

Analýza využití strojních zařízení firmy EPCOS, s.r.o. v Šumperku

Martin Moravec

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin MORAVEC**
Osobní číslo: **M07297**
Studijní program: **B 6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Management a ekonomika**

Téma práce: **Analýza využití strojních zařízení firmy EPCOS, s. r. o.
v Šumperku**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Proveďte průzkum literárních pramenů, zpracujte metodické poznatky a teoretická východiska týkající se využití strojního zařízení.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav využívání strojního zařízení pomocí ukazatele CEZ (OEE) na vybraných strojích ve firmě EPCOS, s. r. o. Šumperk.
- Na základě analýzy stanovte doporučení a nápravná opatření pro zlepšení současného stavu využití strojních zařízení.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- [1] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. 254 s. ISBN 80-902235-0-8.
[2] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Dynamické zlepšování procesů: Programy a metody pro eliminaci plýtvání. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999. 193 s. ISBN 80-902235-3-2.
[3] MAURER, R. Cesta kaizen: Z malého kroku k velkému skoku. 1. vyd. Praha: Pavel Dobrovský - BETA, 2005. 141 s. ISBN 80-7306-178-3.
[4] SYNEK, M. a kol. Podniková ekonomika. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 2000. 456 s. ISBN 80-7179-388-4.
[5] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. Řízení výroby. 2. rozšířené a doplněné vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Dobroslav Němec**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání bakalářské práce: **6. dubna 2010**
Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2010**

Ve Zlíně dne 6. dubna 2010


doc. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



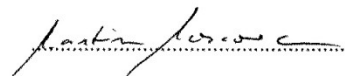

doc. Ing. Roman Bobák, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

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 ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí;
- 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 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně 17.5.2010



1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů. § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevyjádřeně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě

pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst.

3). Odpírá-li autor takového díla udělení svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tématem mé bakalářské práce je Analýza využití strojních zařízení firmy EPCOS, s.r.o. v Šumperku. Jejím hlavním cílem je shromáždit co nejvíce dostupných dat o strojní výrobě v této firmě, tato data s využitím metody CEZ a dalších metod průmyslového inženýrství analyzovat a na základě analýzy navrhnout patřičná opatření, jak docílit lepšího využití strojních zařízení v této firmě.

Klíčová slova: Průmyslové inženýrství, štíhlá výroba, plýtvání, úzké místo, využití strojních zařízení, celková efektivnost zařízení.

ABSTRACT

The topic of my bachelor's thesis is The Machinery utilization analysis of EPCOS Ltd. in Šumperk. The main aim of the thesis is to compile as much available information about mechanical production in this company as possible, to analyse these information using methodology of OEE and other industrial engineering methods and, on the base of this analysis, to suggest appropriate remedies leading to better machinery utilization in this company.

Keywords: Industrial engineering, lean production, waste, constraints, machinery utilization, overall equipment efficiency.

Děkuji vedoucímu mé práce, panu Ing. Dobroslavu Němcovi za jeho odborný dohled a mnoho dobrých a užitečných rad, které mě vedly k úspěšnému napsání této bakalářské práce.

Dále děkuji panu Ing. Davidu Řepovi, panu Ing. Petru Štěpánkovi a panu Ing. Josefu Dědicovi za velikou ochotu, jejich čas, který mi věnovali během přípravy bakalářské práce a za řadu hodnotných rad a námětů, které jsem využil při psaní této práce.

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

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	13
1.1 CO JE PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ?	13
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	15
2.1 CHARAKTERISTIKA KONCEPTU ŠTÍHLÁ VÝROBA	15
2.2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY	15
3 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	17
3.1 ZÁKLADNÍ METODY	17
3.1.1 5S.....	17
3.1.2 SMED.....	20
3.1.3 TPM.....	22
3.1.3.1 Stupně údržby	23
3.1.3.2 Cíle TPM.....	24
3.2 KOMPLEXNÍ METODY	26
3.2.1 Kaizen	26
3.2.2 Six Sigma	27
3.2.2.1 Six Sigma DMAIC.....	28
4 PARETOVA ANALÝZA	29
4.1 PARETOVO PRAVIDLO.....	29
4.2 POSTUP PŘI PARETOVĚ ANALÝZE	29
5 ÚZKÁ MÍSTA	31
5.1 TEORIE OMEZENÍ	31
5.2 PŘÍSTUP DRUM-BUFFER-ROPE	32
6 CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZAŘÍZENÍ	33
6.1 SLOŽKY UKAZATELE CEZ A JEJICH VÝPOČET	33
6.2 MONITOROVÁNÍ ÚZKÝCH MÍST POMOCÍ CEZ	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
7 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI EPCOS, S.R.O.	38
7.1 VYMEZENÍ ČINNOSTI DLE OBCHODNÍHO REJSTŘÍKU.....	38
7.2 HISTORIE	38
7.3 SOUČASNOST.....	39
7.4 POPIS KONKURENCE	39
7.5 ODBĚRATELÉ.....	40
7.6 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	41
7.6.1 Činnosti úseku PI ve společnosti EPCOS, s.r.o. v Šumperku.....	44
7.7 ÚDAJE O POČTU ZAMĚSTNANCŮ	46
7.8 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO	47
8 VÝROBNÍ PROCES	50

8.1	ROZDĚLENÍ VÝROBY VE FIRMĚ EPCOS, S.R.O.....	50
8.2	POPIS VÝROBKU	51
8.3	VYUŽITÍ MAGNETICKY MĚKKÝCH FERITŮ.....	51
8.4	TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ FERITŮ	52
8.4.1	Výroba granulátu.....	52
8.4.2	Lisování.....	52
8.4.3	Odplynění organických látek	52
8.4.4	Výpal	53
8.4.5	Broušení	53
8.4.6	Povlakování.....	54
9	URČENÍ ÚZKÝCH MÍST	55
9.1	VYUŽITÍ PARETOVY ANALÝZY	55
9.2	KLÍČOVÉ VÝROBKY	56
9.3	ÚZKÁ MÍSTA	57
9.3.1	Jádro EP 6	57
9.3.2	Jádro R 41	58
10	VÝPOČET UKAZATELE CEZ NA ÚZKÝCH MÍSTECH VÝROBY.....	61
10.1	BRUSKA DBS 5	61
10.1.1	Analýza CEZ.....	61
10.1.2	Další zjištěné nedostatky.....	63
10.1.3	Shrnutí	64
10.2	EPOXY LINKA 1/2	64
10.2.1	Analýza CEZ.....	64
10.2.2	Shrnutí	66
10.3	ODPLYŇOVACÍ PECE ALD 1, ALD 2, ALD 3 A ALD 4.....	66
10.3.1	Analýza CEZ.....	66
10.3.2	Shrnutí	67
10.4	VYPALOVACÍ KOMOROVÉ PECE B1, B4 A B6.....	68
10.4.1	Analýza CEZ.....	68
10.4.2	Shrnutí	69
11	NÁVRH OPATŘENÍ	70
11.1	BRUSKA DBS 5	70
11.1.1	Aplikace metody SMED	70
11.1.2	Metoda TPM a odpovědnost pracovníků při údržbě.....	70
11.2	POVLAKOVACÍ EPOXY LINKA 1/2.....	71
11.2.1	Využití principu Drum-Buffer-Rope.....	71
11.2.2	Využití metody TPM.....	71
11.2.3	Stanovení nových norem.....	71
11.3	ODPLYŇOVACÍ PECE ALD1, ALD 2, ALD 3 A ALD 4 A VYPALOVACÍ KOMOROVÉ PECE B1, B4 A B6.....	72
11.3.1	Zvýšení kapacity	72
	ZÁVĚR	73
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	74
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	76

SEZNAM OBRÁZKŮ	77
SEZNAM PŘÍLOH.....	79

ÚVOD

U mnoha průmyslových podniků u nás, ale i v zahraničí se můžeme setkávat často s nedostatečným využitím kapacit, kterými podniky disponují, zejména proto, že se ve výrobě vyskytuje velké množství různých druhů plýtvání. Firmy často svoje plýtvání nesledují vůbec, častěji je však sledují ale v omezené míře. Aby firma vyráběla s vysokou produktivitou, musí všechna dostupná data nejen důkladně analyzovat, ale také z nich vyvozovat patřičné závěry a tyto aplikovat.

Takovou firmou je i společnost EPCOS, s.r.o., která sice sleduje svoji efektivitu prostřednictvím útvaru průmyslového inženýrství, ale nezabývá se hlubšími analýzami, které na využití kapacit pohlíží komplexně. Firma EPCOS, s.r.o. využívá v naprosté většině strojní výrobu, pro kterou je velmi účinnou a průkaznou analýzou Celková efektivnost zařízení (CEZ).

Cílem mé práce je pro firmu EPCOS, s.r.o. vypracovat analýzu využití strojních zařízení, která závěrem celé práce vyústí do návrhů opatření pro zlepšení využívání strojních zařízení a tím také pro zvýšení produktivity firmy.

V teoretické části se věnuji základním pojmům jako je průmyslové inženýrství obecně, štíhlá výroba, plýtvání a dále popisují některé metody průmyslového inženýrství, které by mohly být použitelné ke zvýšení využití strojních zařízení. Mezi nimi nejdůležitější jsou metoda 5S, SMED a TPM. Dále charakterizuji v průmyslovém inženýrství důležitou teorii úzkých míst a analýzu celkové efektivnosti zařízení.

Praktická část nejprve stručně charakterizuje společnost EPCOS, s.r.o. a přináší základní údaje o této firmě. Dále uvádí popis a technologické zpracování výrobku, jímž je magneticky měkký ferit, popisuje jeho výrobní proces, na němž u dvou vybraných typů feritových jader hledá úzká místa výroby. Úzká místa výroby budou v práci analyzována s využitím metodiky celkové efektivnosti zařízení a na základě zjištění z této analýzy budou navrhována patřičná opatření.

Věřím, že bakalářská práce tyto cíle naplní jak z hlediska teoretického, tak také po praktické stránce a přinese pro firmu EPCOS, s.r.o. využitelné výsledky a závěrečná doporučení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

1.1 Co je průmyslové inženýrství?

Pojem průmyslové inženýrství je, pokud se bavíme o produktivitě a zvyšování efektivity výroby, velmi důležitým pojmem. Je překladem anglického termínu „industrial engineering“. Toto označení samotné, stejně jako obor, který označuje, má svůj původ v USA. Od jeho zrodu již uplynulo sto let, avšak v ČR průmyslové inženýrství téměř 50 let neexistovalo vůbec. Tento fakt se samozřejmě podepsal na tuzemské průmyslové výrobě velmi podstatně. V České Republice se tento termín začal využívat až po roce 1989. Před tímto rokem zde sice jisté náznaky a rysy tohoto oboru byly prováděné jako jednotlivé aktivity, avšak nebyly zařazeny do uceleného systému a nebylo tak možné je jakkoliv studovat. V podnicích rovněž nebyl žádný útvar, který by soustřeďoval činnosti spadající nyní obvykle do kompetencí průmyslového inženýrství.

Průmyslové inženýrství se opírá zejména o využití lidské práce a technologie. Není tedy správné pojem průmyslové inženýrství omezit pouze na oblasti zabývající se těžkým průmyslem, strojní výrobou a podobně. Pokud hovoříme o lidské práci, vstupují zde v potaz i jiné obory lidské činnosti, např. zdravotnictví, služby, turistický ruch a mnohé další. Podobně tak pokud budeme hovořit o využití technologií, nemusí to nutně znamenat, že sem budeme řadit pouze obory těžkého a ryze výrobního průmyslu. Toto pojetí se zdálo být ještě v relativně nedávné minulosti přirozené, ovšem dnes už je zejména chápání slova „průmysl“ a vymezení toho, co tento pojem všechno zahrnuje, poněkud jiné. Slovo inženýrství potom detailně analyzuje pracovní proces a má za úkol následně co nejlépe uspořádat jednotlivé pracovní operace a co nejlépe organizovat práci tak, aby bylo dosaženo lepších výsledků než za původního stavu. Odtud nám již vyplývá samotná definice pojmu „průmyslové inženýrství“.

Autoři Mašín a Vytlačil uvádějí současnou definici tohoto pojmu takto: „*Průmyslové inženýrství je interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy.*“ [7]

Můžeme tedy zjednodušeně říci, že průmyslově inženýrství se zabývá řešením otázky „Jak provádět práci více důmyslně“ a odstraňuje takové negativní prvky jako je plýtvání, nepravidelnost, iracionalita, přetěžování neorganizovanost nebo až chaos a podobně.

Za sto let vývoje oboru průmyslového inženýrství již byla vyvinuta řada metod a technik, které jsou používány při plnění funkcí tohoto oboru. Dělíme je na čtyři skupiny. Tyto skupiny pokrývají všechny hlavní aktivity průmyslového inženýrství (projektování, zavádění, zlepšování). Těmito skupinami jsou:

1. Plánování, navrhování a řízení – Radíme sem např. měření práce, kapacitní výpočty a podobně.
2. Uplatňování lidského rozměru – Tyto metody uvažují o tom, jak využít lidský faktor ke zvýšení produktivity a zlepšení procesů. Patří sem např. projektování výrobních týmů, servisních týmů, program na zlepšování procesů a podobně.
3. Technologické aspekty – Např. projektování výrobních buněk nebo konstruování s ohledem na výrobu či montáž.
4. Kvantitativní a kreativní metody – Využívá se např. simulace procesů, průmyslová moderace atp.

Metody PI bude bakalářská práce popisovat dále v samostatné kapitole. [5]

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

2.1 Charakteristika konceptu Štíhlá výroba

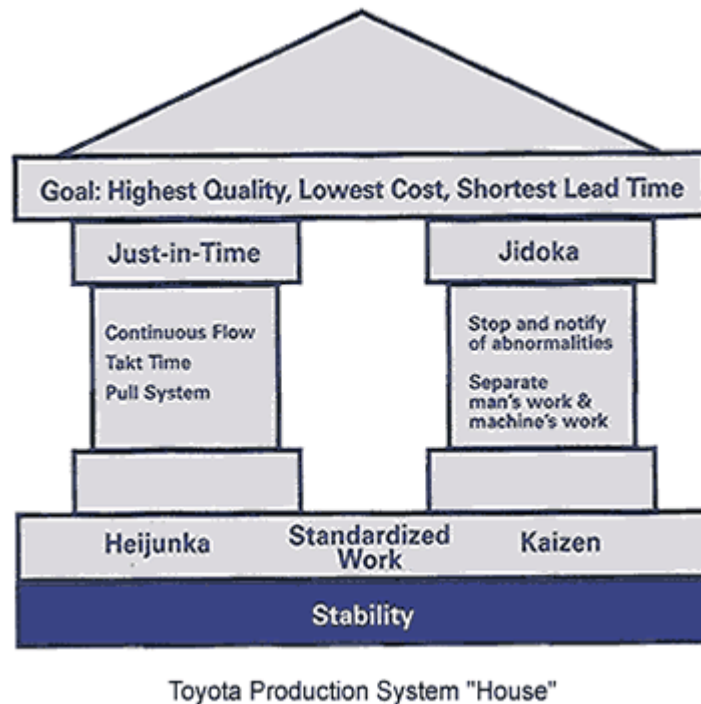
Koncept štíhlé výroby je systémem, který flexibilně reaguje na požadavky zákazníků i na decentralizovaně řízenou poptávku v rámci podniku. Vše se uskutečňuje prostřednictvím velkého množství pracovních týmů, které musí být složeny tak, aby pracoval flexibilně. Každý zaměstnanec má tak velkou odpovědnost za kvalitu a průběh výroby. Lean management (jak je štíhlá výroba také nazývána) zachází s decentralizací rozhodovacích pravomocí tak daleko, že každý pracovník ve výrobě má právo při zjištění jakékoliv chyby výrobu přerušit.

2.2 Základní principy štíhlé výroby

Koncept Štíhlé výroby zastřešuje mnoho jiných metod PI, jako mnoho z nich i on pochází z Japonska a stal se jakousi integrující filozofií pro mnoho těchto metod. Základní principy štíhlé výroby proto shrnují principy, kterými se tato bakalářská práce bude věnovat u jednotlivých popsaných metod PI. Štíhlý podnik má totiž fungovat takovým způsobem, aby ve všech jeho procesech a činnostech byl maximalizován podíl činností přidávajících hodnotu, tedy úkolem celého konceptu je odstranit plýtvání obecně. Druhy plýtvání, které metodika lean odstraňuje, tedy jsou:

- Velké zásoby
- Čekání – čekání na dodávky materiálů, na uvolnění nástrojů apod.
- Nadbytečná výroba
- Kontrola kvality - kvalita se musí kontrolovat na konci procesu, místo aby její tvorba byla přímo do něj zabudována
- Opravy a přepracování
- Neefektivní pohyby a manipulace
- Zbytečná manipulace s materiálem

Jak je z uvedených sedmi druhů plýtvání, proti kterým je štíhlá výroba zaměřena, vidět, koncept opravdu postihuje principy mnoha metod PI, které jsou zaměřeny často na dílčí



Obr. 1. Pojetí leanu ve společnosti Toyota [19]

problémy a oblasti výroby. Přehledně to lze vidět na obrázku 1, který znázorňuje pojetí leanu v podání společnosti Toyota. Ta byla průkopníkem celého konceptu a podařilo se jí díky implementaci všech metod uniknout z krize v období 50. let. Systém, který Toyota uplatňuje dodnes je nazýván Toyota production systém (TPS). [3] [7] [8] [24]

3 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

K omezení plýtvání a dalších negativních jevů, které již zde byly zmíněné, jsou používány nejrůznější metody průmyslového inženýrství. Ty se mohou členit do různých skupin a kategorií. Mašín a Vytlačil například uvádějí členění na metody klasické a moderní, kdy do klasických řadíme dvě základní disciplíny – studium práce a operační výzkum - a do moderních metod potom spadají už jednotlivé propracované dílčí metody až filozofie, často zaměřené na jednotlivé oblasti řízení výroby. Bakalářská práce se ale bude věnovat rozdělení jinému, které spíše bere v úvahu dělení metod PI podle toho, na kolik oblastí řízení výroby jsou zaměřené a jakou měrou zaměstnávají a zahrnují podnik obecně. Jsou to metody základní a komplexní, nebo také zastřešující.

3.1 Základní metody

Tyto metody jsou zaměřené na určitou užší skupinu problémů týkajících se konkrétního úseku výroby. Jejich zavádění je poměrně jednoduché a hmatatelný výsledek těchto metod se dostavuje po krátkém čase po zavedení. Ve výrobním procesu nebo jakémkoliv produkčním systému bývají základem zlepšování. Mezi nejpoužívanější metody průmyslového inženýrství, které svoji povahou patří mezi ty základní a na zavádění jednodušší, řadíme Kanban, 5s, Poka-yoke, Rychlé změny (SMED) a TPM. Bakalářská práce se tedy nyní bude některými z těchto metod blíže zabývat.

3.1.1 5S

Toto je jedna z metod průmyslového inženýrství, které mají za úkol navodit a zefektivnit samostatnou údržbu pracoviště. Pět japonských slov začínajících písmenem S tedy shrnuje jakési základní principy samostatné údržby. Tyto principy jsou zaměřené na vytvoření čistého, přehledného, organizovaného a disciplinovaného pracoviště. Tato metoda průmyslového inženýrství je dnes téměř nezbytná, protože mnohá pracoviště se potýkají se znečištěním, přebytečnými pracovními úkony, zmatkem, skrytými poruchami na strojích a především s apatií pracovníků vůči takovému stavu. Pomocí 5S je snaha dosáhnout především změny postoje pracovníků, kteří by stav svého pracoviště měli vnímat jako svoji osobní zodpovědnost. Pět principů, kterými podle této metody máme zlepšení stavu dosáhnout, jsou:

- **Seiri** = spočívá v oddělení potřebných a nepotřebných předmětů a následné odstranění těch zbytečných z pracoviště. Označení zbytečné neznamená, že by byly zhola

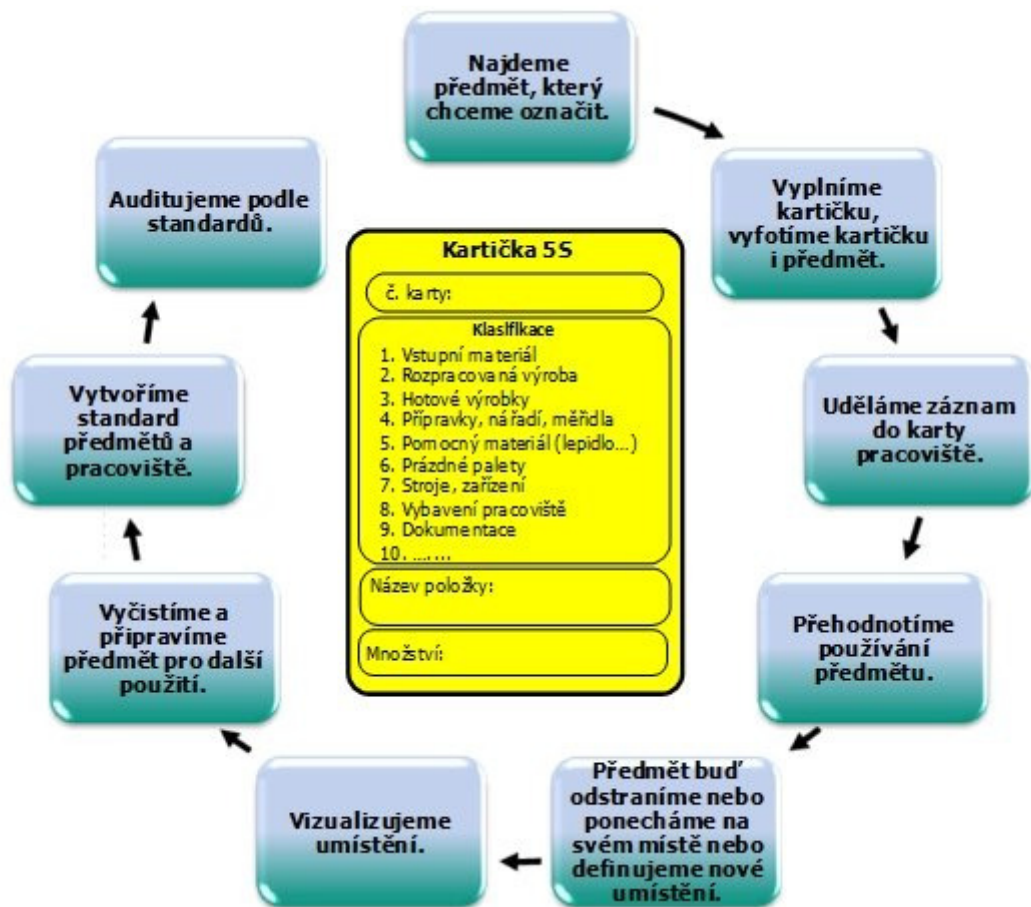
nepoužitelné, ale že jsou nepotřebné pro současnou výrobu. Tento princip platí jak na manuálním pracovišti při odstranění nepotřebného materiálu, pomůcek apod., tak např. v kanceláři, kde je vhodné v zájmu této metody odstranit nepotřebné a nadbytečné papíry, dokumenty a podobně. Stav dodržování tohoto principu je nutné monitorovat a kontrolovat.

- **Seiton** = cílem tohoto principu je eliminace hledání díky správnému ukládání věcí. Hledání materiálu, pracovním pomůcek a dalších věcí nutných pro výkon práce je z hlediska času negativní, nepřidává žádnou hodnotu a označujeme jej za plýtvání. Smyslem principu seizon je tedy uložení věcí potřebných k výrobě tak, aby mohly být co nejrychleji použity. Každá věc má své místo, kde má být vždy k nalezení a kam má být v případě nepotřeby ukládána. Pro přehlednost by toto umístění mělo být popsáno. Úložné místo ale musí být vybráno za spolupráce s obsluhou pracoviště, protože ta může posoudit, který nástroj používá častěji a potřebuje ho mít tedy blíž po ruce a který nikoliv. Je rovněž důležité zvolit uložení jednotlivých pomůcek s ohledem na bezpečnost a na speciální vlastnosti pomůcek (citlivost na vlhkost, teplotu apod.)
- **Seiso** = úkolem této části metody 5S je udržení čistého pracoviště. V tomto dílčím principu je tedy obsaženo stanovení toho, co a jak často se má čistit. V rámci principu seiso určíme čistící pomůcky, čistící postupy, odpovědnosti za úklid a čištění pracoviště. Čistota na pracovišti velkým dílem přispívá k lepší orientaci pracovníka a tím také k ušetření často nezanedbatelného množství času. Nejvhodnějším postupem je vizualizace standardů čistého a uklizeného pracoviště, vyvěšení harmonogramů čištění a vyvěšení těchto pomůcek na viditelné místo. Důležité také je, aby se na čistém pracovišti podíleli všichni pracovníci rovným dílem, tedy není dobré stanovit jednu úklidovou skupinu, ale zařadit úklid do pracovních povinností všech zúčastněných pracovníků. S tímto principem také souvisí místa pro uložení odpadů a vadných výrobků, která by měla být umístěna v bližším dosahu pracoviště a aby tímto mohl být snížen čas manipulace s odpadem.
- **Seiketsu** = spočívá ve standardizaci všech úkolů na pracovišti. Mašín zde hovoří o třech NE, která je nezbytné pořad dodržovat. Za prvé je to Ne zbytečným věcem, dále Ne nepořádku a také Ne špíně. Všechny tyto oblasti už byly nějakým způsobem řešeny v předchozích principech metody 5S Seiri, Seiton a Seiso. Princip Sei-

ketsu má ale ze všech těchto principů největší dosah. Ideálem tohoto principu je vytvoření pracoviště, kde je možné poznat problémy na první pohled. Základem tedy je vytvořit jasnou představu o všem, co má a naopak nemá být na pracovišti prováděno, tuto představu vizualizovat pomocí obrázků a fotografií, jak by mělo ideální pracoviště vypadat a konečně výslednou vizualizaci umístit co nejbližší místu, kde je vyžadováno se vytvořeným standardem řídit. Samotné vytvoření standardů ale není konečnou fází této části 5S. Nutné je pracoviště dále sledovat a usilovat o optimalizaci standardů.

- **Shitsuke** = v tomto posledním principu metody 5S je shrnuta disciplína a dodržování standardů. Všechny ostatní body se věnují tomu, jak poukázat na potřebné parametry pracoviště, ovšem nijak hluboce se nevěnovaly lidskému faktoru. Pokud tedy budou stanoveny standardy pro plnění ostatních bodů systému 5S a tento poslední bude zanedbaný, očekávaný nebo chtěný efekt se pravděpodobně nedostaví. Všichni pracovníci by měli být se všemi body systému a následně vytvořenými standardy dobře seznámeni. Zásady 5S jim musí být dobře známé a je dobré je v určitých intervalech opakovat prostřednictvím školení, prezentací, projekcí videí a podobně. Po zavedení systému je vhodné také pracovníky dále motivovat vystavením fotografií z doby před zavedením a po zavedení 5S. A konečně velmi důležitý je zde přístup vedoucích pracovníků, kteří musí jít v celé realizaci 5S příkladem.

Metoda 5S je opravdu propracovanou metodou průmyslového inženýrství, která je řazena k základům při zavádění štlé výroby. V praxi se dnes používají při zavádění této metody kartičky 5S, které pomáhají klasifikovat a charakterizovat každý předmět na pracovišti. Kartička 5S i postup zpracování předmětu podle metody 5S je na obrázku 2. [6] [15]



Obr. 2. Postup zařazení a zpracování předmětu v rámci 5S a kartička 5S. [10]

3.1.2 SMED

Jak už bakalářská práce výše uvádí, jedním nejdůležitějších problémů, kterými se PI zabývá, je plýtvání. Oblastí, kde se plýtvání projevuje velmi výrazně a tudíž je možné zde hledat významné zdroje pro snižování nákladů, je seřizování, změny a výměna nástrojů. V této oblasti se jedná zejména o plýtvání časem, o který se potom sama výměna nesmyslně prodlužuje. O plýtvání při seřizování a změnách hovoříme u transportu nástrojů, hledání dílů v brašnách, úpravy nástroje až po zastavení stroje, zbytečná chůze pro něco, nebo dokonce přestávka na cigaretu či občerstvení v průběhu seřizování. Mašín a Vytlačil rozlišují 4 druhy plýtvání při výměnách a seřizování nástrojů:

- **Plýtvání při přípravě na změnu** – Patří sem hledání pomůcek, nástrojů a dalších potřeb až v době výměny.
- **Plýtvání při montáži a demontáži**

- **Plýtvání při doseřizování a zkouškách** – Tento druh plýtvání označuje všechny pohyby, které jsou nutné k doseřizení a donastavení nástrojů, jejich polohy a podobně. V této fázi totiž často dochází k úkonům vykonávaným pokusně se snahou „strefit“ tu správnou polohu, výšku, apod.
- **Plýtvání při čekání na zahájení výroby** – Tuto čtvrtou skupinu plýtvání časem při seřizení a výměně nástrojů ostatní autoři neuvádějí, avšak z praxe v našich podnicích je zřejmé, že právě tato skupina zaujímá naprosto nezanedbatelné množství času. Jedná se např. o čekání na povel ke spuštění výroby od kompetentního pracovníka.

Tuto problematiku, tedy otázku plýtvání časem, řeší systém SMED. Systém SMED je tedy systémem, který přistupuje k otázce zkracování času pro seřizování a změny, systémem rychlých změn. Průkopníkem a tvůrcem této metody PI je Shigeo Shingo, který říká, že při správné aplikaci této metody lze snížit celkový čas potřebný na seřizení až na 1/50 původního potřebného času.

Základem celého systému SMED je rozdělení operací, které jsou v souvislosti s výměnou nástroje prováděny do dvou skupin:

- **Interní operace** = takové, které lze provést pouze v případě, že stroj stojí, je to samotné seřizování stroje, výroba během těchto operací nemůže pokračovat.
- **Externí operace** = jsou to všechny operace, které lze provést, ještě za provozu a chodu zařízení. Budou sem řazeny veškeré přípravné práce, doprava ze skladu.

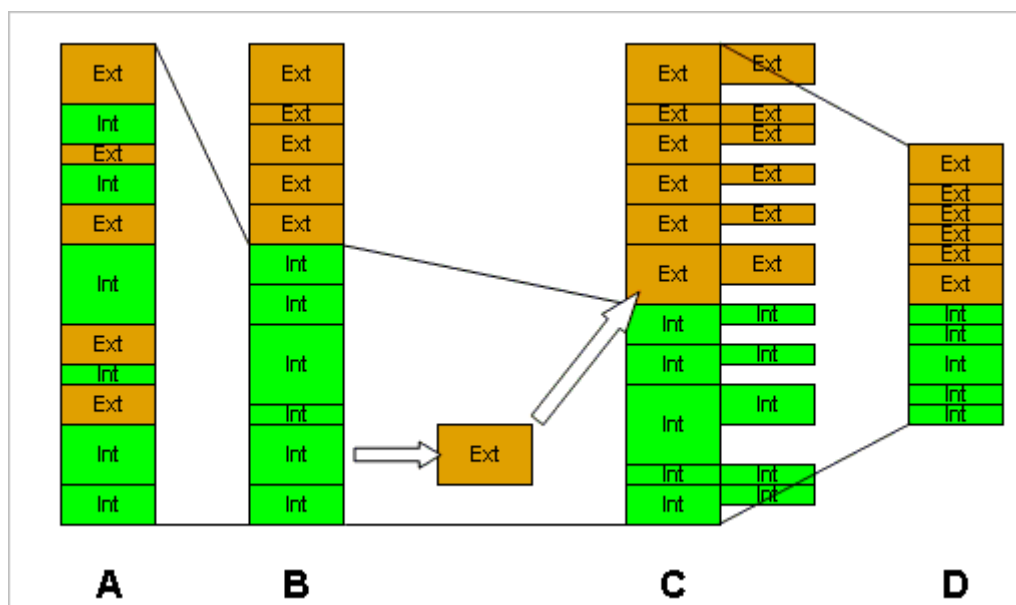
V systému SMED a při jeho aplikaci postupujeme ve třech krocích:

Nejprve je nutné provést důkladnou analýzu a oddělit externí seřizování od interního. Je nezbytné si uvědomit, že ve skutečných podmínkách jsou interní a externí operace smíšené a je těžké na první pohled vidět, které operace lze a které nelze vykonat předem. První krok lze efektivně uskutečnit rozhovorem s obsluhou strojů, která má v seřizování praxi.

Ve druhém kroku jdeme více do hloubky. I když v prvním kroku je možné dosáhnout výrazného zkrácení seřizovací doby, ve druhém kroku se při aplikaci SMED snažíme o přesunutí co nejvíce interních operací na externí, tedy o konverzi interních na externí. U mnoha operací je tak nutné zavést zcela nové postupy, např. dodávat materiál kontinuálně bě-

hem výroby, předpřipravovat součástky a nástroje (předehřátím na správnou teplotu, seřizováním na správnou polohu, rozměr, apod.)

Třetí krok už pracuje se striktně a konečně rozdělenými operacemi na externí a interní činnosti. Dále je tedy potřeba pracovat na tom, aby v každé z těchto množin byl seřizovací čas redukován na minimum. Prioritně se zde věnujeme interním operacím a potom až externím. V praxi to vypadá tak, že se silně koncentrujeme na jednotlivé úkoly a úkony v každé skupině operací se snahou o racionalizaci a eliminaci zbytečných pohybů a úkonů. Celý systém SMED je ve schématu znázorněn na obrázku 3. Na obrázku představuje situace A původní stav, před aplikací metody SMED a situace B až D jednotlivé fáze zavádění metody SMED. [5]



Obr. 3. Postupné zavádění metody SMED v krocích [22]

3.1.3 TPM

Podniky se často potýkají s nejrůznějšími ztrátami vznikajícími v oblasti strojů. Mašín a další autoři tyto ztráty rozdělují na šest hlavních druhů. Těmito druhy je snížený výkon při rozběhu, ztráty rychlosti, zmetky a defekty, poruchy strojů a s tím spojené neplánované prostoje, neseřizování a výměna nástrojů a krátká zastavení stroje. Tyto ztráty jsou často u většiny našich podniků na dost vysoké, nepřijatelné úrovni. Z tohoto důvodu vidíme určitou potřebu se na podnikové úrovni zabývat nejen výrobou samotnou, ale také údržbou výrobního zařízení, údržbou strojů. Právě stav strojů se v obrovské míře podílí na efektivitě výroby, podepisuje se na kvalitě výroby, na poruchovosti a tím také na délce a frekvenci

prostojů, na délce seřizování strojů, apod. Údržba strojů je tedy klíčovou oblastí pro odstranění nebo alespoň maximální možnou eliminaci uvedených ztrát. Manažeři výrobních podniků tedy musí nutně vnímat údržbu jako nedílnou součást strategie pro dosažení co nejvyšší produktivity. Od staršího pojetí, nebo pravidla, které se nazývá produktivní údržba, se dostáváme k dalšímu a novějšímu pojmu, který klade ještě větší důraz na produktivitu a na význam údržby k dosažení maximální produktivity. Tímto pojmem je Totálně Produktivní údržba, anglicky Total Productive Maintenance (TPM).

TPM je a musí být prováděna na celopodnikové bázi. Musí být uplatňována takovým způsobem, aby sjednocovala ve spolupráci nejrůznější podnikové složky. V současnosti je nejvíce využívána firmami působícími v oblasti automobilového průmyslu. V zásadě je ale tato metoda a v jistém smyslu filozofie řízení výroby aplikovatelná v každém provozu, kde je existence průmyslové výroby s lidskou obsluhou.

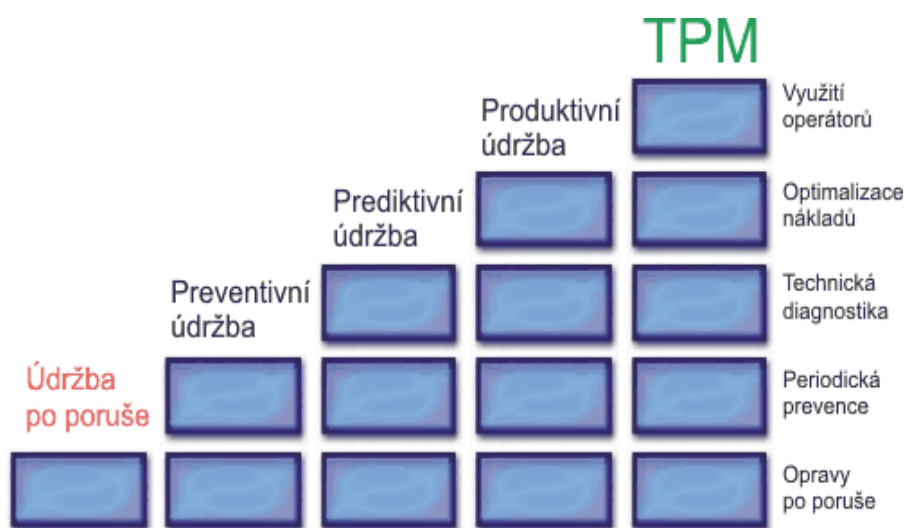
3.1.3.1 *Stupně údržby*

TPM samozřejmě není první teorií, která dává důraz na údržbu strojů a výrobního zařízení. Rozlišujeme další stupně údržby, kterými jsou:

- **Údržba po poruše** – je nejméně efektivním stupněm údržby. Jedná se zde o zásahy do stavu výrobního zařízení až v případě, že se s ním něco stane a přestane fungovat. Zařízení tedy není nijak preventivně ošetřováno a udržováno v dobrém stavu. Vznikají zde potom nežádoucí prostoje plynoucí oprav nefunkčního zařízení.
- **Preventivní údržba** – o něco pokročilejším stupněm, který zahrnuje již zmíněnou složku periodické prevence, tedy takové prevence, která se pravidelně opakuje tak, aby byla co nejvíce eliminována hrozba vypovězení funkčnosti zařízení.
- **Prediktivní údržba** – je velmi podobná předchozímu stupni. Někteří autoři tento stupeň vůbec neuvádějí a shrnují jej pod preventivní údržbu. Prediktivní údržba však využívá i technickou diagnostiku k tomu, aby zjistila, v jakém stavu se zařízení nachází a také v jakém zatížení pracuje a jaký má toto zatížení na něj vliv. Zkrátka analyzuje procesy strojního zařízení, aby bylo možné předejít vadám.
- **Produktivní údržba** – tento stupeň údržby zahrnuje i optimalizaci nákladů, čili respektuje zmiňované hledisko, že systém údržby musí přispívat k co nejvyšší produktivitě podniku. Poprvé tak poukazuje na význam údržby v souvislosti s celou

podnikovou výrobou a neodděluje už údržbu od všech ostatních činností výrobního podniku.

- **TPM** – Jako jediná ze všech ostatních stupňů údržby zahrnuje i údržby prováděné obsluhou pracoviště a stroje. Údržba tedy už není pouze v rukou oddělení, či pracovní skupiny „údržba“, ale má ji v popisu práce i zaměstnanec působící jako obsluha stroje. Je zde tedy mnohem vyšší měrou využívaná týmová práce při dlouhodobém zvyšování efektivity výrobního zařízení. Každý ze zúčastněných pracovníků přispívá svým dílem k celkovému zlepšení stavu strojů v podniku, což je nejvýraznějším a specifickým přínosem TPM. Porovnání obsahu jednotlivých stupňů údržby je přehledně znázorněn na obrázku 4.



Obr. 4. Porovnání obsahu jednotlivých stupňů údržby [20]

3.1.3.2 Cíle TPM

Velmi charakteristickým rysem této metody je striktní stanovení cílů. Tyto cíle jsou stanoveny v absolutní formě, a proto jsou nazývány tzv. „nulovými cíli“. V rámci TPM by samozřejmě bylo možné vymyslet a stanovit celou řadu různých důležitých cílů. Můžeme ale tři cíle postavit nad všechny, protože na nich spočívá uskutečnění dalších cílů. Jsou to:

- **Nulové neplánované prostoje** – Zde je důležité slovo neplánované. Samozřejmě není možné odstranit prostoje obecně, ale když se budeme bavit o prostojích neplánovaných, je to jiná situace. Můžeme zjišťovat, které prostoje jsou na daných zařízeních nutné a tyto pak efektivně plánovat. Tedy je nutné veškeré prostoje, o kte-

rých víme, že je bude nutné uskutečnit naplánovat na vhodnou dobu a tímto způsobem zcela eliminovat prostoje neplánované.

- **Nulové vady způsobené stavem stroje** – Pokud podnik řeší problém v podobě velkého množství vadných výrobků, by měl zvážit zavedení TPM. Často je právě velká zmetkovost výroby zapříčiněná špatným stavem výrobního zařízení. Špinavé, špatně seřízené, špatně promazané a udržované stroje se mohou velkým dílem popepsat na kvalitě výroby. TPM je pro tento případ optimálním řešením právě z důvodu, že se snaží řešit údržbu strojů a pracoviště na celopodnikové bázi formou různých stupňů údržby a tím minimalizuje (až zcela eliminuje) možnost, že by nějaká chyba, která by mohla mít za následek vadnou produkci, přetrvávala.
- **Nulové ztráty rychlosti strojů** – Ve většině podniků u nás bývá jen zcela zřídka prováděna kontrola rychlosti strojů. Pravda je taková, že stroje se často v průběhu svého provozu zpomalují a pokud tuto skutečnost neanalyzujeme, dochází k tzv. skrytým ztrátám. Tyto ztráty mohou mít za následek zpomalení provozu a tím prodloužení výrobního cyklu i o 10-20%. Je tedy zcela na místě, aby se TPM orientovalo i tímto směrem, protože následné zvýšení produktivity o 10-20% je jistě efektem, který by každý manažer ve výrobě přivítal s nadšením.

Zde jsou pro přehlednost a lepší představu, co zavedení TPM obnáší po té praktické stránce, uvedeny kroky při zavádění TPM, tak jak jdou po sobě:

1. Prověrka bezpečnosti, úvodní modely čištění, první plány čištění a identifikace abnormalit
2. Odstranění zdrojů znečištění a obtížně přístupných míst
3. Autonomní mazání strojů
4. Výcvik a trénink pro kontrolu celého zařízení
5. Samostatné provádění inspekce a údržby
6. Řízení pracoviště s ohledem na celkovou efektivnost zařízení
7. Další zlepšování pracoviště

Ve shrnutí je dobré podívat se na hlavní rysy celého systému TPM a krátce je charakterizovat. Lze říci, že nejdůležitějšími principy TPM je prevence chyb a abnormalit vznikajících na strojích, prevence těmito chybami vznikajících prostojů a prevence dalších nežádoucích jevů, jako je například již zmíněné zpomalení výrobního procesu. Zcela zásadním

principem je ale integrace všech těchto a dalších úkonů pod dobře fungující lidský faktor, kterým se zde již nemyslí pouhé oddělení údržby, jak tomu již bylo v minulosti, ale je v něm zahrnut každý jednotlivý zaměstnanec, od top-managementu až po řadové pracovníky, přičemž každý má svoji úlohu, kterou přispívá k celkové produktivitě společnosti. Proto je nezbytné každého pracovníka před zavedením TPM dobře připravit různými tréninky, školeními, apod., a také po zavedení TPM nepolevit, dále pracovníky motivovat a zlepšovat postupy při provádění jednotlivých činností TPM. [6] [7] [20]

3.2 Komplexní metody

Jsou to metody, které přinášejí komplexnější systém řešení daného problému a vždy jsou zaměřeny na větší celek. Tyto metody dokážou spojovat základní metody do ucelených systémů a tak řešit celou skupinu problémů. Malé firmy, které však nemají dostatek praxe ani se základními metodami, by mohly mít se zaváděním těchto metod problémy. Jsou organizačně velmi náročné a vyžadují znalost spektra základních metod pro vylepšování produkčního systému. Mezi komplexní metody, které jsou v současnosti nejvíce využívány, patří Just-In-Time, Kaizen a Six Sigma. Metody Kaizen a Six Sigma budou dále podrobněji popsány. [18]

3.2.1 Kaizen

označuje metodu, často označovanou až za filozofii, kontinuálního zlepšování procesů. Nevztahuje se pouze na výrobu a na výrobní podniky, lze ji stejně dobře aplikovat v jakýchkoliv sférách podnikového řízení a rovněž je využitelná a využívaná v osobním životě mnoha lidí při budování sebedisciplíny. Kontinuálního zlepšování se ale na rozdíl od jiných již uvedených metod nesnaží dosáhnout stanovením absolutních a někdy svazujících cílů, ale kladením malých cílů, které je snazší překonávat a průběžným „zdviháním laťky“.

Mašín uvádí tuto definici Kaizenu: *Je to filozofie, snaha a úsilí o kontinuální zlepšení procesů, výrobků i služeb. Principem této filozofie zlepšování procesů je plynulý postup v menších krocích za účasti všech pracovníků.* [7]

Podobně i Robert Maurer ve své knize o metodě Kaizen, která nese podtitul *Z malého kroku k velkému skoku*, obhajuje důležitost konání malých kroků, pokud chceme dosáhnout výrazného a nepřetržitého, dlouhodobého zlepšování. Uvádí, že pokud je člověk postaven

před příliš náročný úkol, mozek tuto činnost často blokuje a člověk tento úkol nezvládá. Maurer ve své knize uvádí následující postupy a dílčí metody, které jsou užitečné pro zavádění Kaizenu:

- Klást malé otázky
- Zabývat se malými myšlenkami
- Podnikat malé akce
- Řešit malé problémy
- Ukládat malé odměny
- Všímat si detailů

Všechny uvedené body lze určitým způsobem spojovat i v ostatních metodách PI. Mašín Kaizen zobrazuje jako jakýsi deštník, který zastřešuje ostatní metody PI. Malými otázkami se jedná o to, neptat se „Co dělat, abychom neměli žádné prostoje?“, ale místo toho položit otázku „Co bychom mohli udělat, abychom prostoje o něco zkrátily?“ Obdobně lze řešit i ostatní body zavádění Kaizenu a uvést je v praxi v nejrůznějších sférách podniku. [1] [5] [9]

3.2.2 Six Sigma

Název Six Sigma je patentovaný společností Motorola, která tento systém řízení vyvinula v roce 1986. Six Sigma je statistickým přístupem, jehož cílem je vytlačit výskyt defektů a problémů kvality produkce tak daleko, že podnikový proces nesmí produkovat více jak 3,4 defektu na milion případů. Z matematického pohledu je cílem dosáhnout rozpětí šesti sigma mezi dolním a horním "specifikačním limitem". Pokud použijeme známou Gaussovu křivku, Six Sigma se má za úkol vytlačit počty defektů na úplné konce tohoto rozdělení.

Model Six Sigma na rozdíl od jiných metod je založený na pevných a objektivních datech. Je založený na systematickém studiu vlivu různých faktorů, které vystupují jako nezávisle proměnná, na výstup z procesu, který představuje závisle proměnnou, pomocí vhodně zvolených statistických metod. Konečným cílem Six Sigma je potom zvýšení kvality produkce a co největší eliminace její variability. Cíle je dosaženo pomocí projektu zlepšování Six Sigma, jehož podstata spočívá na tzv. „Six Sigma DMAIC“ což je sekvence kroků, ve kterých je model Six Sigma prováděn. Kroky fungují v neustálé návaznosti jeden za druhým a

nakonec se uzavírají v kruh. Opět, jako již u jiných metod PI, je zde možné mluvit o kontinuálním zlepšování. Systém kroků Six Sigma DMAIC je také znázorněn na obrázku 5.

3.2.2.1 Six Sigma DMAIC

1. **Define** = definování klíčových oblastí, na které je potřeba se zaměřit kvůli dosažení lepší úrovně sigma
2. **Measure** = měření za účelem získání informací o současné situaci. Problém je třeba nejprve zevrubně poznat. Měření neprobíhá vždy stejně, ani nejsou stanoveny žádné šablony. Může se jednat o měření velmi různorodých dat.
3. **Analyze** = analýza pomocí mnoha různých statistických metod má za svůj cíl po shromáždění všech dat z měření identifikovat hlavní zdroje problémů, které způsobují nejvíce chyb nebo nejzávažnější chyby.
4. **Improve** = zlepšení stávajícího stavu. V této fázi je nutné najít, prosadit a uskutečnit změny, které povedou ke zlepšení kvality a odstranění zdrojů chyb.
5. **Control** = kontrola výsledků opatření přijatých v minulé fázi. [7] [17]



Obr. 5. Systém kroků při aplikaci metody Six Sigma [16]

4 PARETOVA ANALÝZA

4.1 Paretovo pravidlo

Většina lidí by předpokládala určitou rovnováhu mezi příčinami a důsledky, tedy že 50% příčin způsobí zhruba 50% všech důsledků. Tento mylný předpoklad vyvrátil italský ekonom Vilfredo Pareto, který popsal pravidlo aplikovatelné v mnoha rovinách ekonomie. Toto pravidlo se nazývá Pravidlo 80/20.

V řízení výroby a podnikové ekonomice obecně má toto pravidlo obrovský význam. V oblasti řízení výroby nám například říká, že 20% všech činností (nebo také všech vyráběných výrobků) přináší 80% zisku. Po provedení Paretovy analýzy jsme pak schopni určit a zaměřit se na ty činnosti a produkty, které mají největší efekt. Lze tak velmi účinně a přesně určit, které výrobky a činnosti jsou pro firmu klíčové a které hrají vedlejší roli, a tudíž jim nemusí být věnováno tolik pozornosti.

4.2 Postup při Paretově analýze

- **Definování místa analýzy** – Pro analýzu musíme přesně určit, co bude jejím účelem (např. zjistit nejdůležitější výrobky z hlediska dosažených zisků).
- **Sběr dat** – Je zapotřebí získat dostatečné množství relevantních dat, aby celá analýza byla průkazná a aby nezkreslovala skutečnou situaci.
- **Uspořádání dat** – Nasbíraná data je vhodné seřadit do tabulky a uspořádat podle zvoleného kritéria sestupně (např. podle výše dosahovaného zisku z jednotlivých druhů výrobků).
- **Vytvoření grafu** – V grafu, který je výsledným zobrazením analýzy jsou kombinovány dva typy grafů, sloupcový a spojnicový. Zatímco řada vyobrazená ve sloupcích vyjadřuje celkový počet důsledků u jednotlivých příčin (např. celkový zisk pro jednotlivé výrobky), řada vyobrazené spojnicí vyjadřuje stoupající kumulativní podíl u jednotlivých výrobků. Tato spojnice je jinak nazývána Lorenzova křivka.
- **Stanovení kritéria rozhodování** – Celou analýzu nemusíme hodnotit striktně podle pravidla 80/20, ale můžeme se rozhodnout, že odstraníme menší počet příčin a pravidlo modifikovat.
- **Identifikace hlavních příčin** – Vybrané hodnoty kumulativního podílu na Lorenzově křivce pak spustíme kolmicí a zjistíme, kterými příčinami je vhodné se zabývat nebo které bychom měli alespoň upřednostnit před ostatními.

- **Stanovení opatření** – Po provedení Paretovy analýzy a interpretaci jejích výsledků není dobré zůstat pasivní. Metoda nám poukazuje spektrum výrobků, závad a jiných příčin, které jsou výrazně významnější než ostatní příčiny a proto bychom měli rychle začít aplikovat vhodné řešení zjištěné situace (odstranění akutních příčin poruchovosti, přednostní pozornost výrobě klíčových výrobků a podobně). [21]

5 ÚZKÁ MÍSTA

5.1 Teorie omezení

Teorie omezení, anglicky theory of constraints, je označována zkratkou TOC. Základem celé této teorie je předpoklad, že v každém procesu existuje nějaké omezení, které celému systému brání v dosahování maximálního možného výkonu. Velmi názorným příkladem je řetěz. Každý řetěz je tak pevný, jako jeho nejslabší článek. Nic potom nepomůže posilovat už tak silné místo, pokud je stále v řetězu slabý článek. Nutným postupem je tedy najít místo omezení, neboli úzké místo.

Mašín úzké místo definuje takto: „Místo omezení v procesu, které nepříznivě ovlivňuje celkový procesní výstup a výkon. Zpravidla zdroj, jehož kapacita je rovna nebo nižší než požadavek na něj kladený.“ [7]

Pokud tedy budeme posilovat kterákoliv jiná místa celého výrobního procesu, než je právě zjištěné úzké místo, je veškeré snažení zbytečné, protože úzké místo nepropustí průchod zvýšené kapacity. Teprve odstraněním úzkého místa můžeme výrobní systém zprůchodnit a zefektivnit. Problematika místa omezení je zobrazena na obrázku 6. [23]

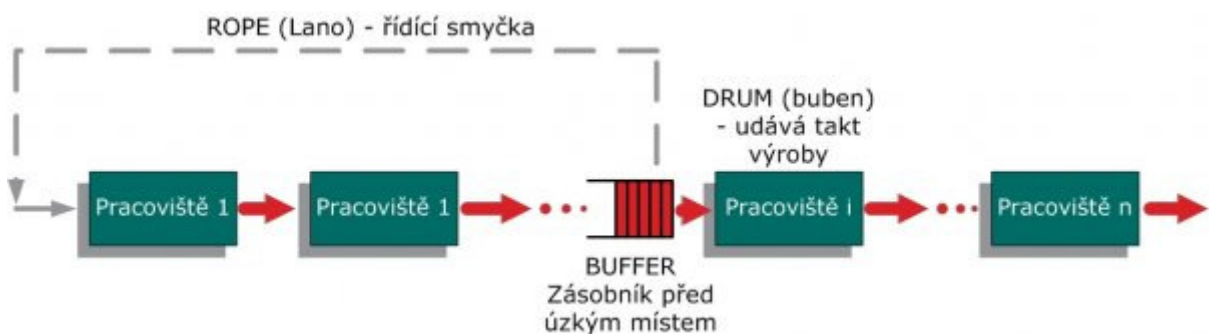


Obr. 6. Vliv úzkého místa na objem produkce [14]

5.2 Přístup Drum-Buffer-Rope

Zkráceně DBR je teorií navazující na TOC, jejímž tvůrcem je americký ekonom izraelského původu Goldratt, stejně, jako vyslovil už popisovanou teorii TOC. Teorie TOC se zabývá skutečností, že je potřeba identifikovat nejužší místo celého systému. Pokud hovoříme o nejslabším článku výroby, nějaké výrobní cesty, znamená to, že se jedná o jedno místo. Teorie DBR říká, jak je nutné o toto místo pečovat a jak je nutné k němu přistupovat. Ne vždy je totiž možné místo omezení odstranit, a pokud ano, velmi často to nelze provést hned. Slova drum, buffer a rope vystihují myšlenky, jak je potřeba k úzkému místu přistupovat.

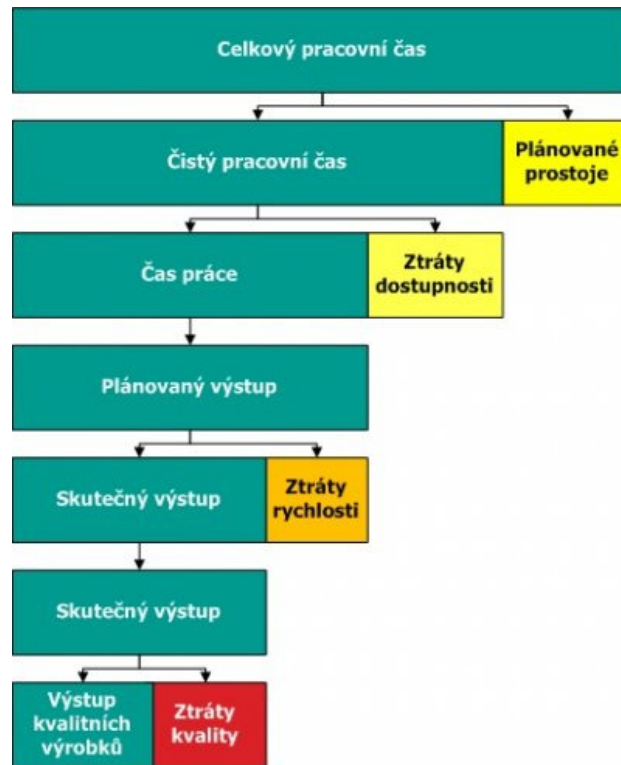
- Drum = buben. Buben se používá vždy, aby udával rytmus. Například na starověkých lodích udával rytmus, v jakém měli veslaři pracovat. Je to dobrou analogií i pro úzké místo. Princip Drum zdůrazňuje již zmíněný fakt, že rychlost výroby je udávána právě úzkým místem. Posílat například do výroby větší dávky materiálu, než je úzké místo schopné zpracovat, je naprosto bezúčelné.
- Buffer = zásobník, nebo také nárazník. Jestliže je rychlost celého výrobního systému limitována úzkým místem, je tak zároveň limitována schopnost systému vydělavat peníze. Z tohoto hlediska je naprosto nezbytné, aby úzké místo pracovalo nepřetržitě. Princip Buffer tak zdůrazňuje, že úzké místo musí být pečlivě chráněno zásobníkem před „vyhladověním“. Musí být tedy dbáno na to, aby úzké místo bylo pečlivě zásobováno tak, aby pracovalo neustále na 100%.
- Rope = lano, které představuje spojení úzkého místa se vstupem materiálu do celého výrobního systému. Za tuto spojku může úzké místo „zatahat“ v případě potřeby a tak včas ovlivňovat a kontrolovat dodávku materiálu podle svých potřeb. [13]



Obr. 7. Schéma pro řízení úzkých míst podle metodiky DBR [11]

6 CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZAŘÍZENÍ

6.1 Složky ukazatele CEZ a jejich výpočet



Obr. 8. Složky celkového pracovního času pro výpočet ukazatele CEZ [12]

Je základním ukazatelem štihlé výroby. Celková efektivnost zařízení - CEZ (anglicky OEE, neboli overall equipment effectiveness) – se nezabývá pouhým využitím, které je často v obecné rovině chápáno jako tzv. dostupnost zařízení a zahrnuje pouze míru využívání zařízení vzhledem k celkovému časovému fondu. Aby bral ohled na, u výrobních strojů, zásadní druhy plýtvání, zahrnuje tento parametr následující faktory:

- Míru využití - Availability (A)
- Míru výkonu – Performance (P)
- Míru kvality – Quality (Q)

Jak už je výše uvedeno, tak parametr míra využití nám říká, kolik procent z celkové doby stroj běží ve výrobě. Ze zlomku ve vzorci (obrázek 9) lze vidět, že od využitelného času odečítáme prostoje. Je zde ale potřeba specifikovat, co to vlastně je celkový využitelný čas. Je to čas, po který byl stroj k dispozici a zároveň na tuto dobu pro něj byla naplánovaná výroba. Do prostojů, které od tohoto času odečítáme, se potom řadí např. opravy, údržba,

přestávky, čas na seřizování, nedostatek materiálu, či pracovníků. Tento parametr je určitě důležitý, ovšem chybou je, že je často jediným z ukazatele CEZ, který bývá firmami v praxi využíván.

$$A = \frac{\text{využitelný čas - prostoje}}{\text{využitelný čas}}$$

Obr. 9. Vzorec na výpočet míry využití [6]

Druhý parametr, míra výkonu, je ovlivňován ztrátami rychlosti stroje. Je to tedy podíl skutečné rychlosti stroje zaznamenané při výrobě a plánované rychlosti. Ve zlomku (obrázek 10) je v čitateli celkový čas na celou vyrobenou produkci (např. výrobní dávku) podle toho, jak byla rychlost výroby na projektovaná. Veličina t_p je plánovaný čas na výrobu jednoho kusu. V čitateli potom je skutečná doba výroby, pokud tyto dva časy porovnáme, dostaneme parametr využití výkonu strojního zařízení.

$$P = \frac{\text{počet vyrobených kusů} \times t_p}{\text{využitelný čas - prostoje}}$$

Obr. 10. Vzorec na výpočet míry výkonu [6]

Posledním parametrem ukazatele CEZ je parametr zachycující kvalitu produkce. Kvalita totiž jednoznačně zapadá do využití stroje. Je totiž nutné si uvědomit, že čas, ve kterém je vyroben neodpovídající výrobek, je čas nenávratně ztracený. Zlomek (obrázek 11) opět velmi jednoduše počítá procento výrobků bez vad na celkovém množství produkce.

$$Q = \frac{\text{vyrobené kusy} - \text{nestandardní kusy}}{\text{vyrobené kusy}}$$

Obr. 11. Vzorec na výpočet míry kvality [6]

Když máme vypočítané všechny tři parametry, dosadíme je už jednoduše do vzorce na výpočet ukazatele CEZ (obrázek 12). Pokud výsledek vynásobíme 100, dostaneme celkovou efektivitu zařízení v procentech, jinak se výsledek blíží 1, která představuje ideální stav.

CEZ=využití (A)×výkon (P)×kvalita (Q)

Obr. 12. Vzorec pro výpočet ukazatele CEZ z jednotlivých složek [6]

6.2 Monitorování úzkých míst pomocí CEZ

Bakalářská práce výše popisuje problematiku úzkých míst. Pokud tedy víme, co jsou to úzká místa, a známe dostatek metod, jak problém úzkého místa řešit, případně jak úzká místa eliminovat, je nutné si položit otázku: Jak můžeme definovat nebo najít problém úzkého místa? Tady nelze ignorovat přínos a význam analýzy CEZ, která nám úzká místa pomocí vhodně zvolených parametrů pomáhá identifikovat. Analýzu CEZ lze jistě označit za základ při zjišťování chyb a plýtvání ze strany strojů a jejich provozu.

Není tedy nutné provádět analýzu CEZ na všech zařízeních, ale poté, co zjistíme úzká místa výroby, je vhodné zaměřit se s analýzou do těchto bodů systému. Jak už bylo výše vysvětleno, nemá smysl posilovat ostatní zařízení, pokud místa omezení zůstávají ve stejném stavu. Smyslem analýzy CEZ není pouze provést analýzu, ale především snaha o zlepšování, zvyšování tohoto ukazatele. Skutečností dnes je v mnoha firmách zjišťování CEZ pouze za účelem vykazování pro manažerské meetingy a podobné příležitosti. Toto uchopení této analýzy je však téměř zbytečné. Účelem CEZ je pomoci trvalému zlepšování procesů a zvyšování produktivity a proto by celá analýza měla probíhat ve formě:

- Sběru dat
- Vyhodnocování
- Vizualizace
- Opatření na zvyšování CEZ

Mezi postupy využívané při sběru dat a jejich vyhodnocení se používá ručního sběru a zpracování, poloautomatický sběr, kam patří například offline vyhodnocování v inflačním systému a plně automatický sběr dat. Automatický sběr využívá technicky velmi vyspělé systémy, které analyzují systém online a samy ho vyhodnocují. Všechny uvedené body analýzy by se měly zároveň soustředit především na úzká místa výrobního systému. Pokud jsou provedena účinná opatření na zlepšení koeficientu, je možné dosáhnout zvýšení CEZ o 20-30%. Tyto údaje mohou být však v závislosti na typu výroby odlišné. Obecně se však dá říci, že špičkové hodnoty ukazatele CEZ se pohybují okolo 85-90%.

Na neposledním místě je analýza CEZ důležitá jako ukazatel úspěšné implementace některých uvedených metod PI. Bývá často spojována nejen s programem TPM ale i SMED, 5S, s metodou zkracování cyklu a podobně. [4] [6] [12]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI EPCOS, S.R.O.



Obr. 13. Nové logo společnosti EPCOS, s.r.o.

7.1 Vymezení činnosti dle obchodního rejstříku

Společnost EPCOS, s.r.o. byla do obchodního rejstříku zapsána dne 12. Července 1999. K tomuto datu byla zapsána činnost koupě za účelem dalšího prodeje a měsíc nato, dne 31. Srpna 1999 byly zapsány činnosti výroba a odbyt magneticky měkkých feritů a příslušenství a nakládání a likvidace odpadů, vyjma nebezpečných. To jsou v současnosti všechny činnosti představující předmět podnikání tak, jak jsou zapsány v obchodním rejstříku.

7.2 Historie

Společnost EPCOS, s.r.o. je firmou zabývající se výrobou feritových jader. Výroba magneticky měkkých feritů v Šumperku se datuje již od roku 1956, původně pod značkou Pramet, závody práškové metalurgie Šumperk. V roce 1992 byla registrována firma Pramet s divizí 3, mezi jejíž cíle do budoucna patřilo zaměření se na výrobu magneticky měkkých feritů.

V září 1999 byla tato divize odkoupena firmou Siemens Matsushita Components. Od října téhož roku byla firma přejmenována na EPCOS, s.r.o. a zahájila výstavbu nové výrobní haly v Šumperku. V novém výrobním závodě byla výroba zahájena rok na to, v říjnu 2000. Září 2001 přineslo výrobu z německého Mnichova do Šumperka. Tento a další přesuny byly uskutečněny zejména z důvodu menších mzdových nákladů v České Republice, přičemž v rámci přesunů došlo rovněž k přesunu veškerého know-how ze zahraničních provozů do Šumperka.

V letech 2002 až 2005 byla do Šumperského závodu postupně transferována výroba E jader, toroidů a granulátu z francouzského Bordeaux. Jsou to významné milníky pro Šumperský závod, protože ten nyní provádí kompletně celou výrobu feritových jader.

V letech 2005 až 2007 byla do Šumperského závodu transferována další výroba, a to konkrétně výroba pozistorů z rakouského Detschlandbergu. V těchto letech se jednalo pouze o

backend. K transferu frontendu pozistorů došlo v následujících letech 2007 až 2008. Výroba pozistorů představuje výrobu oddělenou od výroby feritů.

Rok 2006 pro společnost EPCOS, s.r.o. představuje získání certifikátu ISO TS 16949:2002.

Mezi nejvýznamnější události posledních let patří odkoupení firmy japonským koncernem TDK, což je společnost vyrábějící elektronické součástky, materiály a záznamová a datová média. Tento krok byl oznámen 31. 7. 2008 a od října 2009 již společnost na trhu nově vystupuje pod názvem TDK-EPC Corporation.

7.3 Současnost

Společnost EPCOS, s.r.o. se s postupem času stala jedním z nejvýznamnějších výrobců feritů na světě. Nejedná se o českou firmu. Výrobní této společnosti můžeme nalézt po celém světě. Jsou v Severní i Jižní Americe v Evropě např. v Rakousku a Německu a dále také v Číně nebo Malajsii. V celém světě společnosti v současnosti funguje 22 závodů a vývojových center, z nichž jeden se nachází právě v Šumperku, 6 prodejních centrál a 44 regionálních prodejních kanceláří. Centrála společnosti se nachází v Mnichově. Společnost se snaží o přední místo mezi všemi světovými dodavateli feritů. Přestože ve světě je firma EPCOS známá především jako výrobce kondenzátorů, jak je již výše uvedeno, i na poli magneticky měkkých feritů již dosáhla významných úspěchů. Usiluje o uspokojení co největších kruhů zákazníků. Každoročně rozšiřuje svoje výrobky o více než 20 tvarů, které stále vyvíjí ve spolupráci s oddělením marketingu v Mnichově. Nyní se snaží zaměřit také na oblast automobilů a vyrábět jádra specializovaná pro toto odvětví. Způsobem, který firma využívá k tomu, aby posílila svoje postavení na trhu a aby byla schopná uspokojovat požadavky zákazníků, je optimalizace výrobních a logistických procesů.

Společnost EPCOS, s.r.o. rovněž přijala systém řízení jakosti a ochrany životního prostředí. V něm prohlašuje, že si uvědomuje svoji odpovědnost vůči životnímu prostředí. Proto usiluje o snižování vlivu na životní prostředí a provádí všechna opatření nezbytná k tomu, aby zabránila škodám na životním prostředí způsobených.

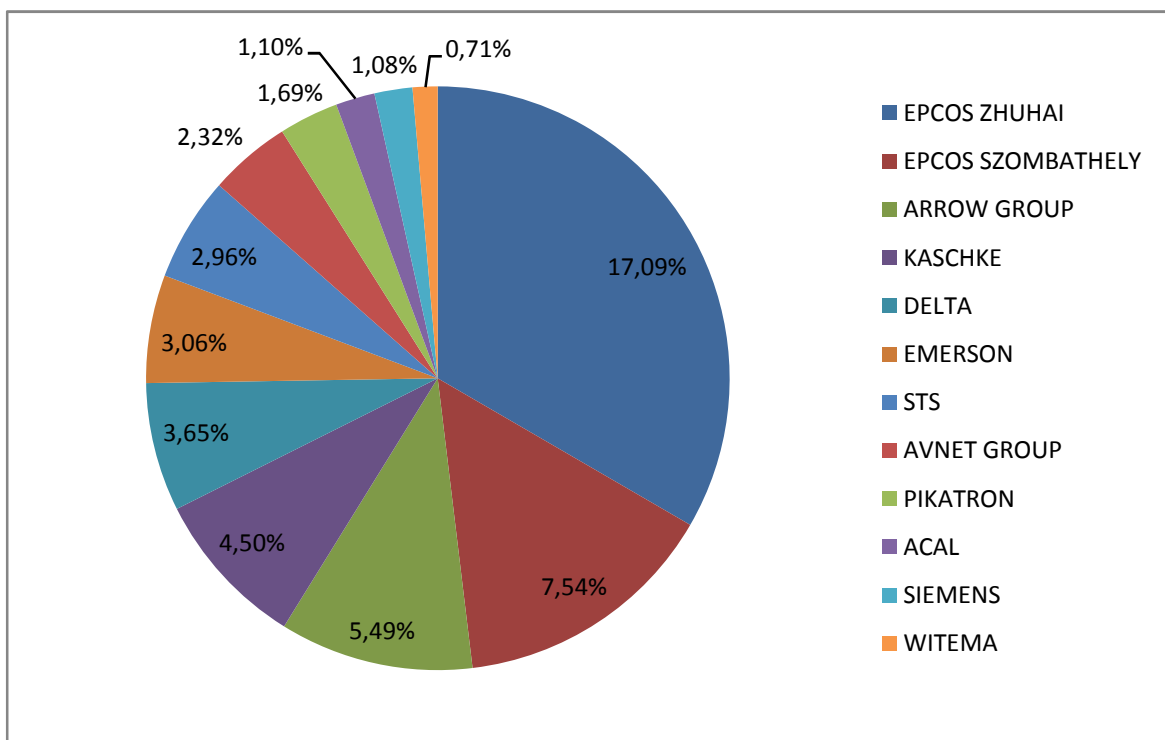
7.4 Popis konkurence

Již výše bylo zmíněno, že společnost EPCOS, s.r.o. je jedním z nejvýznamnějších světových výrobců feritů. V České Republice skutečně nemá žádnou konkurenci, protože mag-

neticky měkké ferity žádná z tuzemských firem nevyrábí. Pouze magneticky tvrdé ferity se u nás vyrábí ve Světlé Hoře. Vzhledem k současným měřítkům však nemůžeme konkurenci sledovat pouze v tuzemsku. Ve světě jsou největší konkurenti v Japonsku (Fuji, Hitachi, Nicera), v USA (Magnetics, MMG – Neosid), v Indii (Cosmo). Nejblíží silná konkurence se nachází v sousedním Polsku v podobě firmy Ferroxcube patřící do koncernu Phillips.

7.5 Odběratelé

Mezi přední zákazníky společnosti EPCOS, s.r.o. patří zejména zákazníci z řad sesterských společností, a to zejména EPCOS Zhuhai a EPCOS Szombathely. Dále je to společnost Arrow Group, Kaschke, Delta, Emerson, STS, AVNet Group, Pikatron, Acal, Siemens a Witema. Tyto společnosti na celkovém objemu tržeb společnosti EPCOS, s.r.o. tvoří v průměru kolem 50%. Na obrázku 14 lze vidět graf, který znázorňuje velikosti objednávek od těchto předních zákazníků za březen 2010 a zároveň uvádí jejich podíl na celkových tržbách za měsíc březen.

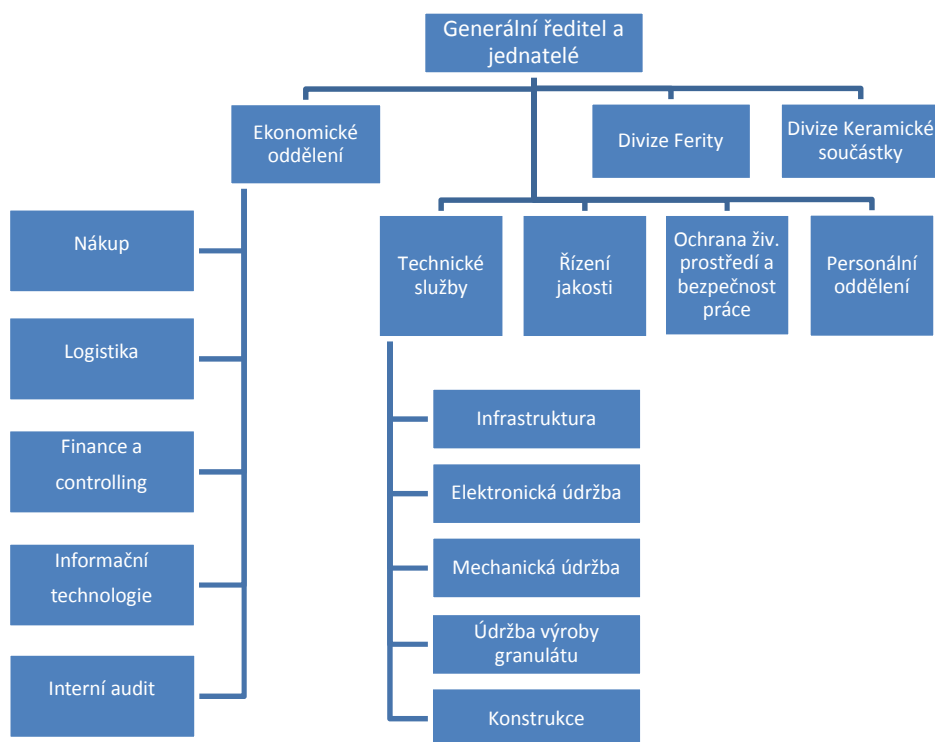


Obr. 14. Struktura nejvýznamnějších odběratelů firmy EPCOS, s.r.o. a jejich podíly na celkových tržbách v březnu 2010.

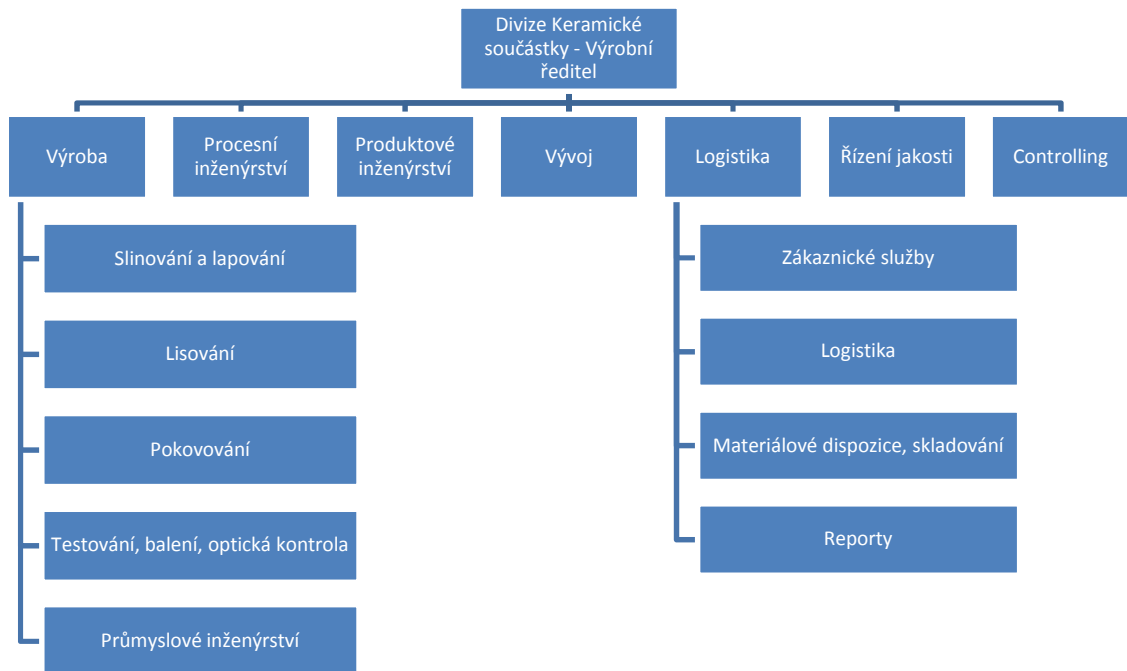
7.6 Organizační struktura

Za společnost EPCOS, s.r.o. jednají a vystupují generální ředitel a dva jednatele, kteří jsou současně jednotlivými výrobními řediteli. Navenek ovšem společnost zastupuje generální ředitel. Ředitelé jednotlivých sekcí výroby plně zodpovídají za provoz ve svém oddělení.

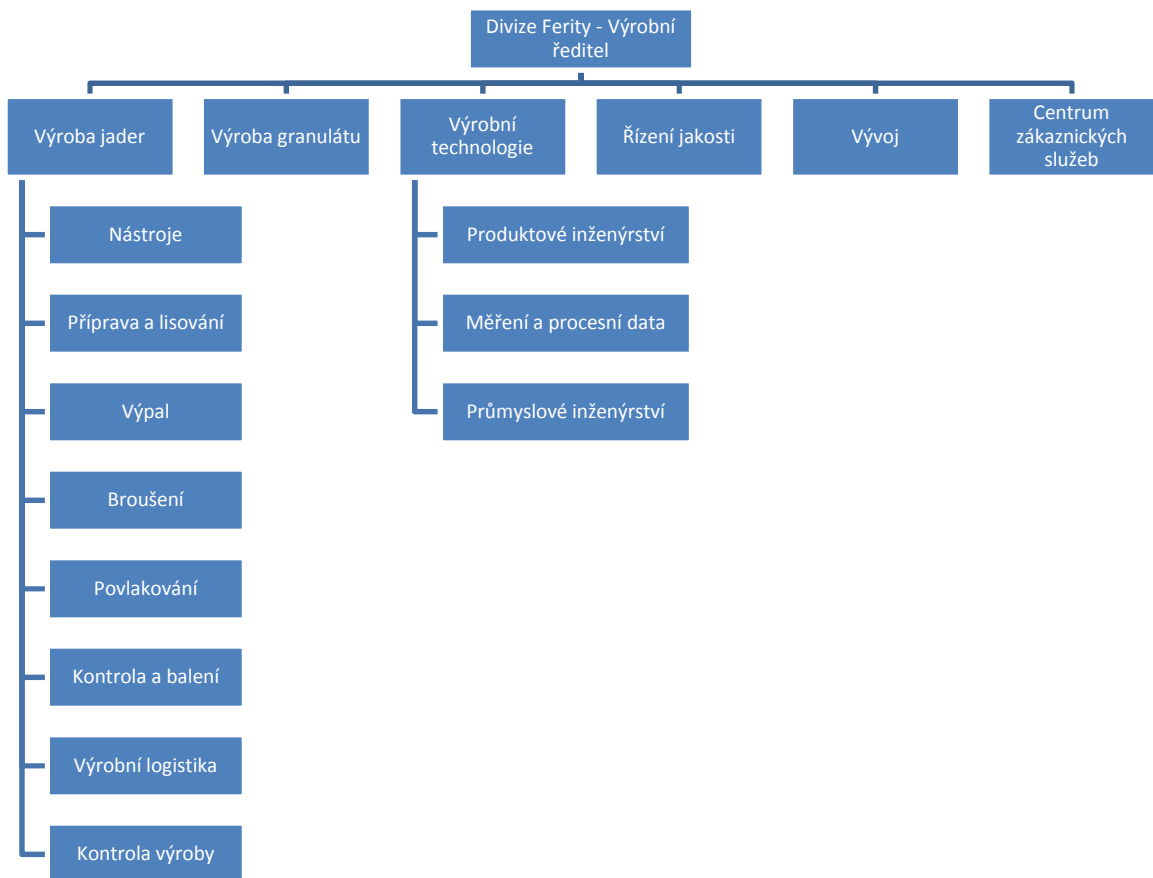
Z diagramu na obrázku 15 je patrné, že výroba je ve firmě EPCOS, s.r.o. rozdělena na dvě hlavní výroby, a to výrobu feritů a výrobu keramických součástek. Tato mají každá svoji halu a provoz v podstatě úplně oddělený. Organizační schémata pro každou ze sekcí výroby jsou proto uvedena zvlášť na obrázcích 16 a 17.



Obr. 15. Organizační diagram generálního ředitele a jemu přímo podřízených funkčních jednotek.



Obr. 16. Organizační diagram výrobního úseku Keramické součástky.



Obr. 17. Organizační diagram výrobního úseku Ferity.

Na diagramu na obrázku 17 vidíme organizační schéma v oddělení výroby feritů. Výrobní ředitel v tomto oddělení na celou výrobu dohlíží. Pod ním, na nižší úrovni řízení jsou další vedoucí pro výrobu jader, výrobu granulátu, výrobní technologie, řízení jakosti, vývoj a zákaznický servis.

Vedoucí výroby jader má na starosti jednotlivé úseky výroby feritových jader od frontendu po backend a jeho přímými podřízenými jsou tedy hlavní mistři v jednotlivých úsecích výroby jader.

Vedoucí výroby granulátu má na starost provoz výrobní v Mohelnici. Tato část výroby se tedy nenachází přímo v závodu v Šumperku.

Vedoucí výrobní technologie má za úkol vést výrobu podniku tak, aby byla hospodárná a efektivní. V tomto oddělení probíhá rovněž měření a analýza dat, která vystupují z výroby. Oddělení průmyslového inženýrství pak s těmito daty dále pracuje a snaží se případně hledat nápravná opatření. Jednotlivými činnostmi PI ve firmě EPCOS, s.r.o. se bude bakalářská práce ještě dále zabývat.

Vedoucí řízení jakosti drží svůj dohled nad tím, aby při výrobě feritů byly dodržovány zásady řízení jakosti a ochrany životního prostředí tak, jak byly firmou a jejími představiteli přijaty.

Jak už jsem výše zmínil, firma EPCOS, s.r.o. se snaží co nejvíce rozšiřovat nabídku nabízených tvarů feritů tak, aby uspokojila co největší okruh zákazníků. Toto má na starost vedoucí vývoje výrobků.

Komunikaci se zákazníkem má na starost vedoucí centra zákaznických služeb a jemu podřízení zaměstnanci.

Bakalářská práce se také výše zmiňovala o přesunu útvarů frontend a backend. Tyto pojmy rovněž souvisí s organizační strukturou firmy. Frontend tedy představuje část výroby od granulátu, přes lisovnu až po výpal výrobku a backend potom tu část výroby, kde je již vypálený výrobek (feritové jádro) broušen, dále jde přes výstupní kontrolu a nakonec je zabalen.

7.6.1 Činnosti úseku PI ve společnosti EPCOS, s.r.o. v Šumperku

Úsek PI se ve společnosti EPCOS, s.r.o. zabývá širokým spektrem činností od nejzákladnější až po některé specializované a účelově zaměřené spočívající například v uvádění a implementaci některých metod PI ve vedení zaměstnanců ke spolupráci při odstranění plýtvání a podobně. Nyní v tomto úseku ve firmě EPCOS, s.r.o. pracují 3 zaměstnanci.

Úsek PI se zde zabývá **využitím strojních a personálních kapacit**. Na pracovištích je sledováno využití času pracovníka a dále efektivita s jakou stroje vyrábějí. Využití času vychází z rozdělení celkového času na čas produktivní a neproduktivní. Potom je využití času spočítáno jako podíl produktivního a celkového času. Na základě tohoto výpočtu je prováděno vyhodnocení využití personálních kapacit. Využití strojních kapacit se počítá a sleduje na základě normovaného času na výrobní dávku a skutečného času, který byl využitý na výrobu dávky. Výpočet je opět poměrem a to normovaného času k produktivnímu času. Tyto dva ukazatele jsou v současné době sledovány a vyhodnocovány. Aby bylo možné tyto ukazatele sledovat, jsou všechna strojní pracoviště vybavena počítači, kde obsluha stroje vyplní vždy, jakou výrobní dávku do stroje vkládá ke zpracování, kdy je výrobní dávka ukončena. Čas započítá dávky je shodný vždy s časem ukončení dávky předchozí. Je tak zajištěno kontinuální nepřetržité sledování celé směny a všech činností, kterým se obsluha stroje věnovala. Ta je totiž povinna do počítače na pracovišti zadávat i časy veškerých oprav a přestávek ve výrobě a zaznamenat účel prostoje. Oddělení PI má potom dobrý přehled o využití času pracoviště a jsou schopni z toho vyvodit patřičné závěry.

Pokud se bakalářská práce zmiňovala o časových normách pro jednotlivé výrobní dávky, je nutno dodat, že toto **normování** rovněž spadá do odpovědností úseku PI. PI se tedy zabývá jak určováním norem pro strojní výrobu tak také sledování plnění těchto norem.

Další z odpovědností, kterou má úsek PI ve společnosti EPCOS, s.r.o. je **stanovení spotřeby strojních a personálních minut** v případě poptávky některého ze zákazníků po novém výrobku. Takto stanovené potřebné časy pro výrobu ve všech fázích zpracování výrobku slouží pro kalkulaci nákladů na nový výrobek.

Pracovníci PI vyhotovují **časové snímky** s využitím metodiky REFA, která využívá metody přímého měření práce.

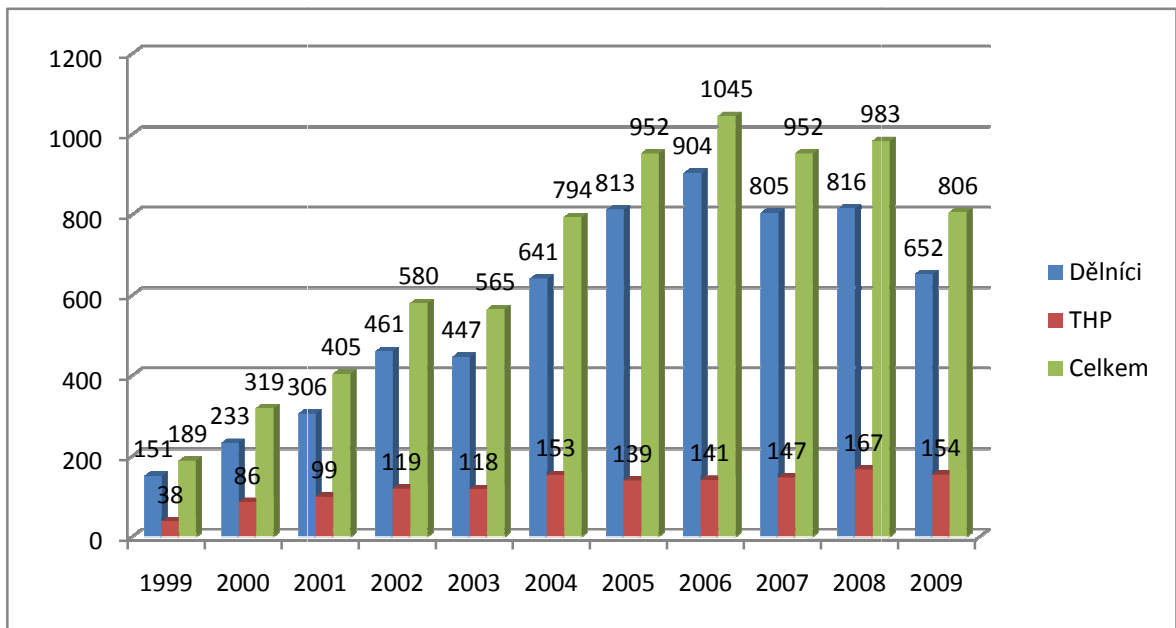
Důležitou činností, která spadá do odpovědností PI, je **příprava workshopů**. Jsou to akce trvající 2-3 dny zaměřené na řešení nějakého konkrétního problému. Na workshopu se účastní skupina lidí různých profesních zařazení, vytvoří tým a má za úkol přijít s nějakým

řešením daného problému. Týmy se tak snaží využívat potenciál všech svých členů, protože díky různým odbornostem má každý člen osobitý přínos. Na konci workshopů bývá prezentace jednotlivých týmů a jejich návrh řešení. Oddělení PI na těchto workshopech plní funkci moderátora.

Jedním z projektů, které úsek PI ve společnosti EPCOS, s.r.o. již v minulosti započal, je **system zlepšovacích návrhů** vycházející z již popisované **filozofie Kaizen**. Tento systém je ve společnosti EPCOS, s.r.o. interně nazýván **3i**. 3i má za úkol oslovit všechny zaměstnance závodu, aby neváhali přijít za odpovědnými lidmi s postřehy a nápady na odstranění plýtvání a zvýšení efektivity výroby v podniku. Je to tedy systém, jehož součástí by se měli stát všichni zaměstnanci a měl by tudíž fungovat na celopodnikové bázi. Systém se vyvíjí zatím velmi pozitivně, zejména co do počtu návrhů ze strany zaměstnanců. Malým problémem zůstává pomalá reakce na podané návrhy, jejich realizace a také odměnění navrhovatelů. Cílem dalšího zlepšování v rámci 3i je motivace pracovníků k podávání větších návrhů, protože ty současné jsou spíše drobnější povahy. Pro účely 3i je vypracován i systém odměn za nejlepší návrhy měsíce a další soutěže tohoto typu.

Už třetím rokem pokračuje ve společnosti EPCOS, s.r.o. projekt **zavádění metody 5S**. Zavádění a zlepšování v rámci této metody bylo spuštěno na všech střediscích ve výrobě feritů. Některá pracoviště už se díky zodpovědnému přístupu pracovníků stala skutečným vzorem toho, jak by metoda 5S měla fungovat v praxi. Ve společnosti EPCOS, s.r.o. tak už můžeme mluvit o čistých a uspořádaných, dobře fungujících pracovištích.

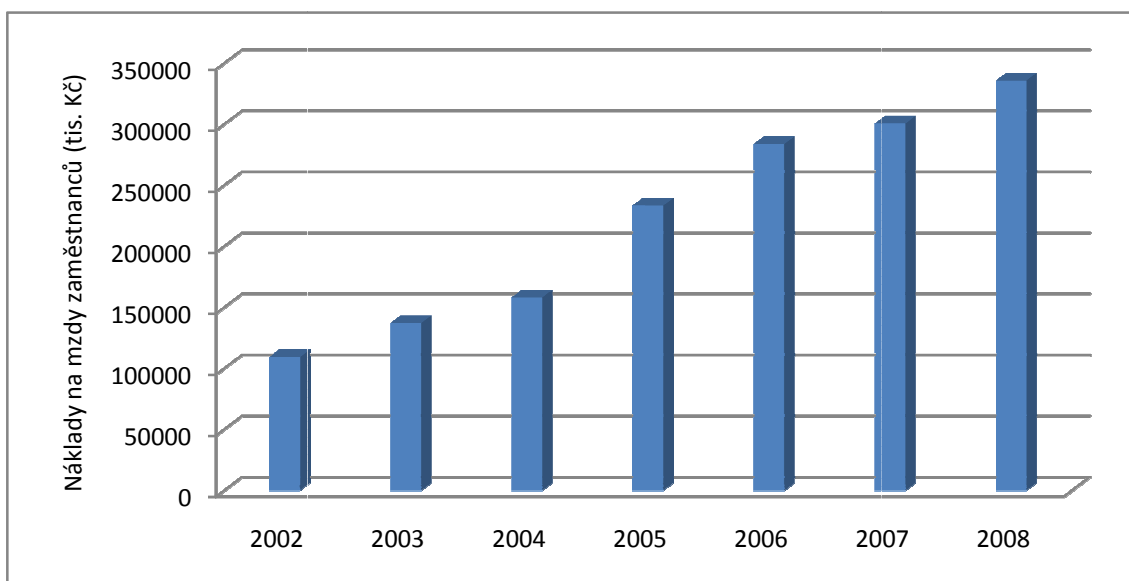
7.7 Údaje o počtu zaměstnanců



Obr. 18. Vývoj počtu zaměstnanců v letech 1999-2009.

Jak vidíme na grafu na obrázku 18, stav počtu zaměstnanců byl ve společnosti EPCOS, s.r.o. až na výkyv v roce 2003 stabilně a poměrně výrazně rostoucí. Tento trend pokračoval až do roku 2006. V dalším roce už vidíme pokles počtu zaměstnanců na úroveň z roku 2005, následuje mírný vzestup a v roce 2009 opět dost výrazný pokles počtu zaměstnanců. Firma musela v tomto roce přistoupit k propuštění většího počtu zaměstnanců z důvodu poklesu poptávky v období ekonomické krize. Nyní se po zaplnění zakázkami tento stav opět zvyšuje.

Z grafu na obrázku 19 vidíme, že přes pokles počtu zaměstnanců od roku 2007 mzdové náklady dále stoupají. Je tedy patrné, že ve firmě roste průměrná mzda zaměstnanců.



Obr. 19. Vývoj mzdových nákladů v letech 2002-2008.

7.8 Výrobní portfolio

Jak už vyplývá z organizační struktury EPCOS, s.r.o., podnik se dělí na dva organizačně oddělené provozy, z nichž jeden se zabývá výrobou feritů a druhý výrobou pozistorů. Ve výrobě pozistorů, která je interně označována jako PTC se vyrábí pouze určité druhy pozistorů. Z technické podstaty pozistorů vyplývá, že pozistorů jsou teplotně závislé odpory. To znamená, že se vzrůstající teplotou mění svůj odpor, buď kladně, nebo záporně. Ve společnosti EPCOS, s.r.o. v Šumperku se výroba PTC zaměřuje pouze na výrobu pozitivních pozistorů, tedy těch, které se vzrůstající teplotou svůj odpor zvyšují.

V současné době se vyrábí pozistorů následujících typů

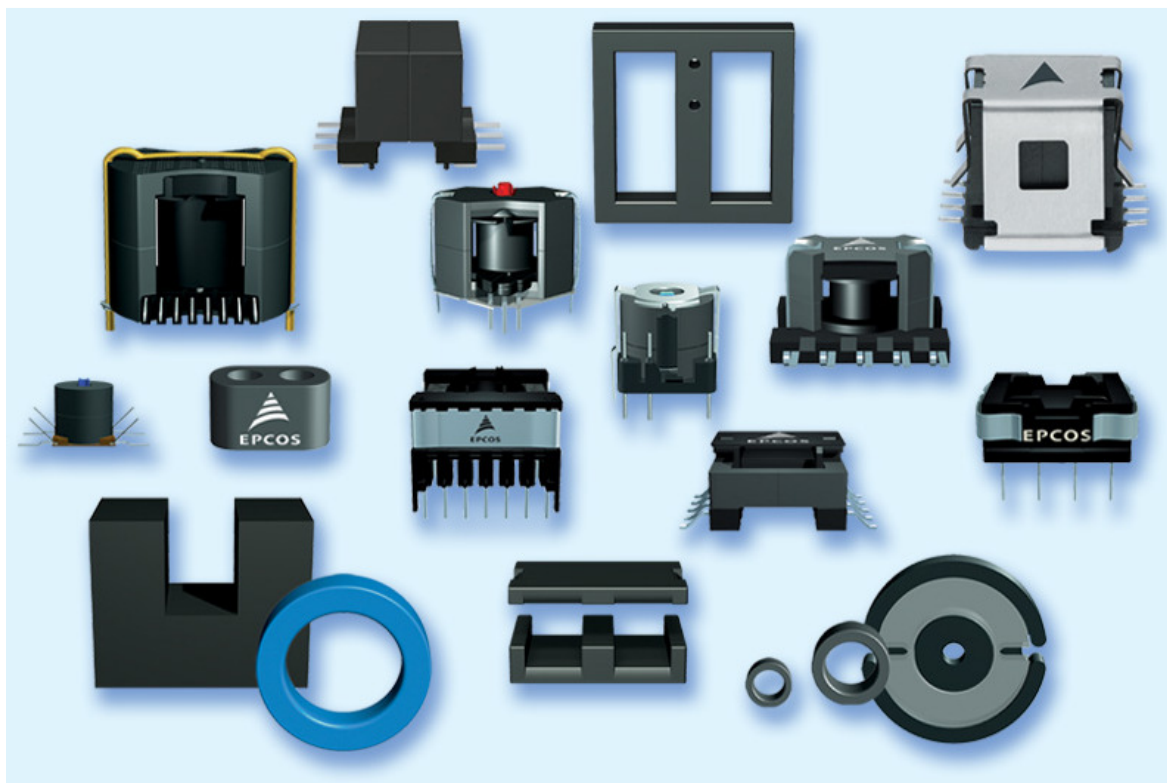
- Pozistory sloužící jako nadproudová ochrana,
- Pozistory pro použití v telefonních sítích,
- Pozistory jako topné články,
- Pozistory pro spínací a přepínací systémy
- Pozistory pro startéry motorů
- Senzory různých typů

Uvedené typy pozistorů se dále vyrábějí v různých tvarech a velikostech podle potřeby umístění. Celkem je vyráběno kolem 50 různých typů pozistorů. Na obrázku 20 je možné vidět některé z nich.

Výroba feritů (v podniku má označení FER) je velmi rozsáhlá. Firma EPCOS, s.r.o. vyrábí ferity pro všechny možné účely a proto v jejím výrobovém portfoliu můžeme nalézt jádra od velikosti několika milimetrů až po jádra, která svojí velikostí přesahují 10 centimetrů. Podle tvaru pak můžeme rozlišovat jádra typů RM, EP, EPX, EPO, PM, P, PS, PCH, E, ELP, ER, EQ/I, ETD, EFD, EV, U/I a Toroidy, neboli jádra uzavřená do kruhu (též nazývána „ringy“). Každý z uvedených typů představuje tvar jádra, který se vyrábí v mnoha různých velikostech.



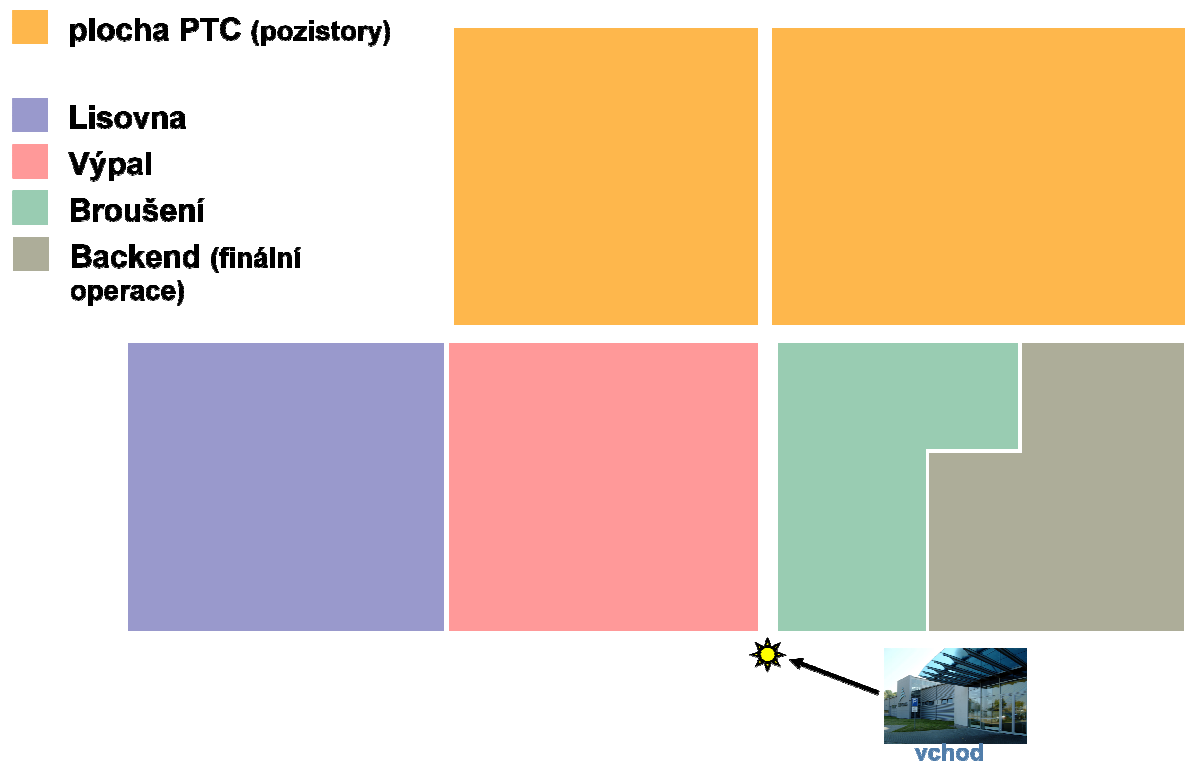
Obr. 20. PTC pozistory vyráběné ve firmě EPCOS, s.r.o. v Šumperku.



Obr. 21. Feritová jádra a příslušenství vyráběné ve firmě EPCOS, s.r.o. v Šumperku.

8 VÝROBNÍ PROCES

8.1 Rozdělení výroby ve firmě EPCOS, s.r.o.



Obr. 22. Půdorysné schéma výrobních hal firmy EPCOS, s.r.o.

Výroba ve společnosti EPCOS, s.r.o. se dělí, jak už je vidět z organizační struktury společnosti, na výrobu feritových jader a pozistorů. Na uvedeném schématu výrobních hal označuje oranžová část výrobu pozistorů. Lisovna, výpal, broušení a šedě zbarvená backendová část označují čistě výrobu feritů. Přestože jsou obě haly přímo sousedícími budovami, mají každá nezávislý provoz na druhé. Sjednocujícím prvkem obou provozů pak zůstává jen generální ředitel a jemu přímo podřízené funkční jednotky (viz organizační diagramy).

Firmou EPCOS, s.r.o. jsem byl v rámci zpracovávání bakalářské práce zařazen do oddělení feritů, k jehož činnosti se přímo vztahuje analýza prováděná v této bakalářské práci. To je tedy důvodem, proč se už dále bakalářská práce nebude zabývat situací podniku jako celku, ale bude se věnovat výhradně části výroby zabývající se výrobou feritových jader.

8.2 Popis výrobku

Co se týče použitého materiálu, řadíme magneticky měkké ferity mezi oxidy kovů. Jedná se o oxidy železa, manganu, zinku nebo niklu. Svojí povahou ferity spadají do oblasti keramiky. Vyznačují se vysokou tvrdostí (dle Mohsovy stupnice mají ferity tvrdost 8). Vděčí za to svojí krystalické struktuře spinelu (spinely jsou přírodní diamanty), a proto se jim také říká ferospinely. Ferit ale, na rozdíl od těchto přírodních drahokamů, má vyšší hustotu, mívá nejčastěji šedou až černou barvu, jak už bylo zmíněno, má vysokou tvrdost a poměrně nízkou pevnost v tahu. Obdobně jako každá keramika, je ferit velmi křehký a za pokojové teploty neexistuje žádná plastická deformace, takže při překročení meze pevnosti praská křehkým lomem. Plastická deformace se projevuje až při teplotách nad 1000°C. Při výpalu se ferit smršťuje průměrně o 15,5% a zvyšuje svoji hustotu. Ferit vykazuje ferimagnetické vlastnosti, které ztrácí po dosažení Curieho teploty, což je 130-280°C u manganozinečnatých systémů a nad 400°C u niklzinečnatých systémů.

8.3 Využití magneticky měkkých feritů

Ferity, jejichž výrobou se společnost EPCOS, s.r.o. zabývá, nalézají v současnosti uplatnění v následujících oblastech:

- **Průmyslové aplikace** – ferity se zde používají u konvertorů AC/DC a disků, větrných elektráren, přepínacích zdrojů napájení nebo například v energeticky úsporných lampách, žárovkách apod.
- **Telekomunikace** – Zde jsou ferity používány v uživatelům již známějších přístrojích, s některými se jako uživatelé běžně stýkáme. Jsou to například ISDN, xDSL a ADSL karty a modemy, stanice pro bezdrátové telefony, mobilní telefony, zdroje napětí, senzory pro parkovací systémy a další.
- **Automobilové aplikace** – S rozvojem elektroniky v osobních automobilech i zde nacházejí ferity čím dál větší uplatnění. Příkladem může být monitorovací systém tlaku v pneumatikách.
- **Spotřebitelské přístroje** – zde se jedná o, běžným uživatelům velmi známé, přístroje určené k přenosu dat, jakými jsou např. PDA, MP3, ale i notebooky a externí disky. Ferity se používají i v bílé elektronice, napáječích apod.

8.4 Technologie zpracování feritů

8.4.1 Výroba granulátu

Při výrobě granulátu, což je sypatelný prášek určený pro lisování výrobku, jsou používány nejprve různé technické prostředky, jejichž účelem je ovlivnit pozitivně morfologii částic granulátu. Znamená to tedy, že technické prostředky vedou k dosažení správné velikosti částic, správnému tvaru a podobně. U granulátu jsou ale velmi důležité jeho vlastnosti při lisování. Ty jsou optimalizovány pomocí přidávání organických aditiv, ale i technickými podmínkami, při výrobě každé dávky granulátu (nejvíce tepelným zpracováním). Nejčastěji sledovanými lisovacími vlastnostmi jsou třecí a pevnostní vlastnosti, velikost lisovacího tlaku a schopnost granulátu dokonale vyplnit často složitě tvarovanou formu v co nejkratším čase. Použitím organických aditiv lze ovlivnit i prašnost granulátu, takže potom lze vyrábět jádra na vstřikovacích automatech.

8.4.2 Lisování

Úkolem této fáze výroby je naplnit dutinu nástroje (formy) granulátem, zformovat ho přesně do tvaru formy a vytvořit kompaktní a tuhý výlisek, který je následně nutné z formy bezpečně vysunout a odebrat. V případě vstřikovacích automatů se do dutiny vstřikuje tavenina granulátu, kterou je nutné zchladit a později výlisek bezpečně vyhodit z formy. Lisování samotné probíhá na strojích o síle 4 až 400 tun. Jedná se tedy jak o jednoduché mechanické lisy, tak o velké hydraulické lisy. Tomu potom odpovídá i spektrum výrobků. Firma EPCOS, s.r.o. totiž vyrábí feritová jádra o váze od desetin gramu až po čtyři kilogramy.

8.4.3 Odplynění organických látek

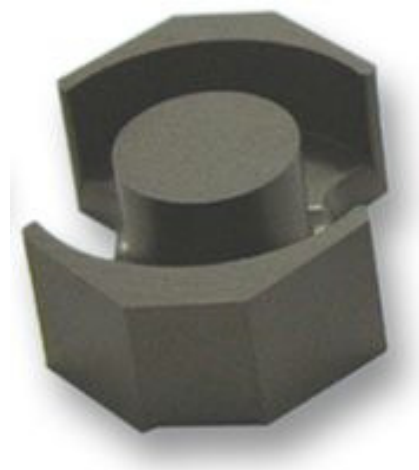
Je to činnost, která musí proběhnout ještě před samotným výpalem vylisovaných jader. K této činnosti se používají komorové elektrické odplyňovací pece nebo přímo elektrické vypalovací pece. Odplyňování se provádí na vzduchu a je zcela nezbytné aby se tak z jader vyloučilo veškeré organické pojivo, jinak by mohlo docházet ke skrytým defektům ve formě prasklin feritových jader a podobně. Odplynění je velmi dlouhý proces. Doba jeho trvání se pohybuje od 3,5 hod až po 150 hod, přičemž doba trvání procesu závisí na velikosti odplyňovaných jader a typu pojiva.

8.4.4 Výpal

V této fázi výroby je úkolem dosáhnout požadovaných tvarových, rozměrových, elektromagnetických a mechanických vlastností jader. K tomuto účelu se používají elektrické komorové nebo průběžné pece. Větší jádra a elektromagneticky náročnější hmoty se vypalují v komorových pecích a méně náročné hmoty a tvary se vypalují v průběžných pecích. Výpal se provádí za užití řízených atmosfér, při čistotě atmosféry 99,999%. Jde o časově a energeticky velmi náročný proces a spolu s odplyněním je nejužším místem výrobního procesu.

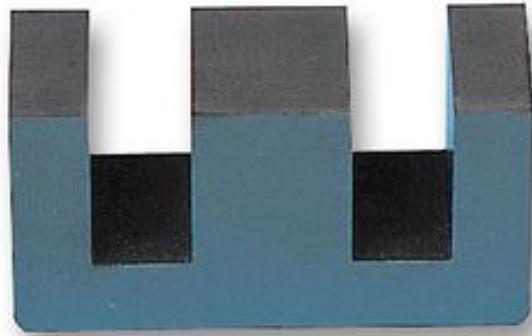
8.4.5 Broušení

Broušení se provádí pouze u otevřených tvarů feritových jader. Cílem procesu broušení je dosáhnout potřebné indukčnosti, tzv. A1 hodnoty. Podle tvaru jader se používá buď rovinné broušení na rovinových bruskách, nebo mezerové broušení na bruskách se svislým kotoučem. U rovinného broušení se dále rozlišuje broušení stykové plochy a tzv. dna. Některé výrobky se dále brousí na vzduchovou mezeru, tzn., že některá část jejich stykové plochy se nemá dotýkat druhého jádra a je zbroušena o něco více. Tento princip se užívá za účelem dosažení potřebné indukčnosti. K broušení se používají výhradně diamantové brusné kotouče. Vedle dosažení elektromagnetických vlastností jader jde při broušení samozřejmě i o dosažení potřebného tvaru a velikosti. Jádro na obrázku 23 je broušeno na vzduchovou mezeru a také rovinným broušením.



Obr. 23. Feritové jádro, u kterého se provádí broušení vzduchové mezery.

Jádro na obrázku 24 musí být broušeno jak rovinným broušením tak mezerovým kvůli svému složitějšímu tvaru.



Obr. 24. Jádro, u kterého se provádí rovinné i mezerové broušení.

8.4.6 Povlakování

Je poslední metodou, která se používá místo broušení, tedy u jader, která neprocházejí procesem broušení. Jsou to jádra ve tvaru O nejrůznějších velikostí, která se nazývají toroidy. Jádra jsou nejprve omílána v přístroji s malými keramickými částicemi, aby byla zbavena ostrých hran vzniklých při lisování. Dále je na jádra elektrostaticky nanášen epoxidový prášek, který je v průběžných pecích zapečen a je tak vytvořena vytvrzená vrstva pokrývající celé jádro. Podle potřeb jsou jádra povlakována jednou nebo vícekrát. Jádro na obrázku 25 není broušeno, ale prochází procesem povlakování.

Všechna hotová jádra procházejí výstupní optickou kontrolou a jsou balena a expedována.

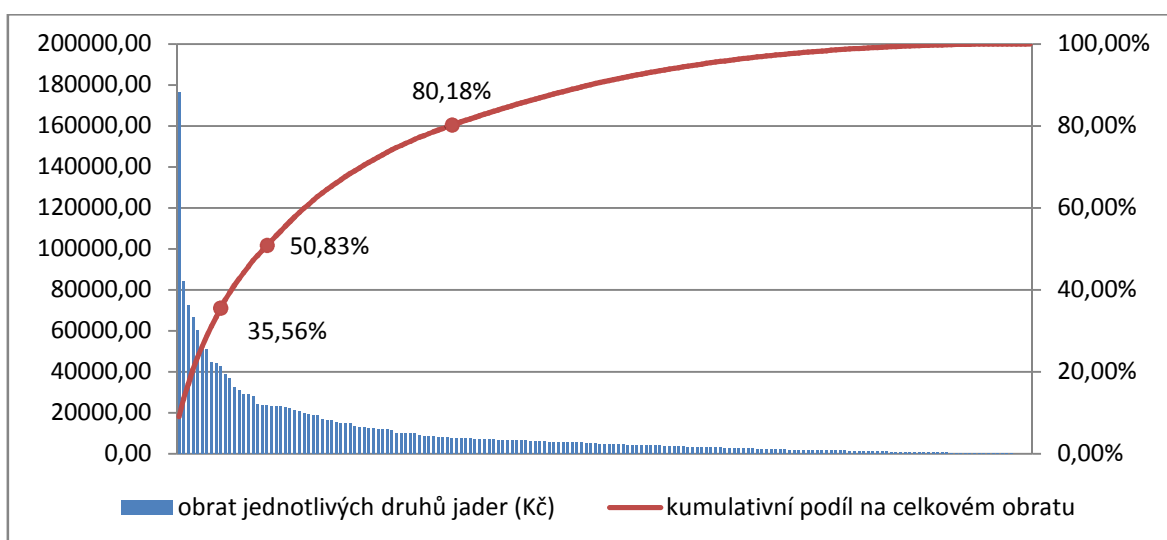


Obr. 25. Povlakované jádro - toroid

9 URČENÍ ÚZKÝCH MÍST

9.1 Využití Paretovy analýzy

V tabulkách prodejů za březen 2010 se vyskytovalo ve větší či menší míře 185 různých typů jader. Na tyto údaje byla aplikována Paretova analýza, která tvrdí, že 20% všech příčin přináší 80% úspěchu. Veličinou, podle které byl přínos jednotlivých typů feritových jader posuzován, byly ve výpočtech této práce použity celkové tržby za měsíc, pro každý typ jádra zvlášť. Paretova analýza byla provedena u celého výrobního sortimentu feritů za březen 2010. Z důvodu velkého počtu výrobků je graf, který je možné vidět na obrázku 26, trochu nepřehledný. Jsou v něm ale vyznačeny tři důležité body.



Obr. 26. Graf Paretovy analýzy Prováděné u celé produkce oddělení feritů za březen 2010. Seřazení jednotlivých typů jader podle podílu na celkových tržbách.

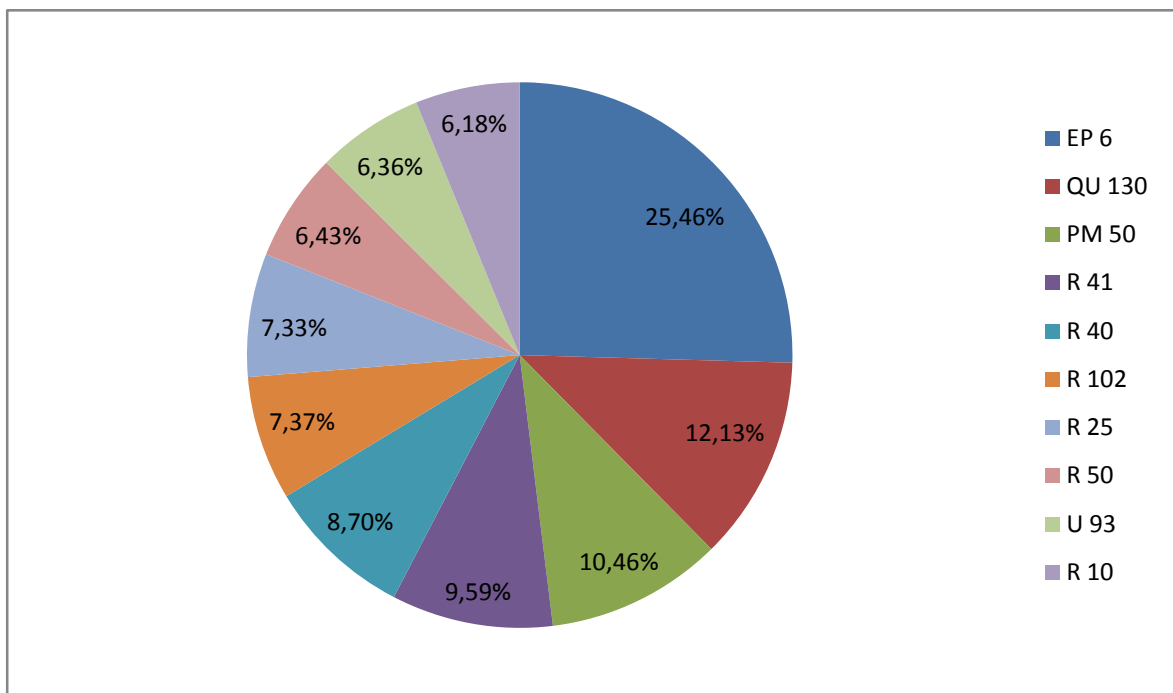
Pokud je vezmeme sestupně, prvním z nich je hodnota **80,18%**. Objem celkových měsíčních tržeb je z **80,18%** tvořen příjmy z **32%** všech vyráběných typů jader. Tento fakt už svědčí o tom, že více než dvě třetiny všech vyráběných typů nejsou pro firmy zdaleka tak důležité, jako jedna třetina úspěšnějších výrobků, zachycených v grafu.

Dále je v grafu vyznačený bod o hodnotě **50,83%**. Poloviční podíl na celkovém objemu tržeb je tvořen tržbami z pouhých **10%** vyráběných typů jader. Takové zjištění je velmi nápomocné při stanovování strategicky důležitých výrobků pro další analýzu. Úzká místa budou totiž určována na výrobních procesech pouze vybraných nejdůležitějších výrobků a tak je nutné znát, které z výrobků jsou pro firmu nejdůležitější.

Posledním vyznačeným údajem v grafu na obrázku 28 je hodnota 35,56%. Z hlediska objemu tržeb není hodnota jen lehce překračující jednu třetinu tohoto objemu nijak výjimečná. Z Paretovy analýzy ale vyšel najevo fakt, že tato **jedna třetina z celkových tržeb** byla vytvořena příjmy z pouhých **5% všech vyráběných typů jader**. Je to tedy přesně **10 typů feritových jader**, která dohromady tvoří více než třetinu celkového měsíčního obrátu.

9.2 Klíčové výrobky

Konkrétní určení toho, které výrobky jsou pro firmu EPCOS, s.r.o. nejdůležitější vychází z výsledků Paretovy analýzy v předchozí podkapitole této práce. Jak Paretova analýza uvádí, prvních 10 typů jader podle tržeb za měsíc březen 2010 tvoří z celkových tržeb zhruba jednu třetinu. Na obrázku 27 lze na grafu vidět seřazení těchto typů jader podle podílu na tržbách mezi zmiňovanými 10 nejprodávanějšími. Všechny tyto typy jader vytvořily příjmy ve velikosti zhruba 694 tis. €. Toto znázornění poukazuje na to, která jádra jsou pro společnost EPCOS, s.r.o. z hlediska výroby klíčová a tudíž jaké konkrétní výrobní linky bude tato bakalářská práce při hledání úzkých míst a při následném zjišťování efektivnosti zařízení s využitím metodiky CEZ sledovat.



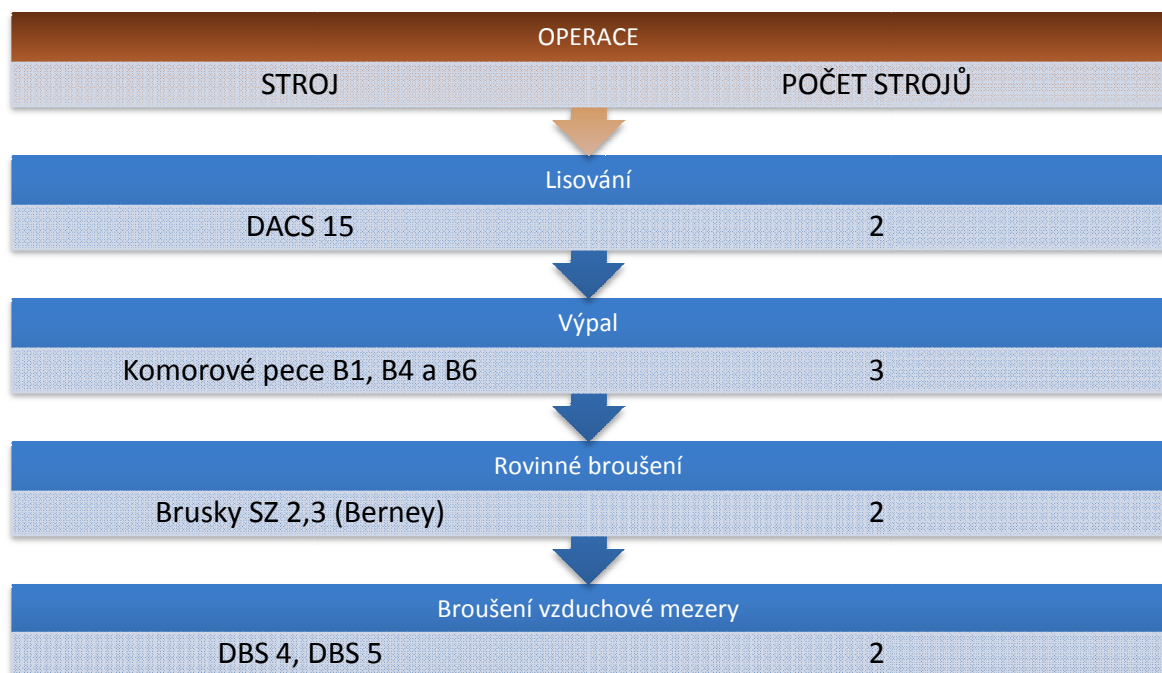
Obr. 27. Deset nejdůležitějších typů jader z hlediska podílu na celkových tržbách a jejich procentuální podíl v této množině.

Z grafu na obrázku 27 vyplývá, že nejdůležitějšími typy jader jsou pro firmu jádra EP 6, QU 130, PM 50, R 41 a R 40, které i mezi těmito deseti nejzastoupenějšími typy zaujmají výraznější podíly. Jednoznačně nejvýznamnějším výrobkem je tedy typ **EP 6**, rozměrově malé jádro, u kterého se provádí broušení na mezeru a dále podle vyjádření firmy, ačkoliv se v grafu vyskytuje na čtvrtém místě, typ **R 41**, který se řadí mezi toroidy a u kterého se místo broušení provádí povlakování epoxidovým práškem. Tento typ jádra byl před dvěma jeho silnějšími konkurenty upřednostněn z toho důvodu, že dlouhodobě jsou jeho prodejní výsledky lepší než u dalších dvou jader. U těchto jader se tedy bude bakalářská práce dále zabývat hledáním úzkých míst ve výrobě a zjišťováním hodnoty ukazatele CEZ.

9.3 Úzká místa

9.3.1 Jádro EP 6

Jádro EP 6 patří mezi rozměrově velmi malá jádra a proto jedna výrobní dávka obsahuje větší množství těchto jader. Výrobní proces tohoto typu jádra je vizuálně znázorněn na obrázku 28. Podle legendy na obrázku je vždy v hlavičce každé fáze výrobního procesu uveden název operace a pod ním název stroje, který operaci provádí a počet (většinou téměř identických) strojů, které má firma pro tuto výrobu k dispozici.



Obr. 28. Výrobní proces jádra EP 6 a strojní zařízení na jednotlivých stanovištích

Celý proces začíná v lisovně, dále jádro pokračuje k výpalu. Vypálená jádra jsou připravena k broušení, nejprve rovinnému, potom pokračují k broušení vzduchové mezery. Po těchto operacích následuje výstupní kontrola rovnání jader. Nejužším místem tohoto procesu se ukázalo být broušení vzduchové mezery, ke kterému výrobní hala disponuje dvěma linkami. Jedním z důvodů, proč právě tyto linky jsou úzkým místem ve výrobním procesu, může být fakt, že při obyčejném rovinném broušení mohou jet jádra po celé šířce výrobního pásu a je jich tak broušeno mnoho najednou. Při broušení vzduchové mezery ale je nutné, aby byla jádra po jednom seřazena do řady za sebou. To už tedy může být jedním z důvodů, proč byla tato linka označena za úzké místo. Efektivnost brusky DBS 5 (bruska na broušení vzduchové mezery) podle metodiky CEZ a zejména její jednotlivé ukazatele nám ale pomůžou odhalit další možné příčiny toho, proč je tato bruska místem omezení. Na obrázku 29 lze dobře vidět jednotlivá stanoviště výrobního procesu jádra EP 6 a jakou rychlostí tato stanoviště pracují.



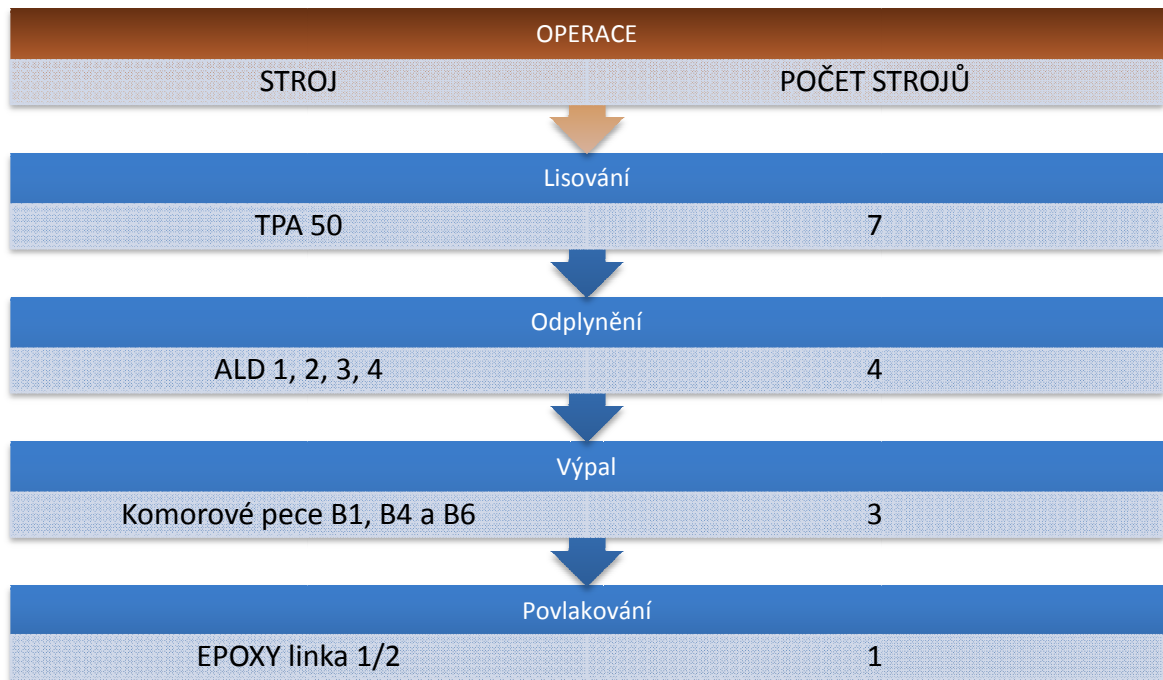
Obr. 29. Znárodnění výrobního procesu jádra EP 6 a vyznačení úzkého místa.

Bruska na broušení vzduchové mezery je tedy oproti ostatním stanovištím výrazně pomalejší a je nesporně místem omezení. Ukazatel CEZ bude zjišťován pro brusku DBS 5, protože tato bruska představuje pro firmu větší problém a také proto, že sousední bruska je momentálně testována v rámci svého technologického vylepšení.

9.3.2 Jádro R 41

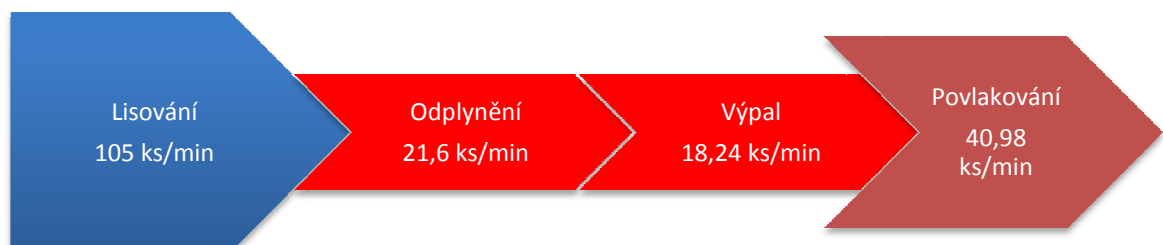
Jádro R 41 na rozdíl od předchozího popisovaného typu jádra prodělává jiný výrobní postup. Stejně jako všechna ostatní jádra je nutné ho nejdříve vylisovat, potom jde na odplynění a výpal přičemž z materiálových důvodů jsou využívány komorové pece jak na odplynění, tak na výpal. Vypálená jádra nejsou ale u tohoto typu broušena, ale jsou dopravena na povlakovací linku, kde jsou omílána (zbavena ostrých hran vzniklých lisováním) a

povlakována epoxidovým práškem. Podle potřeby (podle požadovaných elektrických vlastností jádra) projíždějí jádra na páse povlakovací linkou jednou nebo dvakrát. Ve firmě je toto označováno jako povlakování jedním nebo dvěma průchody. Povlakovaná jádra už čeká pouze výstupní optická kontrola a balení.



Obr. 30. Výrobní proces jádra R 41 a strojní zařízení na jednotlivých stanovištích

Celý výrobní proces je opět znázorněn diagramem, který obsahuje i názvy strojů provádějící příslušné operace a počet strojů, jimiž firma disponuje. Diagram je k vidění na obrázku 30. Schematicky znázorněný proces lze vidět na obrázku 31 včetně rychlostí zpracování na jednotlivých střediskách.



Obr. 31. Znázornění výrobního procesu jádra R 41 a vyznačení úzkých míst.

Z obrázku 31 je jasné, že jednoznačně nejužšími místy je zde odplynění a výpal. Odplynění probíhá ve čtyřech pecích označovaných ALD1, ALD2, ALD3, ALD4 a výpal za technologických důvodů nemůže probíhat v jiných než komorových pecích a jsou využívány konkrétně osmivěžové pece B1, B4 a B6. V každé z těchto věží je po dobu vypalování jeden přepravník obsahující jednu výrobní dávku. V každé peci je tedy možné vypalovat osm výrobních dávek současně. Odplynění i výpal patří k časově nejnáročnějším operacím a to je také jedním z důvodů, proč právě ony jsou úzkým místem při výrobě jader R 41. Ukazatel CEZ bude vypočten zvlášť pro výpal a zvlášť pro odplynění. U odplyňovacích pecí však bude zjišťován pro všechny pece společně, protože ve všech je odplyňované velké množství typů jader, které mají být podle plánu odplyňované v jiných pecích a vypočítaný ukazatel pouze pro jednu pec by tak byl neprůkazný. V případě výpalu bude ukazatel CEZ spočítán pro každou ze tří pecí zvlášť.

Za kapacitou lisování, kde je k dispozici celkem 7 strojů však výrazně zaostává i povlakování. Firma EPCOS, s.r.o. má k dispozici jednu povlakovací linku vhodnou pro povlak jádra tohoto rozměru. Ta se nazývá EPOXY linka 1/2. Hodnota celkové efektivnosti této linky ukáže, nakolik firma využívá její kapacitě a zda i tato linka by mohla v budoucnu napomoci k rychlejší produkci důležitých jader R 41.

10 VÝPOČET UKAZATELE CEZ NA ÚZKÝCH MÍSTECH VÝROBY

V této kapitole se bude bakalářská práce už přímo zabývat zjišťováním ukazatele CEZ na strojích a stanovištích, která byla v předchozí kapitole označena jako úzká místa výrobních procesů u vybraných výrobků. Vybrána tedy byla bruska na broušení vzduchové mezery DBS 5, povlakovací zařízení EPOXY linka 1/2, odplyňovací pece ALD 1, ALD 2, ALD 3 a ALD 4 a vypalovací osmivěžové komorové pece B1, B4 a B6.

Časovým úsekem, pro nějž byl ukazatel CEZ zjišťován, byl stanoven týden **15.3. -21. 3. 2010**. Důvodem pro výběr tohoto období bylo to, že představuje průměrný stav a ukazatel CEZ by tak neměl být ovlivněn nějakými irelevantními údaji. Pro lepší sledovatelnost příčin nevyužití strojních zařízení byl sledovaný týden rozdělený do 14 směn a ukazatel CEZ byl spočítán nejprve pro každou směnu zvlášť a nakonec až celkově za celý týden.

10.1 Bruska DBS 5

10.1.1 Analýza CEZ

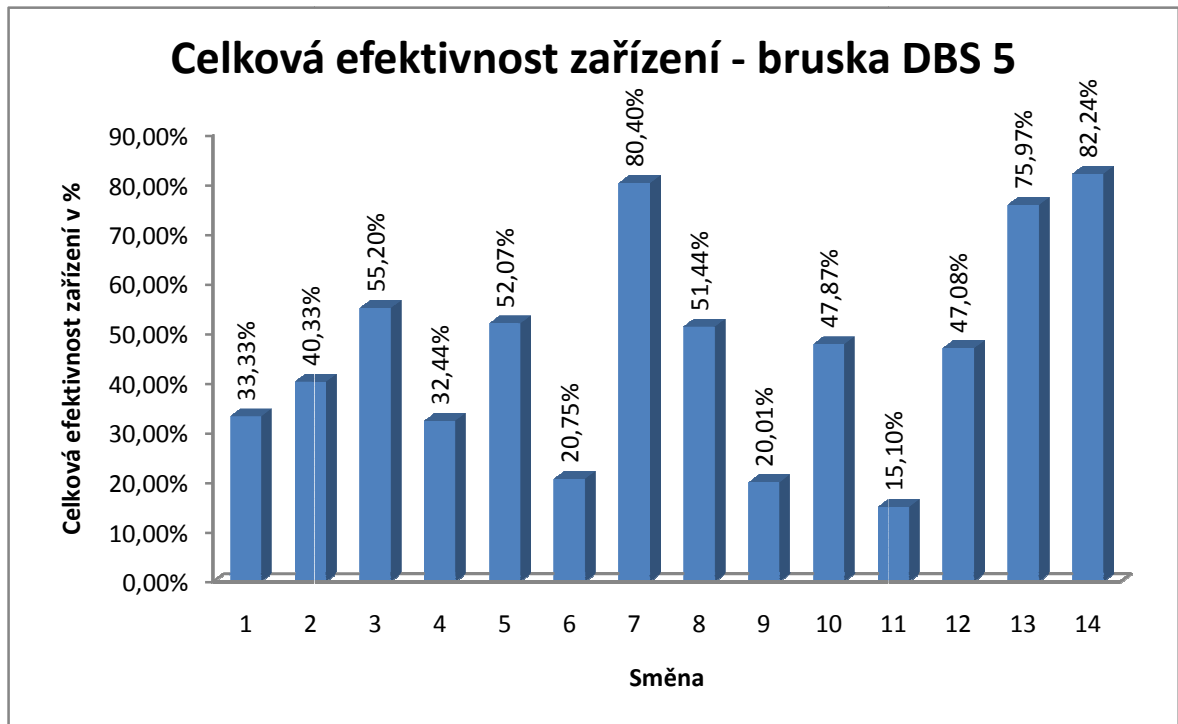
U brusky na broušení vzduchové mezery, která je nejužším místem výrobního procesu u jádra EP 6 byl zjišťován ukazatel CEZ s výsledky graficky znázorněnými na obrázku 32.

Při výpočtu ukazatele využití jsem vycházel z 12 hodinových směn, přičemž u obsluhy brusky jsou mezi plánovanými prostoji pouze dvě půlhodinové přestávky za směnu a na konci směny 20 minut určených na úklid. Z celkového časového fondu 12 hodin na směnu tedy po odečtení plánovaných prostoju zbývá 640 minut. Od tohoto času se potom odečítaly neplánované prostoje, jakými byly zejména časy na přenastavení stroje a poruchy, pro další výpočet ukazatele pro časové využití linky.

Výpočet výkonu linky DBS 5 vycházel z norem, které jsou stanoveny podle typu feritového jádra v minutách na 1000 kusů. Stanovování časové normy na 1000 kusů má jako důvod fakt, že jedna výrobní dávka zpravidla množství 1000 kusů přesahuje i několikanásobně.

Do softwarového vybavení pracoviště v brusárně u každého stroje patří systém zvaný GRINDER, do něhož seřizovač stroje zadá číslo výrobní dávky, software zobrazí časovou normu a po dokončení výrobní dávky zadá seřizovač čas ukončení, systém automaticky uloží čas spotřebovaný na výrobu a seřizovač dále zadá počet zmetků. Z tohoto počtu se v bakalářské práci vychází při počítání ukazatele kvality. Problémem, který možná zkreslu-

je ukazatel kvality, je, že obsluha stroje nemůže zkontrolovat celou výrobní dávku tak, aby bylo možné věrně zachytit skutečný počet zmetků. Důslednější je až optická kontrola, která kontroluje už hotovou výrobní dávku, ale není zase schopná jednoznačně určit, které zmetky jsou způsobené na kterém pracovišti. Pravděpodobné je, že zmetkovitost na stroji DBS 5 je vyšší, ale není možné ji určit. Proto je nutné vycházet z údajů, které zadávají seřizovači obsluhující linku.



Obr. 32. Celková efektivnost zařízení u brusky DBS 5.

Jak je jednoznačně vidět na obrázku 32, ukazatel CEZ je směnu od směny velmi rozdílný. Pohybuje se zhruba od 15% do 82%. Pro všechny směny dohromady, tedy celkově za sledovaný týden vyšla hodnota tohoto ukazatele **45,77%**, což je skutečně málo. Pokud rozebereme všechny složky tohoto ukazatele, zjistíme následující fakta:

- **Ukazatel kvality**, jak už bylo výše zmíněno, ukazuje téměř stoprocentní kvalitu. I kdyby však byla v tomto ukazateli zachycena skutečnost, byl by pravděpodobně o několik procentních bodů nižší, ale určitě by nebyl zásadním faktorem nízkého ukazatele celkové efektivnosti. Na celý týden byl na lince DBS 5 ukazatel kvality ve výši **99,42%**.
- Ve výsledcích výroby, které zhotovuje PI, se automaticky počítá s využitím výkonu linky DBS 5 na 74% jejího možného výkonu. Pro výpočet CEZ ale bylo nutné toto

využití ve výsledcích nezohledňovat. **Ukazatel výkonu** kolísá od 50% do 80%. Za celý týden pak byl tento ukazatel **69,32%**. Je zde tedy patrné, že dochází k téměř stabilnímu zpomalení výroby oproti stanovené normě. Důvodem pro takové výsledky může být zanedbaná údržba stroje, na kterou je sice vyhrazeno 20 minut na konci každé směny (pokud by byla vykonávaná v rámci úklidu), avšak podle jednotlivých zápisů směn je tento vyhrazený čas často zanedbávaný. Ze sledovaných 14 směn byl úklid na konci směny vykonán pouze u 5 případů.

- **Ukazatel časového využití** je zásadním faktorem negativních výsledků celkové efektivnosti této linky. Ten se pohybuje zhruba od 22% do 104%. Za celý týden je potom ukazatel využití **66,41%**. Důvodem pro překročení hranice 100% u některých směn je právě zanedbaný úklid na konci směny a místo něho vykonávaná úkolová práce. Nejvýznamnější důvod nízkých výsledků využití u některých směn jsou ale velmi vysoké časy na přenastavení linky na jiný typ jádra. Obecně lze říci, že směny, které mají vysokou celkovou efektivnost zařízení, neměnily mnohokrát typ vyráběného jádra, a proto nemusely stroj často přenastavovat a seřizovat. Naopak směny s nejhorsími výsledky CEZ musely linku přenastavovat až čtyřikrát. Vyskytl se zde ale případ, konkrétně u směny č. 10, kdy musela být linka z důvodu obměny typu jádra přenastavena čtyřikrát a bylo dosaženo hodnoty využití 65,22%. Naproti tomu u směny č. 6 došlo ke stejnému počtu přenastavení, ale využití zde bylo pouze 28,13%. Dochází zde k velmi vysokým seřizovacím časům, které mají jednoznačně největší podíl na špatných výsledcích CEZ. Zároveň ale existuje srovnání dvou směn, kdy u jedné z nich došlo ke stejnému počtu přenastavení ve výrazně kratším čase. Můžeme tedy předpokládat, že obsluha linky může vlastním přičiněním ovlivnit dobu přenastavení na jiný typ výrobku.

10.1.2 Další zjištěné nedostatky

Při opakovaném pozorování procesu přenastavování pracoviště s linkou DBS 5 a následném konzultování mnou pozorovaných prostojů se seřizovači jsem zjistil, že není jednoznačně stanoveno, které činnosti mají být vykonávány za běhu stroje a které lze vykonávat až po jeho zastavení. Není tedy přímo řečeno, které činnosti jsou vykonávány externě a které interně. Zůstává do velké míry na vůli pracovníka, zda si seřízení či přenastavení brusky připraví dopředu nebo ne. Závěry informativní schůzky, které se zúčastnili, řídicí pracovníci dílny a seřizovači potvrdily výsledky mých pozorování, tzn. značné rezervy v možnostech provádění velké části příprav na přednastavení strojů v době jejich chodu.

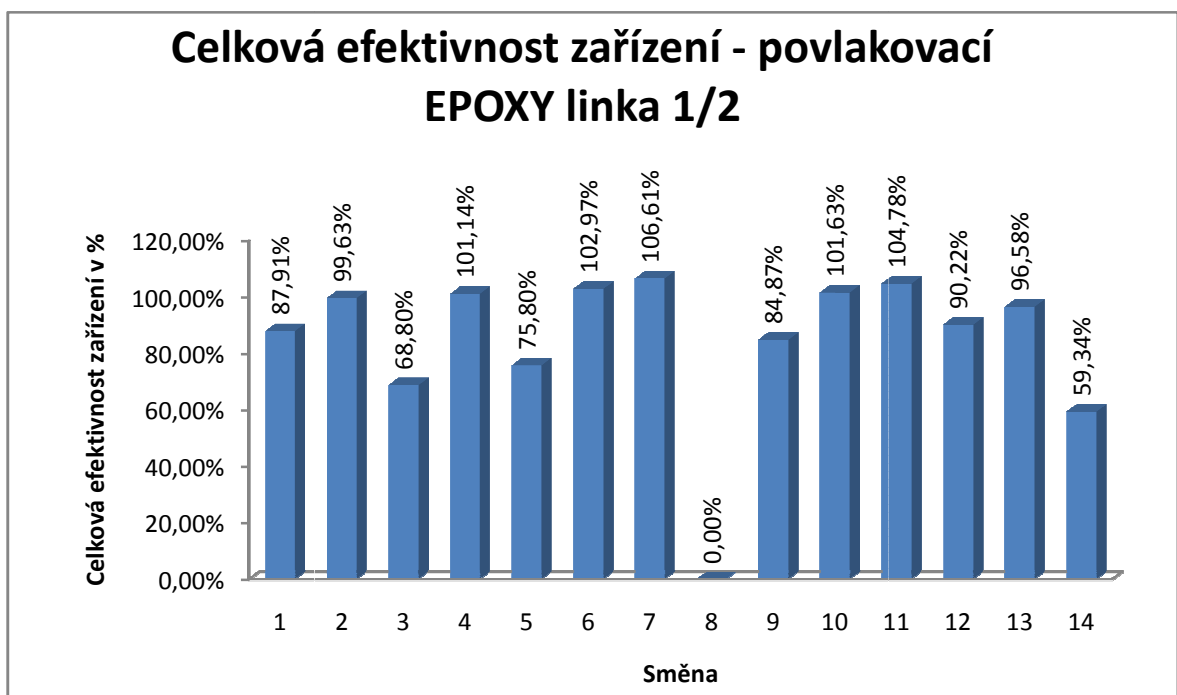
10.1.3 Shrnutí

U Brusky na broušení vzduchové mezery byly zjištěny zejména tyto nedostatky: Časté nedodržení doby na úklid pracoviště a s tím spojenou údržbu stroje, vysoké časy přenastavování a chybějící rozdělení činností na interní a externí.

10.2 EPOXY linka 1/2

10.2.1 Analýza CEZ

Povlakovací linka není ve výrobním procesu u toroidu R 41 nejužším místem, ale je výrazně pomalejším stanovištěm než lisování, které je v tomto procesu nejsilnějším článkem. Firmu EPCOS, s.r.o. proto zajímá, kde hledat důležité body, na které je třeba se zaměřit i u této linky. Hodnota CEZ podle jednotlivých směn ve vybraném týdnu je znázorněna na obrázku 33.



Obr. 33. Celková efektivnost zařízení u povlakovací EPOXY linky 1/2.

Ukazatel využití opět vychází z 12 hodinových směn. Plánované prostoje jsou na této povlakovací lince ale různé. U linky je plánováno každou směnu na začátku věnovat 1 hodinu pravidelné údržbě a dále se na celou směnu počítá s 1 hodinou přestávky. Za běžný pracovní den je tedy celkovým plánovaným časem pro výrobu čas v délce 600 minut. Ve čtvr-

tek je na této lince plánovaná pravidelná týdenní údržba v délce trvání 8 hodin. Po odečtení tohoto času a opět jedné hodiny přestávek dostaneme čas 180 minut určený k výrobě.

Co se týče **ukazatele výkonu**, zde jsou obdobně jako na úseku broušení dané normy v minutách na 1000 kusů.

U **ukazatele kvality** se setkáváme s podobným problémem. V každé výrobní dávce je tolik kusů jader, že by bylo ztrátou času, kdyby si je po sobě seřizovač stroje po sobě všechny kontroloval. I on totiž zadává údaje o výrobě do počítače, kompletně do programu zvaného TRACER. Je zde nemyslitelné, že by obsluha stroje po sobě mohla zjistit všechny vadné výrobky. Po povlakování následuje také optická kontrola, ale výsledky této kontroly opět nelze nijak jednoznačně přisoudit přímo k dané fázi výroby.

Z obrázku 33 lze vidět, že oproti brusce na mezerové broušení se povlakovací EPOXY linka 1/2 nepotýká s výraznými problémy z pohledu CEZ. Hodnota tohoto ukazatele se pohybovala u všech směn v rozmezí zhruba 59% - 106%. Průměrná hodnota pro tuto linku za celý sledovaný týden byla **78,36%**. Tato hodnota ukazatele je poměrně pozitivní, i když optimum by mělo dosahovat hodnoty vyšší než 85%. Pro lepší představu o tom, které složky ukazatele měly významný vliv na jeho konečnou podobu, je dobré se opět zaměřit na jednotlivé složky a na další možné souvislosti:

- **Ukazatel kvality** je opět celý sledovaný týden téměř stoprocentní a za celý týden, pro všechny směny dohromady vykazuje hodnotu **99,38%**.
- **Ukazatel výkonu** je zcela jednoznačně zodpovědný za výsledky překračující hranici 100% u směn 4, 6, 7, 10 a 11 ale i u dalších směn s vysokými výsledky. Tyto výsledky v podstatě zkreslují podobu CEZ a celý ukazatel uměle tlačí směrem k vyšším hodnotám. Důvodem k tomuto stanovisku je fakt, že některá jádra jsou v povlakovací lince povlakována jednou a některá dvakrát. Důvodem je vytvoření dostatečně silné vrstvy pro splnění požadavků na dané jádro. Pokud ale jádro už po prvním průchodu potřebné požadavky splňuje, druhý průchod linkou už se neprovádí. V případě, že je tedy nějaký typ jádra určen ke dvěma průchodům povlakovací linkou, vztahuje se norma k povlakování dvěma průchody. Tato norma, pokud je nakonec jádro povlakováno pouze jedním průchodem, neodpovídá skutečnosti a ukazatel výkonu se v některých případech blíží hodnotě 200%. I ukazatel výkonu ale poměrně dost kolísá. Nejnižší hodnota za směnu je zhruba 79% a nejvyšší 147%. Ukazatel výkonu za celý týden je na této lince **93,92%**.

- **Ukazatel využití** se pohybuje u jednotlivých směn od 67,5% do 97,5%. Hodnota za celý sledovaný týden je **83,96%**. Nejnižší hodnota je u poslední směny, tedy směny č. 14. Důvodem pro nízký ukazatel využití času je **dřívější odchod** pracovníka z práce. Tato směna připadá na neděli, a proto seřizovač odešel již v 14:00, tedy o 4 hodiny dříve. Tato skutečnost ale není součástí plánovaných prostojů a musí se nutně zobrazit ve výsledcích využití. Podobný důvod tomuto je v jiný den pozdní příchod pracovníka a započítí směny o 2,5 hodiny později. V těchto případech je nutné si všimnout zejména faktu, že v případě odůvodněné nepřítomnosti seřizovače není tento seřizovač nikým zastoupen. Dalším významným faktorem nízkého ukazatele využití byl čas strávený **opravami poruch**. Nutné je v tomto bodě uvést i směnu č. 8, která připadá na čtvrtek a je do ní plánovaná pravidelná týdenní údržba linky. Po dokončení údržby už seřizovač nezapsal žádnou další úkolovou práci a ukazatel využití je 0%. Vzhledem k tomu, že během této směny neproběhla žádná výroba, nemáme k dispozici žádné údaje k ukazateli výkonu a kvality.

10.2.2 Shrnutí

Zjištěnými nedostatky u povlakovací EPOXY linky 1/2 byly špatné normy u některých typech jader, občasné přerušení provozu v případech absence obsluhy stroje a vysoká poruchovost zařízení.

10.3 Odplyňovací pece ALD 1, ALD 2, ALD 3 a ALD 4

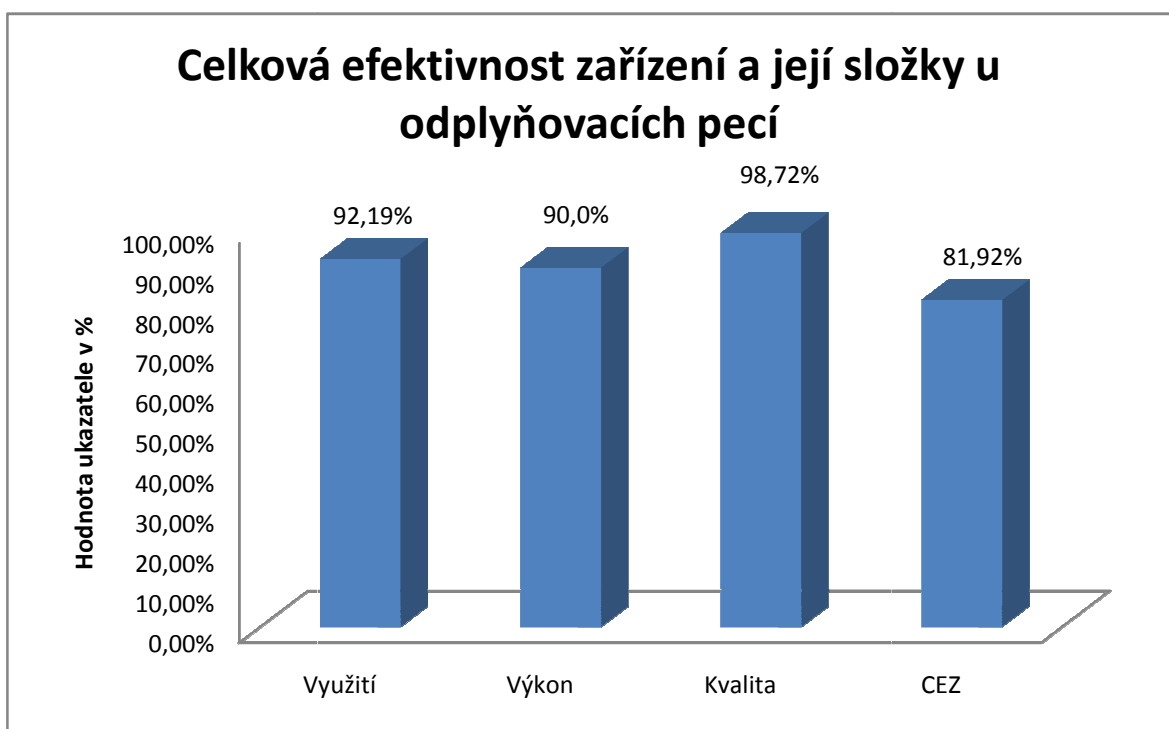
10.3.1 Analýza CEZ

U odplyňovacích pecí je nutné přihlídnout k faktu, že jeden výpal, kterým je zpracováno několik výrobních dávek najednou trvá velmi dlouho a často přesahuje délku jednoho dne. Není tedy možné postupovat jako u povlakovací linky a brusky a zjišťovat CEZ pro každou směnu zvlášť. CEZ bude spočítána za celý týden najednou. Navíc již z výše popsaných důvodů není průkazné počítat CEZ u každé z pecí zvlášť, protože z technologických důvodů jsou v nich odplyněny i typy jader, které jsou plánované k odplynění v jiném typu pece. Pro pece ALD pro tyto typy jader není stanovena žádná norma a proto není možné stanovit u jedné pece takový ukazatel výkonu, který by věrně zobrazoval skutečnost. CEZ a jeho jednotlivé složky pro odplyňovací pece typu ALD je graficky znázorněn na obrázku 34.

Jako čas určený pro výrobu byl při výpočtu ukazatele využití použit celkový čas za týden. Pro odplyňovací pece nejsou plánované žádné prostoje. Pece jsou v provozu, i když jejich obsluha má momentálně přestávku a jsou tak schopné jet celý týden v kuse.

Norma, potřebná pro výpočet ukazatele výkonu byla stanovena opět v minutách na 1000 kusů.

Kvalita i zde není příliš jasně kontrolována podrobnou kontrolou ihned po odplynění. Pracovník, který odplyňovací pec obsluhuje, má za úkol především rychle zadat novou výrobní dávku.



Obr. 34. Celková efektivnost zařízení u odplyňovacích pecí ALD 1, ALD 2, ALD 3 a ALD 4 počítaná pro všechny pece najednou.

Hodnota CEZ je 81,92%, což lze považovat za poměrně pozitivní. Hodnota využití může být ovlivněna pouze rychlostí, s jakou obsluha pecí vyměňuje odplyněné výrobní dávky z nové. Nejnižší je ukazatel výkonu, ale i ten je se svými 90% velmi pozitivní a jde jen těžko určit, čím byla tato hodnota ukazatele způsobena.

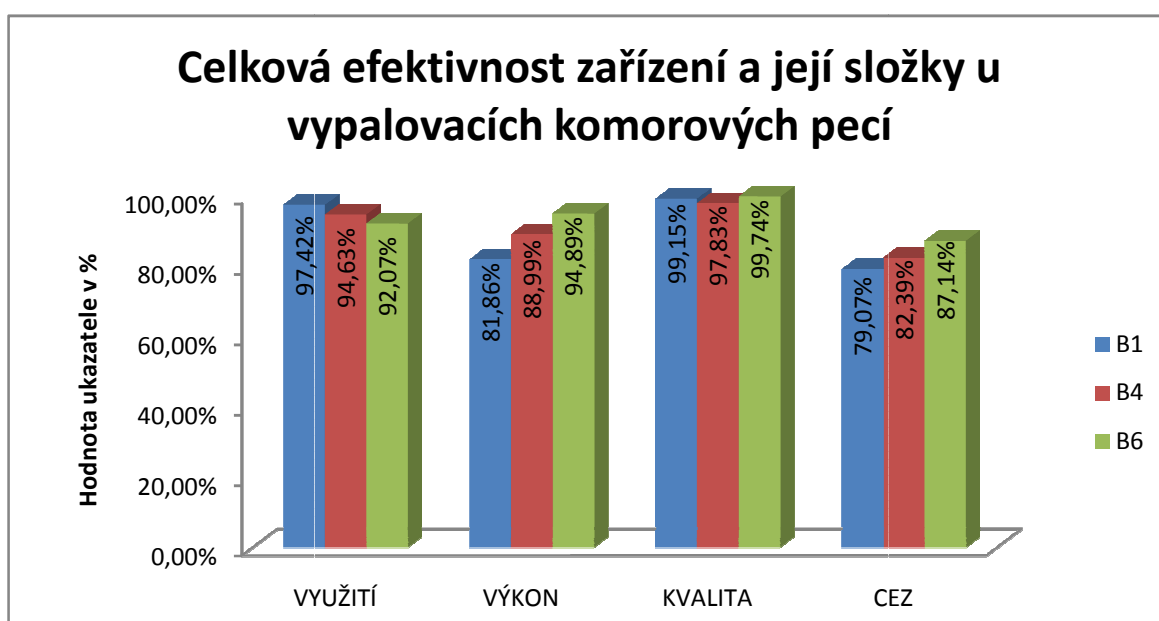
10.3.2 Shrnutí

U odplyňovacích ALD pecí nebyly analýzou zjištěny žádné závažné nedostatky. Důvodem existence úzkého místa na této lince je patrně malá kapacita způsobená nedostatkem odplyňovacích pecí pro stávající objem výroby.

10.4 Vypalovací komorové pece B1, B4 a B6

10.4.1 Analýza CEZ

Obdobně jako u odplyňovacích pecí je i výpal časově velmi náročným procesem a není možné zde počítat CEZ na jednotlivé směny. Vzhledem k tomu, že během sledovaného týdne bylo u pecí B1, B4 a B6 v naprosté většině případů dodrženo plánování typů jader pro danou pec, je možné počítat CEZ pro každou pec zvlášť. CEZ tedy bude u každé pece spočítán pro celý sledovaný týden. Na obrázku 35 je graficky znázorněna hodnota CEZ včetně všech jejích složek pro každou z pecí.



Obr. 35. Celková efektivnost zařízení u komorových pecí B1, B4 a B6.

Jako celkový čas určený pro výrobu bylo počítáno opět s plným týdnem, pro každou z pecí to tedy bylo 10080 minut. Žádné prostoje u pecí plánované nejsou.

Pro výpočet výkonu jsou opět pro každý typ jádra stanovené normy pro výpal udané v minutách na 1000 kusů.

U ukazatele kvality narážíme stále na situaci obdobnou ostatním sledovaným úsekům výroby.

U pecí B4 a B6 vyšla hodnota CEZ velmi pozitivně, u **pece B6 dokonce nad 87%**, což je, pokud vezmeme v potaz optimum nad 85%, veledobry výsledek. Nižší hodnotu CEZ ukázala analýza pouze u pece B1 a z grafu na obrázku lze dobře vidět, že složkou, která způsobila nižší hodnotu ukazatele u této pece, je výkon. Podobně jako u odplyňovacích pecí,

bude zde patrně důvodem technologická stránka výpalu. Celý výpal probíhá za technologicky velmi náročných podmínkách, a aby dobře probíhal, musí být tyto podmínky naprosto optimální.

10.4.2 Shrnutí

Podobně jako u odplyňovacích pecí i u komorových pecí určených k výpalu jader analýza neprokázala žádné výrazné rezervy ve využití těchto zařízení. Také u těchto pecí je úzké místo způsobené patrně nedostatečným počtem pecí.

11 NÁVRH OPATŘENÍ

Na základě výsledků analýzy, která se zabývala zejména zjišťováním efektivnosti strojních zařízení s využitím metodiky CEZ, se bude bakalářská práce v této kapitole zabývat možnostmi opatření, která by mohla na předem stanovených úzkých místech zvýšit efektivnost těchto míst a tím také produktivitu celé výroby. V jednotlivých podkapitolách se zde bude práce věnovat stejně jako v minulé kapitole jednotlivým strojům a řešením odstranění úzkého místa, případně jeho řízení. Toho se bude práce snažit dosáhnout pomocí implementace některých metod PI uvedených v teoretické části této práce.

11.1 Bruska DBS 5

11.1.1 Aplikace metody SMED

Firma EPCOS, s.r.o. by se měla u tohoto stroje zaměřit na zrychlení přenastavovacích časů. Velmi vhodným nástrojem k dosažení tohoto cíle je implementace metody SMED. Metoda SMED spočívá v rozdělení všech činností na pracovišti na interní a externí.

Aplikace metody SMED, tedy metody rychlých změn, by měla spočívat v první řadě v jednoznačném popisu činností, které jsou vykonávány při provozu stroje a které nikoliv. Touto cestou bude dosaženo ke zprůhlednění celé činnosti na pracovišti, zejména přenastavení stroje. V prvním bodě je tedy nezbytné rozdělit všechny činnosti mezi externí a interní.

Navrhuji dále všechny činnosti přehodnotit a pokusit se co nejvíce již roztříděných činností přesunout z externích do interních s případnými změnami organizace práce.

Poslední fází zavádění metody SMED je snaha o zkrácení časů všech činností, již po rozdělení na externí a interní. Můj názor ale je, že zrychlení průchodu tímto bodem výrobního procesu jádra EP 6 by mělo být pozorovatelné už po druhé fázi zavádění metody SMED. V této fázi se přesunují činnosti z externích mezi interní a myslím, že zvláště pokud firma ještě toto rozdělení nepovedla, najde se mezi činnostmi prováděnými při zastaveném stroji mnoho těch, které budou moci být prováděny za jeho běhu.

11.1.2 Metoda TPM a odpovědnost pracovníků při údržbě

Firma EPCOS, s.r.o. by měla důsledněji dbát na to, aby čas na úklid a údržbu na začátku směny byl dodržován všemi směnami. Firma EPCOS, s.r.o. operuje na všech svých pracovištích s velkým podílem strojní výroby a proto by měla zvážit, kromě systému 5S, který

již aplikuje v současnosti, i některou z metod zaměřených vyloženě na údržbu strojů. Možným řešením je například metoda TPM, která popisuje údržbu jako přirozenou součást fungování výrobního podniku, na které se podílí všechny jeho složky. Ve firmě EPCOS, s.r.o. se sice na údržbě podílí i obsluha strojů, ale věnuje jí patrně málo času nebo vůbec žádný. Navrhuji vytvořit páku, která by nutila obsluhu stroje tento čas dodržovat.

Také navrhuji zpracovat normu toho, jak by měl úklid na pracovišti linky DBS 5 vypadat a probíhat a uspořádat školení pro seřizovače brusky, aby byli detailně informováni o všech požadavcích, které na ně bude případný nový systém údržby mít.

11.2 Povlakovací EPOXY linka 1/2

11.2.1 Využití principu Drum-Buffer-Rope

Pokud jde o práci v úzkém místě výroby nebo o práci se strojem, který sama firma vnímá jako důležitý, navrhuji praktické využití principu Drum-Buffer-Rope. Konkrétně se jedná o princip Buffer, který říká, že má být dbáno na to, aby výroba v úzkém místě nestála. V případě odůvodněné nepřítomnosti seřizovače, by měl být k dispozici jiný pracovník, rovněž kvalifikovaný pro práci s daným strojem, který ho může při včasné oznámení zastoupit. Společnost EPCOS, s.r.o. by měla dávat důraz na to, aby úzká místa byla řízena v souladu s teorií Drum-Buffer-Rope a zajistit případnou zastupitelnost seřizovačů ve všech důležitých bodech výroby, protože případná absence jistě může být pozorována na všech stanovištích.

11.2.2 Využití metody TPM

Obdobně jako u brusky DBS 5 zde navrhuji využití TPM. Údržba prováděná seřizovači přímo na pracovišti u této linky už existuje, a proto navrhuji aplikovat především některé z praktických součástí zavádění TPM. Na základě konzultace s techniky a seřizovači vypracovat vzorový příklad toho, jak by měla vypadat údržba EPOXY linky 1/2 a formou školení nebo tréninku s tímto novým standardem seznámit všechny pracovníky.

11.2.3 Stanovení nových norem

Jako návrh na zlepšení vykazatelnosti ukazatele výkonu navrhuji vypracovat nové normy pro ty typy jader, které se nejvíce potýkají s nesouladem normovaného počtu průchodů EPOXY linkou 1/2 a skutečného počtu průchodů. Oddělení PI potom bude na této lince moci věrně zachycovat skutečnost plnění norem výkonu.

11.3 Odplyňovací pece ALD1, ALD 2, ALD 3 a ALD 4 a vypalovací komorové pece B1, B4 a B6

11.3.1 Zvýšení kapacity

K odstranění úzkého místa v tomto bodě výroby by nejúčinněji přispělo pořízení nových pecí, které by byly přednostně určené pro pálení jádra R 41. Obdobným způsobem Firma EPCOS, s.r.o. již nyní postupuje u brusky na broušení vzduchové mezery DBS 4, která je v současné době přestavována a testována výhradně na zpracovávání jader EP 6.

Při realizaci návrhu koupě nových pecí by však mělo být postupováno tak, aby bylo rovnoměrně pracováno jak na komorových pecích typu B, tak na odplyňovacích ALD pecích. Zvýšení průchodu pouze u jednoho z těchto míst by problém neřešilo, protože obě fáze výroby představují velmi úzké místo a pokud bychom řešili problém pouze u jedné z nich, druhá by úzkým místem zůstala. Postupovat by se mělo tedy v souladu s rčením „*Řetěz je silný pouze tak, jak je silný jeho nejslabší článek*“

ZÁVĚR

Předmětem mé bakalářské práce bylo analyzovat využití strojních zařízení ve firmě EPCOS, s.r.o. a na základě analýzy doporučit této firmě patřičná opatření.

V teoretické části práce jsem po prostudování odborné literatury definoval pojem průmyslového inženýrství a štihlé výroby, uvedl jsem některé metody průmyslového inženýrství, které jsou pro zvolené téma důležité a vysvětlil jsem metodu analýzy využití strojních zařízení CEZ, kterou jsem použil v praktické části své práce.

V praktické části jsem dále určoval klíčové výrobky z výrobního portfolia společnosti EPCOS, s.r.o. Základem pro identifikování strategicky významných výrobků byla Paretova analýza, na jejímž základě potom byly určeny dva nejdůležitější typy feritových jader. Pro tyto dva výrobky a jejich výrobní procesy jsem s využitím metody úzkých míst stanovil, které stroje tato úzká místa představují. Na zjištěných omezujících místech výroby pak byla prováděna analýza CEZ, pomocí níž jsem zjistil, v jakých oblastech a jaké konkrétní nedostatky tyto stroje mají. Nejvýraznějšími problémy byly dlouhé časy na přenastavení stroje, časté poruchy strojů a nevyhovující časové normy. U odplyňovacích a komorových pecí však nebyly zjištěné žádné výrazné nedostatky.

V závěru jsem pak výsledky analytické části shrnul a navrhl opatření, která povedou ke zvýšení využití strojních zařízení ve firmě EPCOS, s.r.o. a zlepšení situace v úzkých místech výrobního procesu.

Analýzou a návrhem opatření v podobě zavedení metod SMED, TPM, vytvoření nových norem a rozšíření stávající kapacity odplyňovacích a vypalovacích pecí bylo dosaženo cíle této bakalářské práce.

Tato bakalářská práce pro mě byla velkým přínosem, protože jsem mohl nahlédnout do praktického života velké výrobní společnosti a seznámit se v praxi s prací v oboru průmyslového inženýrství.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie

- [1] IMAI, Masaaki . *Kaizen : Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. 1. vydání. Brno : Computer Press, 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.
- [2] KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. 1. vydání. Praha : Grada Publishing, 2002. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- [3] KERŤOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vydání. Praha : 2009, C.H.Beck. 137 s. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [4] KOŠTURIÁK, Ján. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1.vydání. Praha : Alfa Publishing, 2006. 235 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [5] MAŠÍN, Ivan; VYTLAČIL, Milan. *Cesty k vyšší produktivitě : Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vydání. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1996. 253 s. ISBN 80-902235-0-8.
- [6] MAŠÍN, Ivan; VYTLAČIL, Milan. *TPM : Management a praktické zavádění*. 1. vydání. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 2000. 247 s. ISBN 80-902235-5-9.
- [7] MAŠÍN, Ivan. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. 1. vydání. Liberec : Institut technologií a managementu, 2005. 106 s. ISBN 80-903533-1-2.
- [8] MAŠÍN, Ivan. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích : Principy výrobních systémů pro 21. století*. 1. vydání. Liberec : Institut technologií a managementu, 2004. 101 s. Dostupné z WWW: <80-903533-0-4>.
- [9] MAURER, Robert. *Cesta kaizen : Z malého kroku k velkému skoku*. Praha : Pavel Dobrovský - BETA, 2005. 141 s. ISBN 80-7306-178-3.

Internetové zdroje

- [10] *Academy of productivity and innovations : neučíme, budujeme dovednosti* [online]. 2009 [cit. 2010-04-21]. Home API. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/upload.cs/9/948e9c94-b-1-5s-postup-karticka.jpg>>.
- [11] *Academy of productivity and innovations : neučíme, budujeme dovednosti* [online]. 2009 [cit. 2010-04-21]. DBR. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/68343.dbr/>>.
- [12] *Academy of productivity and innovations : neučíme, budujeme dovednosti* [online]. 2009 [cit. 2010-04-07]. Ukazatel OEE. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/68415.ukazatel-oe/>>.

- [13] *Goldratt.cz* [online]. 2009 [cit. 2010-04-07]. Drum-Buffer-Rope. Dostupné z WWW: <<http://www.goldratt.cz/teorie-omezeni-toc/nastroje-toc/drum-buffer-rope.html>>.
- [14] *Hard Skills* [online]. 2006 [cit. 2010-04-21]. Teorie omezení. Dostupné z WWW: <http://www.hardskills.cz/teorie_omezeni_>.
- [15] *IKVALITA.CZ : Vše o kvalitě* [online]. 2008 [cit. 2010-04-07]. Metoda 5S. Dostupné z WWW: <<http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=128>>.
- [16] *Mayer & Mayer : Your bonding experts* [online]. 2007 [cit. 2010-04-21]. About Us. Dostupné z WWW: <<http://www.bondingexperts.at/english/englaboutus.html>>.
- [17] *MVS Servis* [online]. 2009, 02. 01. 2010 [cit. 2010-04-07]. Six Sigma. Dostupné z WWW: <<http://www.mvsservis.cz/servsixsig.htm>>.
- [18] *Produktivita.cz* [online]. 2006, 1.5.2009 [cit. 2010-04-07]. Co je Průmyslové inženýrství a k čemu slouží. Dostupné z WWW: <<http://www.produktivita.cz/cs/prumyslove-inzenyrstvi-prehledne/co-je-prumyslove-inzenyrstvi-a-k-cemu-slouzi.html>>.
- [19] *SWMAS Ltd* [online]. 2010 [cit. 2010-04-21]. SWMAS Ltd. Dostupné z WWW: <<http://www.swmas.co.uk/info/image/ToyotaHouse.gif>>.
- [20] *Value Innovation* [online]. 2009 [cit. 2010-04-07]. TPM. Dostupné z WWW: <<http://www.vinn.cz/temata.html>>.
- [21] *Vlastnicesta.cz : Zvolte si svoji vlastní cestu!* [online]. 2006 [cit. 2010-05-17]. Paretův diagram. Dostupné z WWW: <<http://www.vlastnicesta.cz/akademie/kvalita-system-kvality/kvalita-system-kvality-metody/paretova-analyza/>>.
- [22] *Wikipedia : The Free Encyklopedia* [online]. 2010 [cit. 2010-04-07]. Single Minute Exchange of Die. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Single_Minute_Exchange_of_Die>.
- [23] *Wikipedia : The Free Encyklopedia* [online]. 2010 [cit. 2010-04-07]. Theory of Constraints. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Theory_of_Constraints#Effectiveness_of_Drum-Buffer-Rope>.
- [24] *Wikipedie : Otevřená encyklopedie* [online]. 17.4.2009 [cit. 2010-04-07]. Štíhlá výroba. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Štíhlá_výroba>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CEZ	Celková Efektivnost Zařízení
DBR	Drum-Buffer-Rope
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
OEE	Overall Equipment Efficiency
PI	Průmyslové Inženýrství
SMED	Single-Minute Exchange of Die
TOC	Theory of Constraints
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Pojetí leanu ve společnosti Toyota [19]</i>	16
<i>Obr. 2. Postup zařazení a zpracování předmětu v rámci 5S a kartička 5S. [10].....</i>	20
<i>Obr. 3. Postupné zavádění metody SMED v krocích [22]</i>	22
<i>Obr. 4. Porovnání obsahu jednotlivých stupňů údržby [20].....</i>	24
<i>Obr. 5. Systém kroků při aplikaci metody Six Sigma [16]</i>	28
<i>Obr. 6. Vliv úzkého místa na objem produkce [14]</i>	31
<i>Obr. 7. Schéma pro řízení úzkých míst podle metodiky DBR [11].....</i>	32
<i>Obr. 8. Složky celkového pracovního času pro výpočet ukazatele CEZ [12]</i>	33
<i>Obr. 9. Vzorec na výpočet míry využití [6]</i>	34
<i>Obr. 10. Vzorec na výpočet míry výkonu [6]</i>	34
<i>Obr. 11. Vzorec na výpočet míry kvality [6]</i>	34
<i>Obr. 12. Vzorec pro výpočet ukazatele CEZ z jednotlivých složek [6]</i>	35
<i>Obr. 13. Nové logo společnosti EPCOS, s.r.o.</i>	38
<i>Obr. 14. Struktura nejvýznamnějších odběratelů firmy EPCOS, s.r.o. a jejich podíly na celkových tržbách v březnu 2010.....</i>	40
<i>Obr. 15. Organizační diagram generálního ředitele a jemu přímo podřízených funkčních jednotek.</i>	41
<i>Obr. 16. Organizační diagram výrobního úseku Keramické součástky.</i>	42
<i>Obr. 17. Organizační diagram výrobního úseku Ferity.</i>	42
<i>Obr. 18. Vývoj počtu zaměstnanců v letech 1999-2009.....</i>	46
<i>Obr. 19. Vývoj mzdových nákladů v letech 2002-2008.....</i>	47
<i>Obr. 20. PTC pozistory vyráběné ve firmě EPCOS, s.r.o. v Šumperku.</i>	48
<i>Obr. 21. Feritová jádra a příslušenství vyráběné ve firmě EPCOS, s.r.o. v Šumperku.</i>	49
<i>Obr. 22. Půdorysné schéma výrobních hal firmy EPCOS, s.r.o.</i>	50
<i>Obr. 23. Feritové jádro, u kterého se provádí broušení vzduchové mezery.</i>	53
<i>Obr. 24. Jádro, u kterého se provádí rovinné i mezerové broušení.</i>	54
<i>Obr. 25. Povlakované jádro - toroid.....</i>	54
<i>Obr. 26. Graf Paretovy analýzy Prováděné u celé produkce oddělení feritů za březen 2010. Seřazení jednotlivých typů jader podle podílu na celkových tržbách.</i>	55
<i>Obr. 27. Deset nejdůležitějších typů jader z hlediska podílu na celkových tržbách a jejich procentuální podíl v této množině.</i>	56
<i>Obr. 28. Výrobní proces jádra EP 6 a strojní zařízení na jednotlivých stanovištích</i>	57

<i>Obr. 29. Znázornění výrobního procesu jádra EP 6 a vyznačení úzkého místa.</i>	<i>58</i>
<i>Obr. 30. Výrobní proces jádra R 41 a strojní zařízení na jednotlivých stanovištích.....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 31. Znázornění výrobního procesu jádra R 41 a vyznačení úzkých míst.</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 32. Celková efektivnost zařízení u brusky DBS 5.</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 33. Celková efektivnost zařízení u povlakovací EPOXY linky 1/2.</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 34. Celková efektivnost zařízení u odplyňovacích pecí ALD 1, ALD 2, ALD 3 a ALD 4 počítaná pro všechny pece najednou.</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 35. Celková efektivnost zařízení u komorových pecí B1, B4 a B6.....</i>	<i>68</i>

SEZNAM PŘÍLOH

PI Letecký pohled na závod EPCOS, s.r.o.

PŘÍLOHA PI: LETECKÝ POHLED NA ZÁVOD EPCOS, S.R.O.

