formě zbytečných pohybů a chůze a byla zavedena další nápravná opatření směřující ke zkrácení doby přestaveb. Na základě implementování nápravných opatření byly vytvořeny nové jízdní řády, které byly odzkoušeny v provozu a následně standardizovány v autorem vytvořeném formuláři. V závěrečné fázi diplomové práce je propočítána odhadovaná časová i finanční úspora, které je možné dosáhnout v případě dodržování výstupů tohoto projektu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ABILLA, Pete, ©2010. Lean Cost Savings and Profit=(Price-Cost) Explained. *Shmula* [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <http://www.shmula.com/lean-management-and-cost-reduction/4592/>
- ANDRÝSEK, Leoš, ©2006. Možnosti průmyslového inženýrství. *Moderní řízení* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://modernirizeni.ihned.cz/c1-19494840-moznosti-prumysloveho-inzenyrstvi>
- BURIETA, Ján, 2013. *Metóda 5S: základy štíhleho podniku*. Žilina: IPA Slovakia, 46 s. ISBN 978-80-89667-04-8.
- CEZ (OEE), ©2012. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/CEZ-OEE.htm>
- Čekání, ©2012. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-cekani.htm>
- Efektivita výroby, ©2013-2015. *BTS Technik* [online]. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.btstechnik.cz/index.php/efektivita-vyroby>
- Efektivnost (Efficiency), ©2015. *ManagementMania* [online]. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/efektivnost>
- EPCOS, s.r.o., ©2015. *Výroční zpráva 2014* [online]. Šumperk, 35s. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=b86f31c99899446abae120a63e3875af>
- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 139 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
- IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 8025108503.
- IPA Slovakia, ©2007. *Hodnota* [online]. [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/hodnota>
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2001. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, xi, 115 s. ISBN 80-717-9471-6.
- KHAN, M. I, 2006. *Industrial engineering*. New Delhi: New Age International (P) Ltd. Publishers. ISBN 81-224-1509-1.

- KORMANEC, Peter, ©2007. SMED. *IPA Slovakia* [online]. [cit. 2015-04-17]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/smed>
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.
- KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR, 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: inFORM, 1 sv (různé stránkování). ISBN 8096858319.
- KYSEL, Marek, ©2012. Štíhla výroba – lean. *IPA Slovakia* [online]. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/stihla-vyroba-lean>
- MAREK, Miroslav, ©2012. Nadvýroba. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/Methodika-Nadvyroba.htm>
- MAŠÍN, Ivan, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 254 s. ISBN 80-902-2350-8.
- MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Vyd. 1. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.
- Nadpráce, ©2005-2015. *API* [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68173.nadprace/>
- OEE (Celková efektivita zařízení), ©1986-2015. *ATS* [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.ats-global.com/cz/cs/22_projekty/2089_oee-celkova-efektivita-zarizeni.html?do=article
- ŌNO, Taiichi, c1988. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Cambridge, Mass.: Productivity Press, xix, 143 p. ISBN 0915299143.
- PATOČKA, Miroslav, ©2013. OEE a odvozené ukazatele TEEP, PEE, OAE, OPE, OFE, OTE a CTE. *MES Centrum* [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/spoluprace/90-mes/clanky/mes-mom/133-oee>
- PIVODOVÁ, Pavlína, ©2014. Swot analýza, logický rámeček, riziková analýza. In: *Průmyslové moderace* [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://vyuka.fame.utb.cz/mod/resource/view.php?id=44153>

Productivity Committee of the European Productivity Agency, 1959 cit. podle KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: inFORM, 2002, 1 sv (různé stránkování). ISBN 8096858319.

Průmyslové inženýrství, ©2006. *API* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/69173.prumyslove-inzenyrstvi/>

RIPRAN, ©2015. [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.ripran.cz/>

SHINGŌ, Shigeo, c1996. *Quick changeover for operators: the SMED system*. Portland, Or.: The Press, 96 p. ISBN 15-632-7125-7.

SMED – Single-Minute Exchange of Dies, ©2010-2013. *LeanProduction* [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: <http://www.leanproduction.com/smed.html>

SMED, ©2012. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>

SVOZILOVÁ, Alena a Ivan MAŠÍN, 2006. *Projektový management: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1. vyd. Praha: Grada, 353 s. ISBN 80-247-1501-5.

TDK, ©2015. [online]. [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <http://www.global.tdk.com/>

Ukazatel OEE, ©2005-2015. *API* [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68415.ukazatel-oe/>

VEBER, Jaromír, 2006. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 358 s., viii s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1.

Veřejný rejstřík a Sběrka listin, ©2012-2014. [online]. [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik>

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 193 s. ISBN 80-902-2353-2.

Výrobní systém Toyota TPS a jeho přínosy pro podnikání, ©2010. *Toyota Material Handling* [online]. č. 1 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: http://www.toyota-forklifts.cz/sitecollectiondocuments/tps_nahled.pdf

Zásoba, ©2005-2015. *API* [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68163.zasoby/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PTC	Positive Thermal Coefficient
SMED	Single Minute Exchange of Dies
CEZ	Celková efektivnost zařízení
OEE	Overall Equipment Effectiveness
VSM	Value Stream Mapping
TPM	Total Productive Maintenance
RIPRAN	Risk Project Analysis
JIT	Just in Time

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Toyota Production Systém (Toyota Material Handling, ©2010, s. 5)</i>	<i>11</i>
<i>Obrázek 2 Štíhlý podnik (Přepřacováno z Košturiak a Frolík, 2006, s. 20)</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 3 Štíhlá výroba (Přepřacováno z Kysel', ©2012)</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 4 Sedm druhů plýtvání (Vlastní zpracování)</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 5 Postup aplikace metody SMED (Svět produktivity, ©2012)</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 6 Prostředky pro 1. krok SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 216)</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 7 Složky využitelného časového fondu pro výpočet CEZ (Svět produktivity, ©2012).....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 8 Budova společnosti EPCOS, s.r.o. (Vlastní zpracování)</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 9 Divize společnosti EPCOS, s.r.o. (Vlastní zpracování)</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 10 Podíl prodaného sortimentu na tržbách (Vlastní zpracování)</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 11 Portfolio výrobků společnosti EPCOS, s.r.o. (Interní materiály)</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 12 R/T křivka PTC (Interní materiály)</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 13 Využití produktů divize PTC (Interní materiály).....</i>	<i>40</i>
<i>Obrázek 14 Technologický postup výroby pozistorů (Vlastní zpracování)</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 15 Lisování a následný sintering (Vlastní zpracování)</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 16 Lapování a výpal po metalizaci (Vlastní zpracování)</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek 17 Řezání a RK měření (Vlastní zpracování)</i>	<i>45</i>
<i>Obrázek 18 Linka EKRA-P (Vlastní zpracování)</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 19 Automatický výtah a rotační kartáč (Vlastní zpracování).....</i>	<i>50</i>
<i>Obrázek 20 Průběh potisku metalizační pastou (Vlastní zpracování).....</i>	<i>50</i>
<i>Obrázek 21 Layout pracoviště metalizace (Interní materiály)</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 22 Setření pasty ze síta (Vlastní zpracování)</i>	<i>58</i>
<i>Obrázek 23 Nastavení přítlaku stěrky a potisk papíru (Vlastní zpracování).....</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 24 Měření (Interní materiály)</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 25 Návrh layoutu rozmístění materiálu na pracovišti (Vlastní zpracování)</i>	<i>75</i>
<i>Obrázek 26 Náhradní potiskovací stěrky (Vlastní zpracování)</i>	<i>76</i>
<i>Obrázek 27 Využívání vozíku na nachystání stěrek a síta (Vlastní zpracování)</i>	<i>77</i>
<i>Obrázek 28 Přenastavování nakladače (Vlastní zpracování).....</i>	<i>78</i>
<i>Obrázek 29 Standard velké přestavby - EL (Vlastní zpracování).....</i>	<i>86</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Produktivita strojního zařízení (Přepřacováno z Mašín, 1996, s. 39).....</i>	<i>13</i>
<i>Tabulka 2 Určení pravděpodobnost rizika a scénáře při analýze RIPRAN (Pivodová, 2014).....</i>	<i>27</i>
<i>Tabulka 3 Určení pravděpodobnosti dopadu při analýze RIPRAN (Pivodová, 2014)</i>	<i>27</i>
<i>Tabulka 4 Určení výsledné hodnoty rizika při analýze RIPRAN (Pivodová, 2014)</i>	<i>27</i>
<i>Tabulka 5 Počet přestaveb v roce 2015 (Interní materiály)</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 6 Rozdělení typů přestaveb (Vlastní zpracování)</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 7 Analýza současného jízdního řádu malé přestavby (Vlastní zpracování)</i>	<i>60</i>
<i>Tabulka 8 Analýza současného jízdního řádu střední přestavby - CP (Vlastní zpracování)</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 9 Analýza současného jízdního řádu střední přestavby - EL (Vlastní zpracování)</i>	<i>63</i>
<i>Tabulka 10 Analýza současného jízdního řádu velké přestavby - CP (Vlastní zpracování)</i>	<i>64</i>
<i>Tabulka 11 Analýza současného jízdního řádu velké přestavby - EL (Vlastní zpracování)</i>	<i>66</i>
<i>Tabulka 12 Riziková analýza RIPRAN (Vlastní zpracování).....</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 13 Nápravná opatření k rizikové analýze RIPRAN (Vlastní zpracování).....</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 14 Tabulka zastoupení při přestavbách (Vlastní zpracování)</i>	<i>73</i>
<i>Tabulka 15 Návrh jízdního řádu malé přestavby (Vlastní zpracování)</i>	<i>79</i>
<i>Tabulka 16 Návrh jízdního řádu střední přestavby - CP (Vlastní zpracování)</i>	<i>80</i>
<i>Tabulka 17 Návrh jízdního řádu střední přestavby - EL (Vlastní zpracování)</i>	<i>81</i>
<i>Tabulka 18 Návrh jízdního řádu velké přestavby - CP (Vlastní zpracování)</i>	<i>83</i>
<i>Tabulka 19 Návrh jízdního řádu velké přestavby - EL (Vlastní zpracování)</i>	<i>84</i>
<i>Tabulka 20 Zaevidované hodnoty do systému SAP (Vlastní zpracování).....</i>	<i>87</i>
<i>Tabulka 21 Propoččet časové úspory (Vlastní zpracování)</i>	<i>88</i>
<i>Tabulka 22 Propoččet finanční úspory (Vlastní zpracování)</i>	<i>89</i>

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1 Vývoj počtu zaměstnanců polečnosti EPCOS, s.r.o. (Interní materiály)</i>	37
<i>Graf 2 Využití strojního zařízení jednotlivých pracovišť (Vlastní zpracování)</i>	46
<i>Graf 3 Vytížení strojního zařízení EKRA-L a EKRA-P v průběhu hodinových intervalů</i>	47
<i>Graf 4 Snímek pracovního dne linek Ekra (Vlastní zpracování)</i>	52
<i>Graf 5 Analýza prostojů linky EKRA-L (Vlastní zpracování)</i>	54
<i>Graf 6 Analýza prostojů linky EKRA-P (Vlastní zpracování)</i>	54
<i>Graf 7 Paretův diagram prostojů linek Ekra (Vlastní zpracování)</i>	55
<i>Graf 8 Rozdělení činností - Malá přestavba (Vlastní zpracování)</i>	61
<i>Graf 9 Rozdělení činností - Střední přestavba - CP (Vlastní zpracování)</i>	62
<i>Graf 10 Rozdělení činností - Střední přestavba - EL (Vlastní zpracování)</i>	64
<i>Graf 11 Rozdělení činností - Velká přestavba - CP (Vlastní zpracování)</i>	66
<i>Graf 12 Rozdělení činností - Velká přestavba - EL (Vlastní zpracování)</i>	67
<i>Graf 13 Časový harmonogram projektu (Vlastní zpracování)</i>	69
<i>Graf 14 Prolnutí činností seřizovače a operátora malé přestavby (Vlastní zpracování)</i>	79
<i>Graf 15 Prolnutí činností seřizovače a operátora střední přestavby CP (Vlastní zpracování)</i>	81
<i>Graf 16 Prolnutí činností seřizovače a operátora střední přestavby EL (Vlastní zpracování)</i>	82
<i>Graf 17 Prolnutí činností seřizovače a operátora velké přestavby CP (Vlastní zpracování)</i>	84
<i>Graf 18 Prolnutí činností seřizovače a operátora velké přestavby EL (Vlastní zpracování)</i>	85
<i>Graf 19 Analýza odchylek od standardů přestaveb (Vlastní zpracování)</i>	89
<i>Graf 20 Vytížení strojů na pracovišti metalizace po aplikaci metody SMED (Vlastní zpracování)</i>	90

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Standard malé přestavby
- P II Standard střední přestavby – CP
- P III Standard střední přestavby – EL
- P IV Standard velké přestavby – CP
- P V Tabulka zastoupení
- P VI Rozložení pracoviště – pro *Heater disk* a *Motorstart*

PŘÍLOHA P I: STANDARD MALÉ PŘESTAVBY

SMED - JÍZDNÍ ŘÁD			
NÁZEV OPERACE:	PŘESTAVBA CP>CP nebo EL>EL	SCHVÁLENO:	Průmysl. inženýr.
PROVOZ:	PTC		Hlavní mistr.
PRACOVNÍŠTĚ:	METALIZACE		Vedoucí výroby.
STROJ:	EKRA - 2 pracovníci	DATUM:	15.3.2015

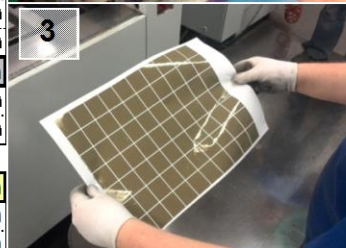


ČAS ZASTAVENÍ STROJE

19 min

BEZ VÝMĚNY SÍTA A PASTY

PŘÍPRAVNÉ PRÁCE (externí činnosti)		8,00 min
1. PŘÍPRAVA PRACOVNÍCH POMŮCEK A MATERIÁLU		8,00 min
✓	Dovezení nového materiálu a loskarty	1,50 min
✓	Příprava nových lisek a výrobků na stůl	1,00 min
✓	Naplnění prvních lisek vč. testovací	1,50 min
✓	Měření váhy testovacích kusů před potiskem	4,00 min
PŘESTAVBOVÉ PRÁCE (interní činnosti)		19,00 min
1. ČIŠTĚNÍ KOMPONENT A STROJE		2,00 min
✓	Čištění spodní stěrky a rozetření pasty po síti	1,00 min
✓	Čištění vnitřku stroje a vyfoukání vzduchem	1,00 min
2. NASTAVENÍ STROJE		2,00 min
✓	Přehrání programu stroje a nastavení světelné brány	1,00 min
✓	Ruční seřízení přítaku stěrky	1,00 min
3. TESTOVÁNÍ		9,50 min
✓	Potisk na papír, případné seřízení stěrky	1,00 min
✓	Potisk lisek vč. testovací	1,50 min
✓	Průjezd testovací lisky drahou a chlazení	7,00 min
4. MĚŘENÍ		5,50 min
✓	Měření váhy testovacích kusů po potisku	4,00 min
✓	Měření přetečení/vlnného okraje na mikroskopu	1,50 min
UKONČOVACÍ PRÁCE (externí činnosti)		3,00 min
✓	Podle potřeby - výměna bedny na polystyrény	2,00 min
✓	Předepsání směnového výkazu	1,00 min



SEŘIZOVAČ

V průběhu čekání na projetí testovací lisky seřizovač vypíše potřebnou dokumentaci a případně vymění otáčecí lisku



OPERÁTOR

V průběhu přípravných prací seřizovače operátor vyjíždí starou zakázku. Po vyjetí zapíše kusy do staré loskarty a odnese ji mistrovi. Odveze vozík s hotovými výrobky, nachystá prázdný vozík a uklidí staré lisky.

PŘÍLOHA P II: STANDARD STŘEDNÍ PŘESTAVBY – CP

SMED - JÍZDNÍ ŘÁD		TDK	
NÁZEV OPERACE:	PŘESTAVBA NA CP	SCHVÁLENO:	Průmysl. inženýr:
PROVOZ:	PTC		Hlavní mistr:
PRACOVNÍ TĚ:	METALIZACE		Vedoucí výroby:
STROJ:	EKRA - 2 pracovníci	DATUM:	15.3.2015

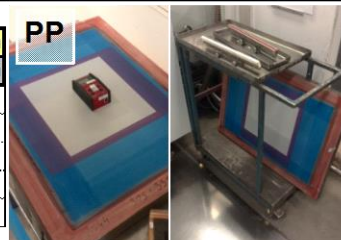
ČAS ZASTAVENÍ STROJE

25 min

S VÝMĚNOU SÍTA

PŘÍPRAVNÉ PRÁCE (externí činnosti)		10,00 min
1. PŘÍPRAVA PRACOVNÍCH POMŮCEK A MATERIÁLU		10,00 min
✓	Dovezení nového materiálu a loskarty	1,50 min
✓	Nachystání a kontrola síta a stěrek	2,00 min
✓	Příprava nových lisek a výrobků na stůl	1,00 min
✓	Naplnění prvních lisek vč. testovací	1,50 min
✓	Měření váhy testovacích kusů před potiskem	4,00 min

PP



PŘESTAVBOVÉ PRÁCE (interní činnosti)		24,50 min
1. DEMONTÁŽ POTISKOVAČÍCH KOMPONENT		4,50 min
✓	Demontáž vč. čištění natahovací stěrky	1,00 min
✓	Demontáž vč. čištění potiskovací stěrky	1,00 min
✓	Seřízení pasty do kelímku a demontáž síta	1,00 min
✓	Očištění/montáž spodní stěrky	0,50 min
✓	Čištění vnitřku stroje a vyfoukání vzduchem	1,00 min
2. MONTÁŽ POTISKOVAČÍCH KOMPONENT		1,50 min
✓	Montáž nachystaných stěrek (potiskovací a natahovací)	1,00 min
✓	Montáž nachystaného síta	0,50 min
3. NASTAVENÍ STROJE		2,50 min
✓	Přehrání programu stroje a nastavení světelné brány	1,00 min
✓	Ruční seřízení přítlaku stěrky	1,00 min
✓	Nanesení pasty na síto	0,50 min
4. TESTOVÁNÍ		10,50 min
✓	Potisk na papír, případné seřízení stěrky	1,00 min
✓	Potisk lisek vč. testovací	1,50 min
✓	Průjezd testovací lisky drahou a chlazení	7,00 min
✓	Vypsání potřebné dokumentace	1,00 min
5. MĚŘENÍ		5,50 min
✓	Měření váhy testovacích kusů po potisku	4,00 min
✓	Měření přetečení na mikroskopu	1,50 min

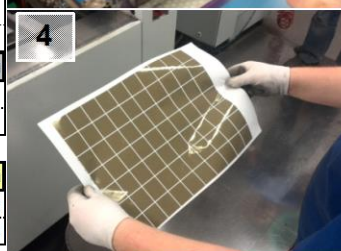
1



3



4



4



5



SEŘIZOVAČ

V průběhu čekání na projetí testovací lisky seřizovač umyje v acetonárně síto a stěrky a uklidí je na své místo a vymění otáčecí lisku



OPERÁTOR

V průběhu přípravných prací seřizovače operátor vyjždí starou zakázku. Po vyjetí zapíše kusy do staré loskarty a odnese ji mistrovi. Odveze vozík s hotovými výrobky, nachystá prázdný vozík a uklidí staré lisky.

PŘÍLOHA P III: STANDARD STŘEDNÍ PŘESTAVBY – EL

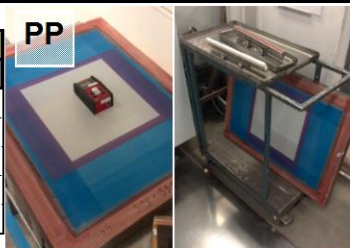
SMED - JÍZDNÍ ŘÁD			
NÁZEV OPERACE:	PŘESTAVBA NA EL	SCHVÁLENO:	Průmysl. inženýr.
PROVOZ:	PTC		Hlavní mistr:
PRACOVNÍŠTĚ:	METALIZACE		Vedoucí výroby:
STROJ:	EKRA - 2 pracovníci	DATUM:	15.3.2015

ČAS ZASTAVENÍ STROJE

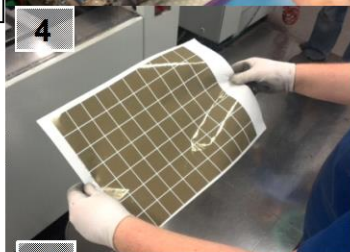
30 min

S VÝMĚNOU SÍTA

PŘÍPRAVNÉ PRÁCE (externí činnosti)		10,00 min
1. PŘÍPRAVA PRACOVNÍCH POMŮCEK A MATERIÁLU		10,00 min
✓	Dovezení nového materiálu a loskarty	1,50 min
✓	Nachystání a kontrola síta a stěrek	2,00 min
✓	Příprava nových lisek a výrobků na stůl	1,00 min
✓	Naplnění prvních lisek vč. testovací	1,50 min
✓	Měření váhy testovacích kusů před potiskem	4,00 min



PŘESTAVBOVÉ PRÁCE (interní činnosti)		29,50 min
1. DEMONTÁŽ POTISKOVAČÍCH KOMPONENT		5,50 min
✓	Demontáž vč. čištění natahovací stěrky	1,00 min
✓	Demontáž vč. čištění potiskovací stěrky	1,00 min
✓	Demontáž vč. čištění spodní stěrky (pouze u přestavby CP > EL)	1,50 min
✓	Seřízení pasty do kelímku a demontáž síta	1,00 min
✓	Čištění vnitřku stroje a vyfoukání vzduchem	1,00 min
2. MONTÁŽ POTISKOVAČÍCH KOMPONENT		1,50 min
✓	Montáž nachystaných stěrek (potiskovací a natahovací)	1,00 min
✓	Montáž nachystaného síta	0,50 min
3. NASTAVENÍ STROJE		5,00 min
✓	Přehrání programu stroje a nastavení světelné brány	1,00 min
✓	Nastavení polohovacích značek lisky a síta	2,50 min
✓	Ruční seřízení přítaku stěrky	1,00 min
✓	Nanesení pasty na síto	0,50 min
4. TESTOVÁNÍ		10,50 min
✓	Potisk na papír, případné seřízení stěrky	1,00 min
✓	Potisk lisek vč. testovací, případné seřízení vycentrování	1,50 min
✓	Průjezd testovací lisky drahou a chlazení	7,00 min
✓	Vypsání potřebné dokumentace	1,00 min
5. MĚŘENÍ		7,00 min
✓	Měření váhy testovacích kusů po potisku	4,00 min
✓	Měření volného okraje na mikroskopu	3,00 min



SEŘIZOVAČ

V průběhu čekání na projetí testovací lisky seřizovač umyje v acetonárně síto a stěrky, uklidí je na své místo a vymění otáčecí lisku

OPERÁTOR



V průběhu přípravných prací seřizovače operátor vyjíždí starou zakázku. Po vyjetí zapíše kusy do staré loskarty a odnese ji mistrovi. Odveze vozík s hotovými výrobky, nachystá prázdný vozík a uklidí staré lisky.

V případě pokynů na loskartě měřit i elektrodu (+ 5 min)

PŘÍLOHA P IV: STANDARD VELKÉ PŘESTAVBY – CP

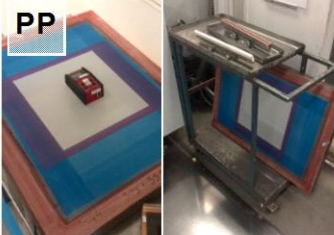
SMED - JÍZDNÍ ŘÁD		TDK	
NÁZEV OPERACE:	PŘESTAVBA NA CP	SCHVÁLENO:	Průmysl. inženýr:
PROVOZ:	PTC		Hlavní mistr:
PRACOVNÍŠTĚ:	METALIZACE		Vedoucí výroby:
STROJ:	EKRA - 2 pracovníci	DATUM:	15.3.2015

ČAS ZASTAVENÍ STROJE

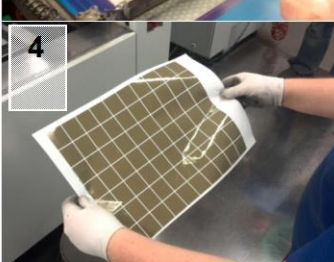
29 min

S VÝMĚNOU SÍTA I PASTY

PŘÍPRAVNÉ PRÁCE (externí činnosti)		17,00 min
1. PŘÍPRAVA PRACOVNÍCH POMŮCEK A MATERIÁLU		17,00 min
✓	Dovezení nového materiálu a loskarty	1,50 min
✓	Nachystání a kontrola síta a stěrky	2,00 min
✓	Případné přenastavení nakladače (pouze u rehteků)	4,00 min
✓	Příprava nových lisek a výrobků na stůl	1,00 min
✓	Naplnění prvních lisek vč. testovacích	2,00 min
✓	Měření váhy testovacích kusů před potiskem	4,00 min
✓	Načepování/donesení nové pasty	2,50 min



PŘESTAVBOVÉ PRÁCE (interní činnosti)		29,00 min
1. DEMONTÁŽ POTISKOVACÍCH KOMPONENT		5,50 min
✓	Demontáž vč. čištění natahovací stěrky	1,00 min
✓	Demontáž vč. čištění potiskovací stěrky	1,00 min
✓	Demontáž vč. čištění spodní stěrky	1,50 min
✓	Setření pasty do kelímku a demontáž síta	1,00 min
✓	Čištění vnitřku stroje a vyfoukání vzduchem	1,00 min
2. MONTÁŽ POTISKOVACÍCH KOMPONENT		2,00 min
✓	Montáž nachystaných stěrky (potiskovací, natahovací a spodní)	1,50 min
✓	Montáž nachystaného síta	0,50 min
3. NASTAVENÍ STROJE		5,50 min
✓	Přenastavení teploty na sušce	3,00 min
✓	Přehrání programu stroje a nastavení světelné brány	1,00 min
✓	Ruční seřízení přítlaku stěrky	1,00 min
✓	Nanesení pasty na síto	0,50 min
4. TESTOVÁNÍ		10,50 min
✓	Potisk na papír, případné seřízení stěrky	1,00 min
✓	Potisk lisek vč. testovacích	1,50 min
✓	Příjezd testovací lisky drahou a chlazení	7,00 min
✓	Vyplnění potřebné dokumentace	1,00 min
5. MĚŘENÍ		5,50 min
✓	Měření váhy testovacích kusů po potisku	4,00 min
✓	Měření přetečení na mikroskopu	1,50 min



UKONČOVACÍ PRÁCE (externí činnosti)		3,50 min
✓	Odnesení staré pasty	0,50 min
✓	Podle potřeby - výměna bedny na polystyrénu	2,00 min
✓	Předepsání směnového výkazu	1,00 min

SEŘIZOVAČ

V průběhu čekání na projetí testovací lisky seřizovač umyje v acetonárně síto a stěrky, uklidí je na své místo a vymění otáčecí lisu

OPERÁTOR



V průběhu přípravných prací seřizovače operátor vyjíždí starou zakázku. Po vyjetí zapíše kusy do staré loskarty a odnese ji mistrovi. Odveze vozík s hotovými výrobky, nachystá prázdný vozík a uklidí staré lisky.

Rehteky - nastavení polohovacích značek (+ 2,5 min)

PŘÍLOHA P V: TABULKA ZASTOUPENÍ



TABULKA ZASTOUPENÍ - EKRA

SEŘIZOVAČ



SEŘIZOVAČ



OPERÁTOR



Výrobní situace č. 1
Výrobní situace č. 2
Výrobní situace č. 3

LEVÁ STRANA		PRAVÁ STRANA	
MS, HD	Činnost zastoupeného pracovníka:	Činnost zastupujícího pracovníka:	Činnost zastupujícího pracovníka:
	Externí činnosti + Přestavba	Vykládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany
MS, HD	Testování a měření	Spočítání a odvezení kusů, příprava pracoviště, nakládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany
	Činnost zastoupeného pracovníka:	Činnost zastupujícího pracovníka:	Činnost zastupujícího pracovníka:
MS, HD	Externí činnosti + Přestavba	Vykládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany
	Testování a měření	Spočítání a odvezení kusů, příprava pracoviště, nakládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany
MS, HD	Činnost zastoupeného pracovníka:	Činnost zastupujícího pracovníka:	Činnost zastupujícího pracovníka:
	Externí činnosti + Přestavba	Vykládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany
MS, HD	Testování a měření	Spočítání a odvezení kusů, příprava pracoviště, nakládka levé strany	Nakládka pravé strany Vykládka pravé strany

*Barevné rozlišení značí související operace

*MS - Motostart

*HD - Heater Disk

*RH - Rehtek

NÁZEV OPERACE:	DĚLBA ČINNOSTÍ	SCHVÁLENO: Průmysl. Inženýr.
PROVOZ:	PTC	Hlavní mistr:
PRACOVNÍSTĚ:	METALIZACE	Vedoucí výroby:
STROJ:	EKRA	DATUM:

PŘÍLOHA P VI: ROZLOŽENÍ PRACOVIŠTĚ

