

Měření OEE u zařízení pracujících v dávkovém režimu ve společnosti ČZUB, a.s.

Bc. Martin Trtek

Diplomová práce
2013



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: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin Trtek**
Osobní číslo: **M110077**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Měření OEE u zařízení pracujících v dávkovém režimu ve společnosti CZUB, a.s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Na základě dostupné literatury zpracujte teoretická východiska týkající se problematiky OEE.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav měření a sledování efektivity zařízení.
- Navrhněte způsob sledování a vyhodnocování OEE.
- Stanovte opatření pro zvýšení ukazatele OEE.
- Zpracujte návod pro zavádění OEE ve firmě.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 238s. ISBN 80-86851-38-9.**
MAŠÍN, Ivan. Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby. Vyd. 1. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.
MAŠÍN, Ivan. Výroba velkého sortimentu v malých sériích: principy výrobních systémů pro 21. století. Liberec: Institut technologií a managementu, 2004, 101 s. ISBN 8090353304.
TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.
VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999, 193 s. ISBN 80-902235-3-2.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lucie Macurová, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **22. února 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2013**

Ve Zlíně dne 22. února 2013

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

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 nevydělečně 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 udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohou užít své dílo – diplomovou 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 práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a použité informační zdroje jsem citoval;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

⁴ 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:

- (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 jim 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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je racionální aplikace měření výkonnosti strojů pracujících v dávkové výrobě ve společnosti Česká zbrojovka a.s. sídlící v Uherském Brodě.

První část obsahuje teoretickou rešerši a je výchozím bodem pro návrh vhodné metody měření efektivity. Rešerše je zaměřena na oblast zlepšování procesů, OEE a TPM.

V analytické části jsou poté shrnuty informace o společnosti a pracovišti na které bude návrh nové metodiky aplikován. Je provedena analýza současného stavu a výsledky jsou kriticky zhodnoceny.

Projektová část obsahuje návrh nové metodiky měření, následně doporučení pro zvýšení výkonnosti stroje, návod na zavedení a v závěru i finanční zhodnocení.

Klíčová slova: CEZ (Celková efektivita zařízení), TPM (Totálně produktivní údržba), Visualizace

ABSTRACT

The aim of this thesis is the rational application of performance measurement machines operating in batch production at Česká zbrojovka Uherský Brod.

The first section provides a theoretical review and is the starting point of the project for the proposal of appropriate methods of measuring effectiveness. The review is focused on the area of process improvement, OEE and TPM.

In the analytical part is a summary of information about company and workplace where will be new methodology applied. The current state analysis is made and the results are critically evaluated.

The project chapter then proposes a new method of measurement, then a recommendations for increasing productivity, guidance on the implementation and financial evaluation.

Keywords: OEE (Overall Equipment Effectiveness), TPM (Total Productive Maintenance), Visualization

„Práce vyplní každý jí vymezený prostor.“

Peter F. Drucker

Na tomto místě bych rád poděkoval společnosti Česká zbrojovka, a.s., především vedoucímu odboru průmyslového inženýrství Ing. Mojmírovi Šťastnému za jeho trpělivost a ochotu. Dále bych rád poděkoval vedoucí své diplomové práce, Ing. Lucii Macurové, Ph.D. za poskytnutí cenných rad a připomínek, které mi byly značně nápomocny při psaní této práce.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	12
2 OEE - OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS	13
2.1 HISTORIE OEE	14
2.2 STRUKTURA A VÝPOČET OEE.....	14
2.2.1 Availability - využití stroje.....	15
2.2.2 Performance - výkon stroje	15
2.2.3 Quality - kvalita.....	16
2.3 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ OEE	16
2.3.1 Sběr dat pro výpočet OEE	16
2.3.2 Správná metodologie výpočtu.....	17
2.3.3 Lidský faktor	18
2.3.4 Ruční sběr dat.....	18
2.3.5 Ztráty	19
2.4 PLÁNOVANÉ PROSTOJE	21
2.5 MONITOROVÁNÍ ÚZKÝCH MÍST POMOCÍ OEE	21
2.5.1 Nejčastěji identifikované chyby při monitorování OEE	21
2.6 PROCES ZVYŠOVÁNÍ OEE.....	22
2.6.1 Vztah produktivity a OEE	23
2.7 TEEP - TOTAL EFFECTIVE EQUIPMENT PERFORMANCE.....	23
3 PODPŮRNÉ METODY PI PRO IDENTIFIKACI PROBLÉMŮ A ZEFEKTIVNĚNÍ ÚZKÝCH MÍST	24
3.1 PARETOVA ANALÝZA.....	24
3.2 DBR.....	24
4 TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTANCE	25
4.1 CÍLE TPM:	27
II ANALYTICKÁ ČÁST	29
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	30
5.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O SPOLEČNOSTI.....	30
5.1.1 Současnost.....	31
5.2 SWOT ANALÝZA FIRMY	32
6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MĚŘENÍ A SLEDOVÁNÍ EFEKTIVITY ZAŘÍZENÍ	36
6.1 MĚŘENÍ A SLEDOVÁNÍ EFEKTIVITY KALÍCÍ PECE KOPP	37
6.1.1 Availability.....	38
6.1.2 Performance	38

6.1.3	Quality	39
6.2	ODHALENÉ CHYBY SOUČASNÉHO MONITOROVÁNÍ OEE	39
III	PROJEKTOVÁ ČÁST.....	41
7	PRVOTNÍ NÁVRH SLEDOVÁNÍ A VYHODNOCOVÁNÍ OEE.....	42
7.1	KALÍCI PEC KOPP	42
7.2	PRVOTNÍ ANALÝZA MONITOROVÁNÍ OEE.....	44
7.2.1	Availability	44
7.2.2	Performance	44
7.2.3	Quality	45
8	NÁVRHY PRO ZVÝŠENÍ EFEKTIVITY ZAŘÍZENÍ	46
8.1	PARETOVA ANALÝZA.....	46
8.1.1	Prezentace výsledků analýzy.....	47
8.2	KONKRÉTNÍ NÁVRHY NA ZVÝŠENÍ EFEKTIVITY	47
8.2.1	Vyšší využití kapacit - aplikace DBR	47
8.2.1.1	Řízení bufferu	49
8.2.2	Zhodnocení a návrh na zlepšení TPM.....	51
8.2.3	Návrh na snížení prostojů kvůli poruchám	52
9	ZAVEDENÍ NOVÉ METODIKY MĚŘENÍ EFEKTIVITY ZAŘÍZENÍ VE FIRMĚ	54
9.1	TVORBA AUTOMATICKÉ METODIKY	54
9.1.1	Availability	54
9.1.2	Performance - výkon pece.....	55
9.1.3	Quality - kvalita produkce.....	56
9.2	MONITORING PROSTOJŮ.....	57
9.3	PŘÍNOSY AUTOMATICKÉHO SBĚRU DAT A VÝPOČTU OEE	58
9.4	POROVNÁNÍ UKAZATELE EFEKTIVITY:	59
9.5	APLIKACE NA OBDOBNÁ ZAŘÍZENÍ VE FIRMĚ	60
10	ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ A FINANČNÍ DOPAD NOVÉ METODIKY	61
10.1	DOPORUČENÍ.....	61
10.2	FINANČNÍ DOPAD.....	62
	ZÁVĚR	64
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	65
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
	SEZNAM TABULEK A GRAFŮ.....	70
	SEZNAM PŘÍLOH.....	71

ÚVOD

Efektivní výrobní zařízení je základem produktivity, aby bylo zařízení vnímatelné jako efektivní, je zapotřebí sledovat jeho kapacitu, náklady na produkci a v neposlední řadě i kvalitu výsledné produkce. Ukazatel zobrazující všechny tyto tři parametry je OEE. Tento ukazatel znázorňuje, s jakou efektivitou proces transformuje vstupy na výstupy.

Jelikož hlavním úkolem práce je stanovení správné metodiky sledování efektivity zařízení, jde právě o OEE, případně jemu podobné ukazatele, to záleží na charakteru přístupu a plánování výroby.

V současných ekonomických podmínkách, při velké globální konkurenci a případně díky recesi i odložení nových nákupů vybavení jsou důvody k tomu, aby vedení přemýšlelo o všech aspektech výroby. Pro podniky je ekonomičtější při požadavku navýšení výroby, pokud je to možné, snižovat prostoje (zvýšit OEE) než pořízení nových paralelních strojů.

Česká zbrojovka, a.s. se řadí mezi velice úspěšné společnosti, je špičkou v oblasti zbrojního průmyslu a je významným zaměstnavatelem ve Zlínském kraji. V současnosti dosahuje nejvyšší zisky své historie. Díky nárůstu zakázek po celém světě se firma rozhodla pro zvýšení konkurenceschopnosti také formou investice do rozvoje a zefektivnění výroby, s čímž souvisí i téma sledování efektivity, jelikož bez správného monitoringu nezná firma opravdu nezbytnou výši nákladů, či není schopna identifikovat plýtvání.

Po dohodě s vedením průmyslového inženýrství bylo téma diplomové práce formulováno jako Měření OEE u zařízení pracujících v dávkovém režimu ve společnosti ČZUB, a.s. a jako hlavní cíl práce byl stanoven návrh vhodné metodiky měření OEE u daného typu výroby. Pro zpracování diplomové práce bylo vybráno pracoviště metalurgie, které díky své technologii a specifickému typu strojů je jedním z důležitých pracovišť společnosti.

Teoretická část obsahuje rešerši, která tvoří základ této diplomové práce. První oblastí, která je v teoretické části zmíněna je všeobecný popis přístupu ke zlepšování procesů, konkrétní metodiku monitoringu a zásadní faktory, které OEE ovlivňují, obsahuje druhá kapitola. Podpůrné analytické metody k identifikaci problémů a zefektivnění řízení úzkých míst, využitě v praktické části této diplomové práci, rozebírá následující kapitola. Čtvrtým, a posledním, bodem je souhrn fakt týkajících TPM, jelikož OEE je součástí této globální metodiky.

V úvodu analytické části je nejdříve představena společnost Česká zbrojovka a poté se práce věnuje analýze současného stavu, při zkoumání této oblasti jsou využity poznatky z teoretické rešerše. Na základě výsledků analýzy současného stavu jsou identifikovány jednotlivé nedostatky stávající metodiky.

V projektové části je představena navrhovaná metodika, která vychází z výsledků analýz. Jsou doporučeny i další činnosti, které napomohou zjednodušit a zpřesnit sběr dat, případně umožní větší využití stroje.

V závěru budou zhodnoceny přínosy a náklady, zmíněny budou i další návrhy na zlepšení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

Je samozřejmostí, že metodice měření OEE předchází důvod, či smysl tohoto sledování. Nejde pouze o mapování současného, ale převážně o posun kupředu, či přizpůsobení se novým okolnostem.

Prostředí firem je propojeno s neustálými změnami či nejistotou, přibývají nové společnosti, technologie, vydobyté pozice podniků a výrobků jsou ohroženy. Ty, které se nepřizpůsobí, nereagují, či nemohou reagovat na změny, se stávají více ohroženými. Současnou výrobu a služby ovlivňuje celá řada faktorů, mezi nejvýznamnější lze zařadit např. stále náročnějšího zákazníka, tlak konkurence, ekologické požadavky, rozvoj nových technologií, informační boom či úroveň schopností a znalostí pracovníků (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 189).

Obecným postupem, jak dosáhnout zlepšení lze popsat v sekvenci šesti kroků, které vedou k novým způsobům, jak daný proces provádět:

- Výzva ke zlepšení
- Analýza současného stavu
- Otázky vedoucí k identifikaci problému, či zlepšení
- Specifikace nového postupu či metody
- Standardizace a zavedení nového postupu či metody
- Měření a hodnocení přínosů nové metodiky

Přijetím tohoto postupu společnost získává větší pravděpodobnost, že se stane a dlouhodobě se udrží na trhu jako konkurenceschopný podnik s efektivními procesy.

2 OEE - OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

OEE je anglické označení parametru pro správné využití strojního zařízení, v ČR se také používá označení CEZ, což značí celkovou efektivnost zařízení. Ukazatel OEE vedle využívání stroje kalkuluje i s lidskou obsluhou.

Celkovou efektivitu zařízení definuje docent Mašín jako: „ základní ukazatel TPM, který se vypočítá jako součin míry využití, výkonu a kvality. Maximální hodnota tohoto ukazatele je 1 respektive 100 %“ (Mašín, 2005, s. 15).

OEE je vhodné pro monitorování a zvyšování efektivity výrobních procesů, ať už strojů, výrobních buněk či montážních linek. OEE je také často využíváno v TPM (Total Productive Maintenance), jako měřítko jeho účinnosti a také poskytuje celkový rámec pro měření efektivity výroby.

Pravidelný sběr dat, vizualizace či případné opravné postupy a jejich relevantní vyhodnocování, které směřuje ke zvýšení OEE koeficientu tvoří cílený proces na systematické zvyšování produktivity.

OEE není potřebné sledovat na všech zařízeních, jelikož dle autorů knihy Štíhlý a inovativní podnik je efektivní zaměřen se na zvyšování koeficientu OEE na úzkých místech, či zařízeních s vysokou variabilitou procesu, nestabilních zařízeních nebo zařízeních se zvýšeným procentem vadných výrobků (Košturiak a Frolík, 2006, s. 97 - 98).

Andrýsek předchozí autory ještě doplňuje o tzv. strategické zařízení, či zařízení s malou možností náhrady (Andrýsek, 2008, s.11).

Mezi přínosy po zavedení monitoringu OEE a následnou aplikací opatření lze mimo jiné zařadit identifikaci a kvantifikaci ztrát vznikajících ve výrobním procesu, možnost zavedení ovlivnitelných ukazatelů výroby, údržby a do motivace pracovníků, následné snižování ztrát, úsporu energií, úsporu lidských zdrojů, samozřejmě vyšší využití strojů, zvýšení produktivity a výkonnosti celého podniku či provozu (Trifid Consult, 2011).

OEE je cenná metrika k pochopení využití strojů, ale je o to cennější, pokud se zaměříme a pracujeme se všemi jejími dílčími složkami (Sylution Incorporated, 2004 - 2013a).

2.1 Historie OEE

První aplikace OEE lze vysledovat okolo let 1960, v té době bylo použito v Japonsku panem Seiichi Nakajimem ve firmě Nippon Denso jako součást metriky TPM.

Roku 1990, firma SEMATECH, výrobce polovodičových destiček výroba průmyslu přijala OEE kvůli snaze o zlepšení produktivity. Od tohoto roku lze zaznamenat nárůst a přijetí OEE jako metriky s cílem zlepšení využití stávajících strojů různými výrobci v jiných průmyslových odvětvích po celém světě.

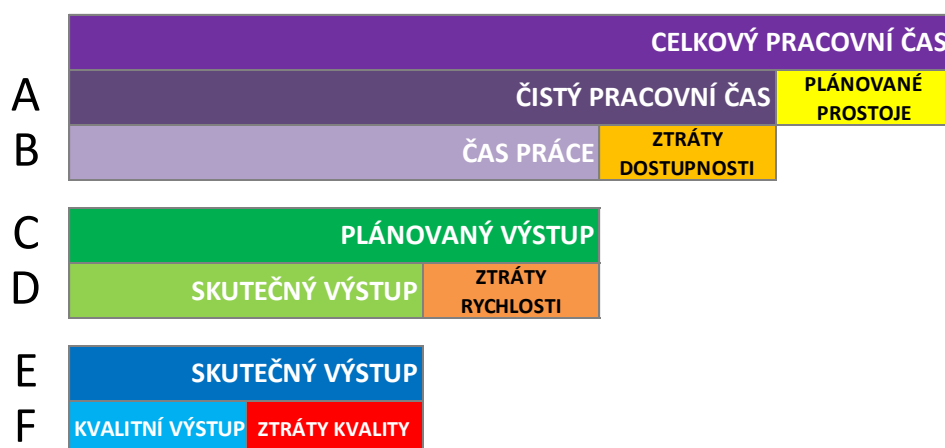
2.2 Struktura a výpočet OEE

OEE se skládá ze tří dílčích složek a to: využití stroje, výkon stroje, stupeň kvality. Které následně svým součinem tvoří již zmiňované OEE.

Při výpočtu OEE se kombinují informace o dostupnosti a výkonnosti výrobních zařízení a kvalitě výroby na těchto zařízeních. Výsledné údaje umožňují jednoznačné a porovnatelné hodnocení, jak jsou jednotlivá výrobní zařízení využívána. Každá minuta, po kterou jsou drahá výrobní zařízení mimo provoz nebo pracují ve sníženém výkonu či kvalitě, má samozřejmě negativní vliv na produktivitu a ziskovost výroby (Pantek, 2013).

OEE = Availability * Performance * Quality

OEE = B/A x D/C x E/F



Obrázek 1 Vizualizace výpočtu OEE (vlastní zpracování)

2.2.1 Availability - využití stroje

Tento index vyjadřuje využití disponibilního strojního času. Veškeré prostoje, které nastanou, snižují počet výrobků a také využití stroje.

$$\text{Výpočet ukazatele: Availability} = \frac{\text{plánovaný čas výroby} - \text{čas přerušení}}{\text{plánovaný čas výroby}}$$

V čitateli je použit čas výroby, který je pro stroj původně plánován, od něj se odečítají veškeré časy prostojů. Po vydělení plánovaným časem výroby je výsledkem index využití stroje, čím bližší je číslu 1, tím více je stroj využit.

Využití stroje je ovlivněno:

- poruchami strojů
- přestavbou či seřizením
- neplánovanými přestávkami
- logistikou vstupního materiálu
- čekáním na přidělení práce (Andrýsek, 2008, s.7).

2.2.2 Performance - výkon stroje

Parametr, který je ovlivněn rychlostí stroje, jedná se tedy o rozdíl mezi skutečnou rychlostí výroby a plánovanou, další ztrátou jsou odchylky či přerušení, které způsobují, že stroj nevyrábí konstantní rychlostí po celou dobu výkonu.

$$\text{Výpočet ukazatele: Performance} = \frac{\text{normovaný čas} / \text{ks} \times \text{poč. vyrobených kusů}}{\text{skuteč. výrobní čas}}$$

V čitateli je využit normovaný čas na jeden kus výrobku, který se násobí počtem veškerých vyrobených kusů, ve jmenovateli je norma dělena faktickým výrobním časem, který je očištěn o prostoje. Následně vypočtený index výkonu stroje je tím lepší, čím je bližší číslu 1. Ukazatel je také ovlivněn nastavením norem, pokud je norma nastavena nevhodně, například tzv. příliš měkká, může stroj díky rychlejší výrobě ukazatel ovlivnit a dosahovat hodnot vyšších než 1, čemuž je zapotřebí se vyvarovat.

Výkon je ovlivněn:

- špatným technickým stavem stroje,

- nestandardní kvalitou vstupního materiálu,
- nezaučenou obsluhou,
- nesprávně stanovenými technologickými parametry výroby (Andrýsek, 2008, s.7).

2.2.3 Quality - kvalita

Ukazatel porovnání počtu vyrobených kusů, které vyhovují požadavkům zákazníka a celkového počtu vyrobených kusů. Je nepochybné, že v nízké úrovni kvality se odráží její ztráty.

$$\text{Výpočet ukazatele: Quality} = \frac{\text{celkový výrobní výkon (ks)} - \text{zmetky (ks)}}{\text{celkový výrobní výkon (ks)}}$$

V čitateli jsou od všech vyrobených kusů odečteny zmetky, následně díky dělení jmenovatelem, který obsahuje veškerou produkci, je získán index kvality. Čím blíže se tento index blíží číslu 1, o to více se blíží stoprocentně kvalitní výrobě.

Kvalita je ovlivněna:

- chybami pracovníka,
- poruchami stroje,
- nesprávně stanovenou technologií,
- nepochopením pracovního návodu,
- nevhodnou kontrolní metodou,
- vadným vstupním materiálem (Andrýsek, 2008, s.7).

2.3 Faktory ovlivňující OEE

2.3.1 Sběr dat pro výpočet OEE

Je potřeba přesně definovat data, která jsou nezbytná pro sběr kvůli jednotnému zpracování a následnému vyhodnocení. Pro sběr dat se používají následující postupy:

- Ruční shromažďování dat a jejich následné zpracování (nejčastěji Microsoft Excel)
- Poloautomatický sběr dat (terminály, kódy prostoje, off-line automatické vyhodnocení v informačním systému)

- Průběžný automatický sběr s využitím systémů MES (Manufacturing Executive System) a následné vyhodnocení on-line s možností optimalizace procesu (Košturiak a Frolík, 2006, s. 100).

2.3.2 Správná metodologie výpočtu

Na první pohled se jeví výpočet jednoduše a jasně, bohužel ne vždy jsou všechna data přiřazena do správného dílčího ukazatele. Jednoznačně lze určit kvalitu výroby, jelikož počet vyrobených kusů i počet zmetků je přesně dán počtem kusů. Nesprávná metodologie je však někdy používána u časových ztrát (neplánovaná výroba, prostoje, ztráty výkonu). Význam jednotlivých časových ztrát a jejich správné rozčlenění pro výpočet OEE je nesmírně důležité (Světlík, 2003).

Neplánovaná výroba je čas, kdy zařízení nepracuje z důvodu nenaplánování výroby. Například není využita druhá nebo třetí směna. Tento čas se normálně nezahrnuje do výpočtu OEE. Pro analýzu využití kapacity zařízení je však potřeba mít tyto časy k dispozici.

Dostupnost zařízení je dána prostoji, ve kterých výrobní zařízení není dostupné pro výrobu. Běžně jsou uvažovány prostoje, které trvají řádově minuty a déle a významně ovlivňují dostupnost stroje pro výrobu. Takovými prostoji jsou změna produkce, přestávka, čištění, preventivní údržba, oprava zařízení, školení, rozjezd a dojezd zařízení apod. Tyto prostoje jsou ale občas nevhodně klasifikovány jako neplánované, čímž se snižuje hodnota koeficientu OEE, který je díky tomu zkreslen a neodpovídá skutečnosti (Světlík, 2003).

Ztráty výkonu jsou různá zdržení, která způsobují snížení výkonnosti zařízení. Zařízení je dostupné, má vyrábět, ale z nějakého důvodu se to neděje nebo výroba probíhá pomaleji. To se projeví ve vyrobení menšího množství produkce, než by bylo teoreticky možné za daný čas. Snížení výkonu je způsobeno krátkými prostoji, které trvají řádově sekundy až minuty, vyskytují se však často a opakovaně, čímž celková ztráta za směnu tvoří desítky minut a má významný dopad na výkonnost zařízení. Většinou se tyto prostoje nikde neznamenávají.

Pro správný výpočet ztrát výkonu je nutné i správně stanovit teoretický výkon zařízení (vyrobená produkce za čas), který je umožněn konstrukcí stroje. U složitějších zařízení, čítajících několik strojů, linka apod., však nemusí být snadné stanovit správně teoretický

výkon, a tak přesné změření krátkých prostojů umožní zjistit celkový teoretický maximální výkon zařízení a odhalit skrytou kapacitu výroby.

2.3.3 Lidský faktor

Prostoje jsou většinou zaznamenávány ručně operátory ve výrobě. Tato činnost je zdržuje od jejich hlavních pracovních úkolů, čímž je sama o sobě zdrojem ztrát a snížení efektivity. Operátoři také často nezaznamenají všechny prostoje kvůli časovému vytížení nebo proto, že nechtějí přiznat problémy vzniklé na jejich pracovišti. Poctivost a svědomitost operátorů tedy významně ovlivňuje přesnost výpočtu.

Výpočty OEE jsou typicky prováděny ručně nejčastěji v programu MS Excel. Tím se zvyšují náklady na další personál, který přepisuje záznamy pořízené ve výrobě a připravuje denní, týdenní a měsíční výkazy, a tím se vytváří další místo možného vzniku chyb a odchylek (Světlík, 2003).

2.3.4 Ruční sběr dat

Ruční záznamy o vzniklých prostojích zatěžují operátory ve výrobě, a proto většina firem zavedla různá zjednodušení. Ty spočívají v zanedbání krátkých prostojů, zavedení stanovených průměrných časů pro konkrétní prostoje apod.

Jak již bylo uvedeno, zanedbané krátké prostoje mají vliv na výkon (Performance) stroje, který se vypočítává ze skutečně vyrobeného množství a maximálně vyrobitelného množství za daný časový úsek na daném stroji. To může vést k mylnému názoru, že krátké prostoje pro samotný výpočet OEE nejsou potřeba. Avšak cílem není výpočet OEE, ale vyšší efektivita výroby. Jak je ale možné zvýšit efektivitu, když nejsou známé skutečné příčiny, které vedou ke snížení výkonu? Správnou příčinu lze zjistit pouze přesným měřením krátkých prostojů, které trvají řádově sekundy až několik minut a mohou být způsobeny pozdní dodávkou surovin nebo materiálu, špatným kapacitním sestavením linky, výpadky dodávky energií, nešikovností obsluhy apod.

Stanovení průměrných časů pro konkrétní prostoje znamená, že operátor zaznamená existenci, ale ne už délku trvání prostoje. Jsou tedy k dispozici informace, které typy prostojů se nejčastěji vyskytují, ale není možné stanovit jejich přesnou délku a vliv na výkon stroje

a přesně kvantifikovat jednotlivé typy prostojů a tak identifikovat pravou příčinu vzniku ztrát (Světlik, 2003).

Kombinací výše uvedených zanedbání může být obraz o dění ve výrobě velice zkreslen, a není tedy možné provést zlepšení, protože nelze přesně určit, co je vlastně potřeba zlepšit.

2.3.5 Ztráty

Ztrát, které ovlivňují ukazatel OEE je spousta. Je zapotřebí si je uvědomit, monitorovat je, po jejich analýze se je naučit eliminovat eventuálně jim díky prevenci předcházet. Nesporně ovlivněný ukazatel OEE je i kvůli plýtvání. Stručný přehled udává následující tabulka:

OEE			
	Availability	Performance	Quality
7 druhů plýtvání	Nadvýroba		
	Zásoby		
	Transport		
	Čekání		
	Opravy		
	Zbytečné procesy		
	Zbytečné pohyby		

Tabulka 1 Vztah mezi OEE a plýtváním (vlastní zpracování)

Ztráty způsobené organizačními příčinami

Nenaplánované ztráty neboli neevidované představují prostoje, či prodělky, z organizačních důvodů, eventuálně díky rozhodnutí managementu. Jde například o celozávodní dovolenou, státní svátky, nenaplánované směny z důvodu nedostatku objednávek, apod.

Ztráty z důvodu nižší výkonnosti stroje

Tyto ztráty jsou způsobeny v důsledku horšího technického stavu, příčinou je zpravidla stáří stroje, či nevhodná údržba. Stroj vykazuje nižší výkonnost než při pořízení a tato skutečnost není jednoduše odstranitelná.

Ztráty z prostojů

Nenaplánované prostoje představují ztráty z výrobního času, kdy měl stroj vyrábět, ale byl z různých důvodů odstaven. Patří sem poruchy strojů, jejich oprava, změna výroby (přestavba, seřízení stroje), kromě toho různé druhy čekání (na materiál, na obsluhu), pozdržení z důvodu nekvality, či výpadky energie.

Ztráty z rychlosti

Jedna ze ztrát v rychlosti nastává, když reálná doba potřebná pro vyrobení jednoho kusu, je delší než předepsaný výrobní čas, což znamená, že zařízení sice produkuje výrobky, ale ne s nejvyšší možnou navrhnutou rychlostí.

Dalším typem ztráty v rychlosti je běh na prázdko a malá zastavení, což znamená, že stroj nevyrábí plynule a stabilní rychlostí, ztrácí rychlost a brání plynulému toku. Běh naprázdno v tomto případě není způsoben technickými chybami, ale malými problémy. Např. výrobky jsou zachyceny ve stroji a blokují senzory, byť obsluha může tento problém snadno odstranit, tak i krátkodobé, ale časté zastavování může dramaticky snížit efektivitu zařízení.

Snížení rychlosti výroby kvůli rozdílu mezi skutečnou a konstrukční rychlostí, případně kapacitou zařízení, vzniká mezera výkonu, která je v praxi často opomíjena, či podceňována, byť nemalou měrou ovlivňuje efektivitu.

Ztráty kvality

Ztráty kvality nepředstavují nic jiného než, že zařízení vyrábí výrobky, které plně neodpovídají specifikům kvality požadovaných zákazníkem. Tyto ztráty obsahují odpad, přepracování, zmetkovitost.

Ztráty z chyb údržby

Nejčastější ztráty z důvodu chyb údržby jsou zapříčiněny nedodržováním a neznalostí pracovních standardů. Údržba neprovádí analýzu problémů, nezná abnormality provozu, považují svou roli v opravě poruch a nezajímají se o zmetky, vady aj. (Tuček, Bobák, 2006 s. 283).

Příčinou těchto stavů bývá většinou nezáměr pracovníků o pořádek, čistotu, tak i o stav strojů. Tento stav je ještě více podporován nedůsledností mistrů a manažerů v otázkách pořádku a údržby.

2.4 Plánované prostoje

Ačkoliv se plánované prostoje nezapočítávají do OEE, jsou velmi důležitým údajem pro analýzu využití zařízení, poněvadž pokud se monitorují, jsou rozlišeny dle původu, je možné jejich trvání a postupy standardizovat, případně nalézt vhodnější postupy tak, aby bylo možné tyto činnosti provádět za chodu zařízení, v překrytém čase, díky čemu by se zvýšila využitelnost zařízení. Mezi nejčastější plánované prostoje patří přestávky, oběd, období bez zakázky, výroba pouze na jednu směnu, plánovaná údržba (TPM), výroba vzorků, školení, porady apod.

2.5 Monitorování úzkých míst pomocí OEE

Smyslem monitorování úzkých míst není pouze analýza, avšak skutečností je, že v mnoha firmách je OEE bráno jako ukazatel pro manažerské schůzky a dále se s ním nepracuje. Toto uchopení analýzy, pokud dále nepokračuje, nevyužívá potenciál a pokud je metodika sběru dat nastavena správně, je získání přesného ukazatele poměrně náročný. Po sběru dat, vyhodnocení, případné vizualizaci je následným krokem analýzy opatření pro zvyšování ukazatele OEE, ať již za pomoci TPM, SMED, které jsou zpravidla velice účinné. Ovšem dosažení 100% OEE je prakticky nereálné a odhalí-li analýza, že OEE je na své hranici, výstupem analýzy nemusejí být opatření zvyšující ukazatel, ale firma získává podklady k rozhodnutí se pro případnou investici do dalšího strojního zařízení, případně pro alternativní řešení úzkého místa, například za pomoci jiné technologie, či externí kooperace s jinou firmou.

Metodika OEE by se neměla přebírat z knih nebo jiných firem, měla by sloužit cíli, který firma sleduje. Tím pádem zde platí, že rychlost, jasnost, výstižnost jsou důležitější než příliš přesný, složitý a pracný systém. V některých firmách sledují i logistické prostoje, či prostoje způsobené nepřítomností pracovníka na pracovišti apod. Vše záleží na tom, co je vlastně cílem sledování OEE (Košturiak a Frolík, 2006, s. 97).

2.5.1 Nejčastěji identifikované chyby při monitorování OEE

- Přejít na nový typ, seřízení není zahrnuto v prostojích
- Do výpočtu nejsou zahrnuty opravitelné zmetky
- Čas zahájení směny – rozvržení práce není zahrnut do prostojů

- Ruční záznam prostojů s množstvím nepřesností
- Nejsou zachyceny tzv. mikroporuchy
- Výpočet je proveden pouze na jednoho reprezentanta
- Není vytvořena a dokumentována metodika stanovení OEE
- Nejsou stanoveny procesy sběru dat
- Není prováděna analýza a nejsou stanoveny nápravná opatření (Andrýsek, 2008, s. 29).

2.6 Proces zvyšování OEE

Proces zvyšování OEE se nedá příliš paušalizovat na všechna zařízení, z důvodu rozmanitosti výrob a strojů, ale všeobecné postupy by se měly skládat z následujících základních činností:

- Identifikace úzkých míst
- Identifikace 6 základních ztrát ve výrobě
- Stanovení metodiky měření OEE
- Automatizace přesného výpočtu OEE
- Zlepšování hodnoty OEE – koncept redukce ztrát, katalog nápravných opatření
- Implementace nápravných opatření
- Vyhodnocení účinnosti nápravných opatření (Andrýsek, 2008, s. 14).

Hodnota OEE se v podnicích světové třídy pohybuje okolo hodnoty 85 %. Následující tabulka zobrazuje tyto hodnoty jednotlivých ukazatelů u podniků světové třídy:

Podnik světové třídy	
OEE	85%
Availability	90%
Performance	95%
Quality	99,9%

Tabulka 2 OEE u podniků světové třídy (vlastní zpracování)

2.6.1 Vztah produktivity a OEE

Definice produktivity ozřejmuje, že ukazatel OEE má těsnou vazbu na produktivitu práce daného výrobního zařízení. Ve vztahu k OEE se jedná o produktivitu měřenou počtem vyprodukovaných kusů za časovou jednotku. Pokud jsou analyzovány příčiny ztrát při chodu výrobního zařízení a takto zjištěná situace se dále řeší, lze očekávat nárůst počtu vyprodukovaných kusů.

Navíc Miroslav Rakyta uvádí, že jednocentní navýšení OEE má stejný vliv na produktivitu jako snížení přímých nákladů na údržbu o deset procent. Jedná se o orientační údaj, který závisí na specifiku jednotlivého odvětví (Rakyta, 2008).

2.7 TEEP - Total Effective Equipment Performance

Dalším vhodným ukazatelem měření efektivity zařízení je TEEP, je obdobou OEE, ale s tím detailem, že u tohoto ukazatele není rozdíl mezi plánovanou a neplánovanou údržbou. Česky lze toto měřítko aktivního využití nazvat jako celková efektivita výroby. Vychází z OEE a určuje celkovou efektivitu vzhledem k vytížení, tedy pracovnímu času a celkovému teoretickému času výroby. Celkový teoretický čas výroby je určen jako celkový počet hodin v kalendářním roce. Pracovní čas je určen pracovní dobou zařízení (Sylution Incorporated, 2004 - 2013b).

Vhodné uplatnění ukazatele TEEP je především ve firmách s nepřetržitým provozem. U jednosměnného provozu probíhajícího pouze ve všední dny dosahuje vytíženost přibližně 23% a zbylé 3 složky OEE se ve výsledku až tolik neprojeví.

Výpočet Teep:

$$\text{TEEP} = \text{Vytížení} * \text{OEE}$$

$$\text{Vytížení} = \text{Pracovní čas} / \text{Celkový teoretický čas}$$

$$\text{Celkový teoretický čas} = 24 \text{ hodin} * 365 \text{ dní}$$

3 PODPŮRNÉ METODY PI PRO IDENTIFIKACI PROBLÉMŮ A ZEFEKTIVNĚNÍ ÚZKÝCH MÍST

3.1 Paretova analýza

V počáteční fázi řešení problémů je vhodné zabývat se jednotlivými faktory v závislosti na významnosti jejich vlivu na celý systém, k čemuž je právě vhodná tato analýza. Paretova analýza slouží k identifikaci prioritních problémů, přičemž vychází z předpokladu, že 20 % příčin způsobuje 80 % výskytu problému. Data potřebná pro provedení Paretovy analýzy lze získat z frekvenčních nebo datových tabulek a sestavuje se tzv. histogram, tedy sloupový graf demonstrující míru vlivu.

3.2 DBR

Zkratka vyjadřuje složeninu slov Drum - buffer - rope. Tento princip je úzce spjatý s procesem zvyšování efektivity úzkých míst. Úzké místo udává rytmus celému výrobnímu systému, tedy bubnuje (Drum). Rope (lano) spojuje úzké místo se vstupem materiálu do výrobního systému. Pokud by některý ze zdrojů předcházející pracovišti, které je identifikováno jako úzké místo, vypadl, ohrozilo by to celou výrobu. Proto jsou kritické zdroje chráněny tzv. bufferem, česky polštářem, neboli časovým zásobníkem, který tvoří rezervní zásobu, aby mohl být plánovaný termín ukončení výrobního úkolu stihnout. Buffer taky chrání výrobu před klasickými problémy, jako jsou např. poruchy na předchozích pracovištích, atd.

DBR používá tyto kroky:

- stanovení interních termínů odvedení zakázek na expedici,
- rozvrh výroby na úzkém místě,
- stanovení časových zásobníků mezi vstupem a úzkých místem a vstupem a expedicí,
- výpočet termínů a množství uvolnění materiálu tak, aby bylo zajištěno vytížení úzkého místa a splnění interních termínů (Košturiak a Frolík, 2006, s. 56).

V podniku se v současnosti projevuje snaha o objevení veškerých úzkých míst a jejich optimalizace.

4 TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTANCE

TPM, česky lze přeložit jako totálně produktivní údržbu, kterou definuje docent Mašín jako: „systematickou metodu zaměřenou na zvyšování celkového efektivního využití strojů a zařízení při aktivní účasti všech rozhodujících profesí a pracovníků“ (Mašín, 2005, s. 81).

V dřívějších letech byla údržba aktivitou, kterou společnosti uplatňovali, aniž by znaly její důležitou roli ve výrobní strategii. Při zvyšující se potřebě zlepšení pružnosti výrobní linky, směrem k výrobě široké škály různých produktů, roste i důležitost strategické údržby, v dnešní době obzvláště, protože automatizace a rozsáhlé mechanizace, požadavky na vysokou kvalitu produktů a dlouhou životnost zařízení jí dává značný význam (Sharma, 2006, s. 256).

Mnoho firem přesunuje svou pozornost k optimalizaci využití jejich majetku a snaží se docílit co nejvyšší efektivity u strojů. Jednou z hlavních částí, která má na toto silný vliv je oddělení údržby a zaměstnanci odpovědní za údržbu (Wireman, 2004, s. 61).

Hlavní idejí současné údržby je, aby se od operativního řešení problémů přešlo k prevenci a předcházení poruch, díky tomu se zpravidla prodlouží životnost stroje, zvýší se efektivita využití stroje, s čímž souvisí menší prostoje a v úhrnu, díky předchozímu, si zařízení vystačí s menším množstvím nákladů.

TPM je strategie údržby, která se vyvinula tak, aby splňovala nové potřeby, TPM je americkým stylem produktivní údržby, která byla upraven a vylepšena, aby byla vhodná pro japonské průmyslové prostředí. Nyní je populární v japonském průmyslu a v jiných západních zemích. Je úzce spjato s JIT (Just in Time) a TQM (Total Quality Management), je rozšířením PM (preventivní údržba), díky kterému stroje pracují na vysoké úrovni produktivity a efektivity, za údržbu je odpovědný zpravidla operátor a zaměřuje se na to, aby se zabránilo problému před jeho vznikem (Wireman, 2004, s. 47).

Nakajima uvádí definice TPM, vychází z japonského přístupu a obsahuje pět hlavních bodů:

1. Efektivní využití zařízení
2. Stanovení celkové preventivní údržby systému
3. Účast všech operátorů oddělení (také provozovatel zařízení, projektant, pracovníci údržby)

4. TPM je zahrnuto ve strategii vrcholového managementu.

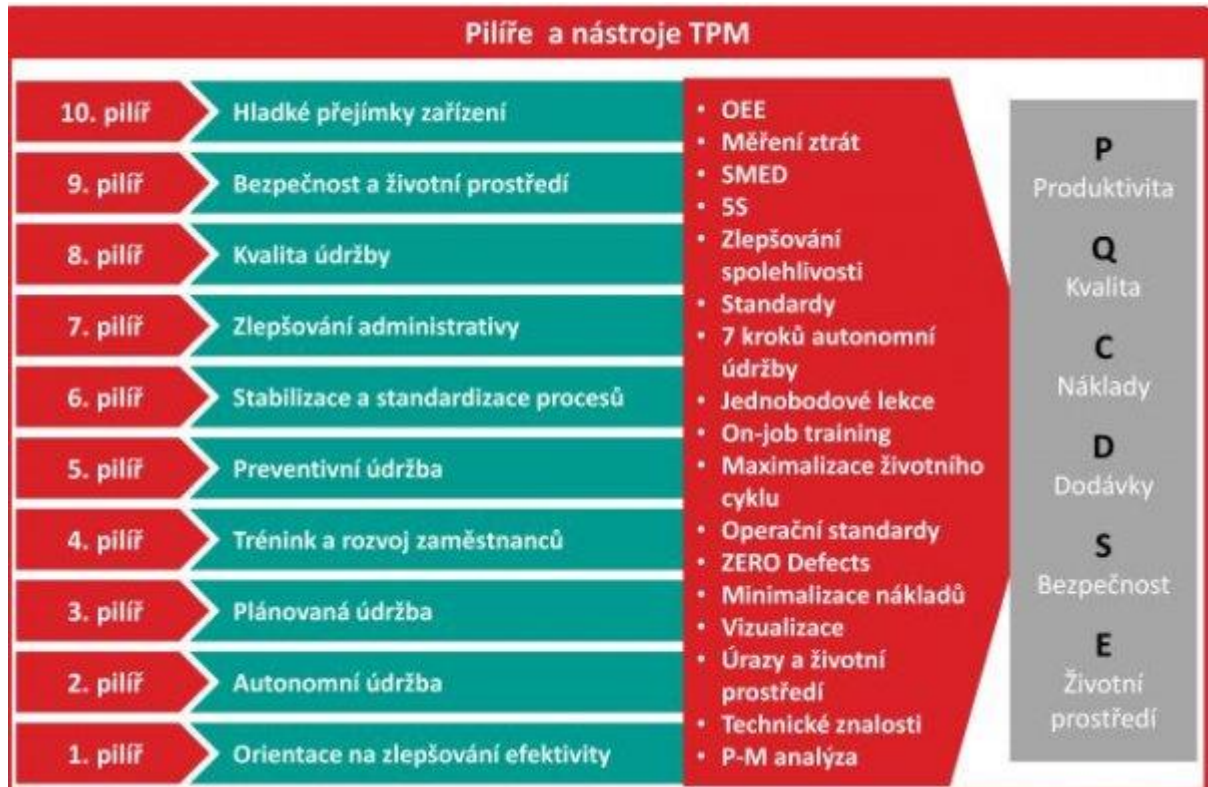
5. Podpora a realizace TPM na základě autonomních, malých skupinových aktivit (Nakajima, 1988, s. 13).

Nakajima (1988) shrnul pět bodů ve zkratce a definoval TPM jako: „ produktivní údržba, která zahrnuje celkovou účast, maximalizuje efektivitu zařízení a je řízena prostřednictvím systému PM, kde PM je komplexní plánovaná údržba systému“ (Nakajima, 1988, s. 13).

Ve Velké Británii byl průkopníkem TPM Edward Willmott, ředitel společnosti Willmott Consulting Group, uznává pět Nakajimových bodů, ale považuje je za definici pouze japonského přístupu k TPM a následně vytváří definici, která je vhodnější pro západní přístup: „TPM se snaží vyvolat v celé společnosti změnu přístupu k výrobě, tak aby dosahovala světové třídy ve výkonu výroby, celkové účinnosti strojů, zařízení a procesů.“(Willmott, 1994, s. 173)

Další zastánce TPM v USA Wireman naznačuje, že TPM je údržba, která se týká všech zaměstnanců v organizaci, a proto zahrnuje každého dělníka, ale také každého z top managementu a uvádí: „TPM zahrnuje všechny útvary, včetně, údržby, provozu, projektování, konstrukce, technologie, oddělení zásob, obchodu, nákupu, ale i účetní oddělení“ (Wireman, 2004, s. 103).

Ač existuje mnoho různých definic pro TPM, důvod těchto rozmanitostí lze nalézt v cestě přijetí této strategie, některá odvětví se zaměřují více na skupiny pracujících než na řízení zařízení, další právě naopak. Tato rozmanitost ukazuje, jak mohou tyto přístupy ovlivnit výrobní proces a nejúspěšnější díky preventivní údržbě jsou ty firmy, které pokrývají všechny faktory TPM.



Obrázek 2 Pilíře a nástroje TPM (Debnár, 2012)

4.1 Cíle TPM:

Mezi hlavní přínosy TPM je snížení poruchovosti strojních zařízení, zvýšení jejich životnosti, efektivity a kvality produkce, zvýšení bezpečnosti provozu a podpora spolupráce mezi operátory a údržbou. Díky zavedení a dodržování TPM dochází k eliminaci neplánovaných prostojů, stabilizaci procesu výroby či snižování nákladů na výrobu a údržbu (Campbell a Reyes-Picknell, 2006, s. 271, Debnár, 2012).

Cílem TPM je nestagnovat na současné úrovni, ale dále zefektivňovat, či zlepšovat své pracoviště. Zavedení je sice časově a i finančně nákladné, leč prostředky, které byly na tuto činnost vynaloženy, se vrátí ve formě vyššího využití stroje, díky předcházení poruchám.

Z hlediska dosažení těchto cílů TPM je zapotřebí obsáhnout širokou problémovou oblast. Mašín rozděluje problematiku TPM na tzv. 6 bloků TPM, které pokrývají komplexní systém údržby:

- Měření a analýza ztrát strojů
- Samostatná (autonomní údržba)

- Profesní preventivní údržba
- Trénink pracovníků v oblasti údržby
- Aktivity na počátku životního cyklu
- Zlepšování udržitelnosti strojů a zařízení (Mašín, 2004, s. 90)

II. ANALYTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI



Obrázek 3 Nové Logo společnosti (Česká zbrojovka, 2009 -2013)

5.1 Základní údaje o společnosti

Název:	Česká zbrojovka a.s.
Sídlo:	Uherský Brod, Svatopluka Čecha 1283
IČO:	463 45 965
Právní forma:	Akciová společnost
Datum vzniku společnosti:	1. 5. 1992
Datum zápisu společnosti do OR:	27. 4.1992
Počet zaměstnanců:	okolo 1500
Základní kapitál:	687 494 000,- Kč
Dceřiné společnosti:	Zbrojovka Brno CZ-USA

Předmět podnikání:

slévárenství, modelářství; obráběčství; galvanizérství, smaltérství; opravy ostatních dopravních prostředků a pracovních strojů; nákup a prodej, půjčování, vývoj, výroba, opravy, úpravy, uschovávání, skladování, přeprava, znehodnocování a ničení bezpečnostního materiálu; výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona; zámečnictví, nástrojářství; vývoj, výroba, opravy, úpravy, přeprava, nákup, prodej, půjčování, uschovávání, znehodnocování a ničení zbraní a nákup, prodej, uschovávání a přeprava střeliva; provádění zahraničního obchodu s vojenským materiálem v rozsahu povolení Minis-

terstva průmyslu a obchodu České republiky vydaného podle zákona č 38/1994 Sb.; podnikání v oblasti nakládání s nebezpečnými odpady; provozování střelnic a výuka a výcvik ve střelbě se zbraní (Ministerstvo spravedlnosti ČR, 2013).



Obrázek 4 Areál společnosti Česká zbrojovka (Česká zbrojovka, 2009 – 2013a)

5.1.1 Současnost

Česká zbrojovka představuje jednoho z největších světových producentů ručních zbraní a svou produkcí vyváží do více než 100 zemí světa. Společnost je vybavena silným konstrukčním a technickým zázemím. Doplňující výrobní program se skládá z výroby dílů pro automobilový průmysl, přesných ozubených kol a leteckých komponent a jiné strojírenské kooperace. V roce 1997 získala společnost certifikát systému jakosti ISO 9001, je držitelem příslušných oprávnění Úřadu pro civilní letectví k výrobě a úpravám leteckých motorů. Oblast výroby pro automobilový průmysl uplatňuje systém řízení jakosti dle ČSN EN ISO 16 949.

Společnost má pevnou pozici na severoamerickém trhu, která byla dosažena také díky dceřině společnosti CZ – USA, sídlící v Kansas City, založené v roce 1997. Mezi významné zakázky patří přezbrojení řady ozbrojených složek různých zemí světa včetně Policie a Armády ČR.

Na základě výsledků tendrů podepsala společnost Česká zbrojovka a.s. a Ministerstvo obrany ČR dne 18. března 2010 smlouvu o nákupu zbrojních kompletů určených pro Armádu České republiky.

Společnost dodá české armádě v průběhu let 2010 – 2013 celkem 6 687 ks útočných pušek CZ 805 BREN A1 v ráži 5,56 x 45 mm a 1250 kusů útočných pušek CZ 805 BREN A2 v ráži 5,56 x 45 mm ve zkrácené verzi – karabina, včetně příslušenství. Součástí dodávky

jsou podvěsné granátometry CZ 805 G1 ráže 40 x 46 mm, zaměřovací systémy pro denní i noční použití a značkovače. Spolu se zbraněmi budou dodány soupravy náradí pro údržbu, soupravy náhradních dílů a munice. Celkový objem zakázky činí 1,1 miliardy korun včetně DPH (Česká zbrojovka, 2009 – 2013d).



Obrázek 5 Útočná puška CZ 805 BREN (Česká zbrojovka, 2009 – 2013c)

5.2 SWOT analýza firmy

Součástí představení firmy je i SWOT analýza firmy, přehled, který je označen indexy dle závažnosti, obsahuje následující tabulka:

SWOT analýza				
Vnitřní prostředí	Index	Silné stránky	Slabé stránky	index
	0,4	Šíře produktového portfolia	Průmyslové inženýrství	0,5
	0,2	Vlastní výzkum a vývoj	Rozvržení pracovišť	0,2
	0,2	Vše pro produkci na jednom místě	Plánování výroby	0,3
	0,2	Dceřiná společnost zajišťuje odbyt		
	1			1
Vnější prostředí	Index	Příležitosti	Hrozby	index
	0,3	Průnik na nové trhy	Ekonomická krize	0,4
	0,4	Zavedení vhodných metod PI	Platební morálka zákazníků	0,2
	0,3	Rozšíření nezbrojní produkce	Konkurence	0,2
			Nedostatek vhodných zaměstnanců	0,2
	1			1

Tabulka 3 SWOT analýza firmy (vlastní zpracování)

Silné stránky:

Šíře produktového portfolia: Za nejvýznamnější silnou stránku považují šíři produktového portfolia firmy, samozřejmostí je zbrojní produkce, která od sportovních, přes lovecké až po vojenskou speciální zbraň zahrnuje opravdu velkou část trhu se zbraněmi, ale firma své portfolio rozšiřuje i mimo tento trh. Dokonce má vyčleněno jedno oddělení s názvem Auto Aero, které se věnuje čistě této činnosti, mezi nejvýznamnější produkty nezbrojní produkce jsou tedy výrobky pro letecký a automobilový průmysl.

Vlastní výzkum a vývoj: Díky možnosti vlastního výzkumu nových zbraní není firma pouhou montáží, ale veškerý životní cyklus výrobků se odehrává na jednom místě. Díky tomu mohou konstruktéři komunikovat s technologií efektivně, případně ověřit návrhy přímo ve výrobě. Neopomenutelnou skutečností je i fakt, že díky vlastnímu vývoji v ČR, českými zaměstnanci, je menší pravděpodobnost přesunu firmy do jiných států s nižšími mzdami.

Vše pro produkci na jednom místě: Tento bod do velké míry souvisí s předchozím, ale výhodou výroby všech hlavních komponent na jednom místě je logistika, pokud je materiál pro výrobu včas na svém místě, záleží už jen na plánování výroby, aby se komponenty pro montáž potkali ve správném čase, firmě odpadá závislost na dopravní situaci, clenění atp. kvůli dodání dílů do zbraní.

Dceřiná společnost zajišťuje odbyt: Nemalou výhodou je i dceřiná společnost, která působí na americkém trhu, firma se nemusí zaměřovat na tento trh svým obchodním či marketingovým oddělením, ale vše obstará CZ-USA, výroba zůstává v ČR. Velkou výhodou je i vnímání firmy v USA, díky sídlu v zahraničí, budí dojem tamní firmy, což je díky známému americkému patriotismu jistě pozitivem.

Slabé stránky:

Průmyslové inženýrství: Za největší slabinu firmy považují průmyslové inženýrství, nikoliv z důvodu samotných průmyslových inženýrů, ale z přístupu firmy, jak průmyslové inženýrství vnímá a taky, že na 1500 zaměstnanců jsou ve firmě pouze 2. Spousta analýz a návrhů na zlepšení, či zavedení metod PI, je prováděno externími konzultačními firmami, které jsou dosti finančně nákladné a po zavedení zpravidla již nedohlíží na dodržování nových postupů. Toto by se ve firmě mělo změnit a posílit oddělení PI jak kompetencemi, tak i počtem průmyslových inženýrů.

Rozvržení pracovišť: Tento fakt vyplívá hlavně z toho, že firma má dlouhou historii a nové stroje a zavádění technologií se děje za chodu firmy, když se nad rozvržením pracoviště podílí průmyslové inženýrství, má dosti omezené možnosti, jelikož často se spíše hledá místo kam novou linku umístit, než aby se uvažovalo nevhodným tokem výrobku.

Plánování výroby: Tato slabá stránka má základ v přístupu plánování v minulosti. Pokud to zjednoduším, dříve se výroba považovala za něco, do čeho se nasypou příkazy a výroba se s tím nějak popere a počítalo se s tím, že pokud je potřeba vyrobit určitý počet zbraní, je zapotřebí rozplánovat o několik procent více, aby byl termín splněn. Stroje a lidé tedy byli přetěžováni. V současnosti intenzivně probíhá ve firmě projekt, který se plánování výroby věnuje a každým dnem se odstraňují nedostatky tak, aby bylo plánování reálné, data příjemek co nejpřesnější a vázané peníze na zásoby rozpracované výroby co nejnižší.

Příležitosti:

Zavedení vhodných metod PI: Za největší příležitost považuji vhodně zavedené metody PI, jelikož firma se v současnosti nepotýká s nedostatkem zakázek, spíše naopak nestíhá plnit požadavky zákazníků. Racionalizace toku výrobku, údržba a s ní související snížení prostojů má vyšší efekt, než objednávky nových strojů, nejen díky finanční, ale i časové úspoře, protože zavedení nové linky trvá i 8 měsíců, kdežto zefektivnění stávajícího může být okamžitě viditelné.

Rozšíření nezbrojní produkce: Tato firma již praktikuje a vyrábí vedle zbraní i součástky do automobilů a letadel, své případné volné kapacity strojů využívá na kooperace s jinými firmami. Vhodnou alternativou těchto kooperací by mohla být dceřiná společnost, která by tyto zakázky zaštiťovala a případně nedostatku poptávky po zbraních volné kapacity využila pro svou produkci.

Průnik na nové trhy: Tento bod opět souvisí s předchozím, firma může díky ziskům uvažovat o rozšíření své působnosti i na další trhy v dalších zemích a to nejen ve zbrojní produkci. Díky know-how a nedostatečným výrobním kapacitám v ČR může uvažovat i o stavbě další výroby tzv. na zelené louce, kde lze aplikovat nejnovější metody PI pro efektivnější výrobu.

Hrozby:

Ekonomická krize: Ačkoliv je toto téma již několik let stále omíláno ze všech stran a může se zdát, že je již krize překonána. Některé její dozvuky bude stále ve společnosti přetrvávat i několik let. U některé části produkce, zejména u té civilní na sportovní a volnočasové účely lze uvažovat o poklesu poptávky. Na druhou stranu může být i příležitostí při zadávání zakázek různých států, které v této souvislosti vyzbrojují své armády.

Platební morálka zákazníků: Z části souvisí s předchozí hrozbou, kdy se může stát, že danou zakázku z důvodu platební neschopnosti není zákazník schopen uhradit. Dalším případ může vzniknout u mezinárodního obchodu, kdy při zadávání zakázek v některých státech jsou domluveny pouze ústní tzv. gentlemanské dohody, které následně nejsou nijak vymahatelné, kvůli absenci smlouvy a firma díky tomu může mít vázány náklady na specifické zbraně, které nejsou schopny nikomu jinému prodat.

Konkurence: Samozřejmou hrozbou je i na zbrojním trhu konkurence, která firmu neustále nutí k vývoji nových zbraní a snižování nákladů, aby se vyhnula svému konci.

Nedostatek vhodných zaměstnanců: Nejen firma, ale v podstatě celý strojný průmysl se v ČR potýká s nedostatkem technicky zaměřených lidí. Což se projevuje hlavně ve výrobě, která nevyvíjí nové postupy, či výrobky tak rychle, jak by bylo na trhu zapotřebí. S tímto firma počítá a vedle své výroby má i své učiliště, které jí poskytuje vhodně vyučené zaměstnance. Vedle toho firma podporuje některé vysokoškoláky stipendii, kteří jsou pro firmu do budoucna bráni jako potencionální zaměstnanci.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MĚŘENÍ A SLEDOVÁNÍ EFEKTIVITY ZAŘÍZENÍ

Nyní ve společnosti měření a sledování efektivity zařízení probíhají. Vzhledem k tomu, že firma je rozdělena do různých výrobních úseků, kde každý má své vedení, které si OEE vykazuje za své stroje a metodika se u různých typů strojů liší, analýza se zaměří pouze na jedno z pracovišť.

Po seznámení s výrobními provozy a typem výroby započal výběr vhodného zařízení pro monitorování, na kterém by byla analýza a následně vytvořená metodika měření nejpřínosnější pro firmu, současně aplikovatelná i na co možná největší počet obdobných zařízení. Po zmapování různých strojů se jako nejvhodnější ukazuje kalící pec KOPP, která se nachází na oddělení metalurgie. Toto zařízení lze považovat za strategické a i za zařízení s malou možností náhrady, dalo by se i uvažovat, že kvůli stáří stroje v dnešní době již s nulovou možností náhrady a při jeho dlouhodobém výpadku by nejspíš bylo zapotřebí v organizaci uvést do chodu obdobnou, ale z části novou technologii kalení. Dalším důvodem je, že oddělení, na kterém se pec nachází, ze všech výrobních sekcí v současnosti dosahuje nejnižšího plánovaného plnění a to i přes to, že nynější měření efektivity vykazují vysoce nadprůměrná čísla. Ačkoli příčiny této nesrovnalosti mohou být různé, jedním z těchto důvodů je i potenciální rozpor dnešní metodiky sledování OEE, a proto se analýza zaměřuje na oddělení metalurgie, kde se kalící pec KOPP nachází.

Stroj je tedy identifikován jako úzké místo výrobního procesu. V zájmu zvýšení výstupu z procesu je žádoucí zvýšit průchodnost tohoto stroje, ačkoliv se podle současné metodiky zařízení jeví jako efektivně využívané, stanovením nové metodiky, která nebude založena na ručním sběru dat, ale na automatickém vyhodnocování z existující databáze, může být nalezena skrytá kapacita zařízení, ale i příčiny nedostatečné efektivity tohoto stroje. Při prvotní analýze na tomto pracovišti bylo zjištěno, že pracovníci nevyužívají svůj pracovní čas efektivně, neexistují standardy na pracovišti, co se týká seřizování, úklidu pracoviště, údržby stroje a dalších souvisejících činností, avšak pracovníci tyto činnosti provádějí. Zavedením automatizovaného každodenního sledování koeficientu OEE se otevírají další možnosti zlepšení efektivity stroje. Tato analýza odhaluje dílčí důvody možného neefektivního provozu stroje. Umožňuje zjistit, zda časy údržby nejsou příliš dlouhé, či do jaké míry se na prostojích podílí poruchovost stroje.

Kalící pec KOOP, která je úzkým místem sledovaného pracoviště, byla podrobena analýze OEE. Stroje na tomto pracovišti jsou měřeny od počátku 2. poloviny roku 2011, ačkoliv se hodnota koeficientu jeví značně vysoká, kolísá okolo hodnoty 95 %, celkové plnění plánované výroby je dosti nízké. Také současný ruční sběr dat se jeví jako časově nákladný, díky pořizování dat a následným prepisováním i s možností obsahu chyb. Z tohoto momentu v podstatě vycházel dlouhodobý plán řešení využití existující elektronické databáze a automatický sběr dat, který je schopen okamžitého vyhodnocení a vizualizace přímo na pracovišti.

V případě pece KOPP je využit disponibilní čas v délce celých 24 hodin/den, tedy 1440 minut. Data pro OEE jsou sbírána denně a pro názornost je uveden níže směnový výkaz práce a prostojů, který je tvořen přímo obsluhou a obsahuje veškeré vsázky a prostoje dané směny, konkrétní případ ze dne 18. 4. 2013, výkaz obsahuje i čas vsázky z předchozí směny, celkový čas vsázky, od kdy do kdy vsázka probíhala, obsazenost pece, tedy velikost dávky, kde 1 znamená 100% využití koše a také čas přípravy. Do tohoto výkazu se zapisují i časové prostoje, ať už preventivní údržba či poruchy.

Směnový výkaz práce a prostojů		pracoviště / stroje: KOPP		datum: 18.4.2013							
PLÁNOVANÉ PROSTOJE (min):		úkolé na konci směny		přelévky, paucy		výroba vsazků		prevent. údržba		parné, špatné	
VÝROBA		jméno / os. číslo: DRIOVSKÝ / 13834		výroba vsazků		NEPLÁNOVANÉ PROSTOJE (min):					
Druh operace	délka cyklu (min)	výroba	velikost dávky	neplánované prostoje	práci - FERD	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje
Číslo dílce (SAFED)	kusy (SAFED)	18:00 - 6:00	SAFED	neplánované prostoje	práci - FERD	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje
		6:00 - 18:00	SAFED	neplánované prostoje	práci - FERD	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje
		od	do	neplánované prostoje	práci - FERD	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje	neplánované prostoje
STABILIZACE	240 (D)	6:00	6:10	1							
KALENÍ	105	6:10	8:00	1		5					
KALENÍ	100	8:00	9:45	1		5					
KALENÍ	100	9:45	11:30	1		5					
KALENÍ	100	11:30	13:15	1		5					
KALENÍ		13:15		1		5					

Obrázek 6 Směnový výkaz práce a prostojů (vlastní zpracování)

6.1 Měření a sledování efektivity kalící pece KOPP

Ve společnosti existuje online databáze, ke které jsou stroje připojeny a veškeré výrobní operace, které jsou zde provedeny, jsou zaznamenány a archivovány, primárním důvodem této databáze je uchování dat, kvůli komponentům do letadel, jejichž výroba musí být de-

tailně zmapována, kvůli dohledání sebemenší chyby zapříčiňující potenciální havárii letadla. Ač je zařízení napojeno na systém, který zaznamenává průběh vsázek online, měření a sledování efektivity kalící pece nyní probíhá díky asistenci obsluhujících pracovníků zařízení, kteří průběh procesů zaznamenávají ručně do předpřipravených archů. Tyto data jsou následně zpracovány jiným pracovníkem, kterému slouží jako podklad pro ukazatele TEEP, OAE, OEE. Prvotní analýza se zabývá sledováním pro diplomovou práci stěžejního ukazatele, kterým je OEE.

6.1.1 Availability

Sledování či měření ukazatele využitelnosti stroje je prosté, pracovník obsluhy během své směny zaznamenává do archu každý začátek a konec vsázky, také počet minut, kdy probíhala výměna vsázek a pec čekala na nový příkaz. Plánovanou údržbu, která se koná v týdenních intervalech, zapisuje do speciálního sešitu, který je založen a veden čistě pro TPM. Ačkoliv se v podniku údržba nazývá TPM, nedá se úplně souhlasit, jelikož sice je plánována dle určitého rozpisu, ale čas není přesně dán, záleží na konci vsázky založené předchozí týden a důležitým faktem je, že pokud je na stroji zjištěn nedostatek a je jej možné odstranit, je to ihned provedeno. Čekáním na opravu vzniká neplánovaný prostoj, který je ale následně zahrnut do ukazatele jako plánovaný. Pracovník, který následně OEE zpracovává, jednoduše od celkového disponibilního času odečte čas vsázek a plánované údržby, výslednou hodnotu poté vydělí opět celkovým disponibilním časem a tímto získá ukazatel využití stroje.

Je nutno podotknout, že po mnou zmapovaných výměnách vsázek, byly porovnány konkrétní hodnoty a byl nalezen rozpor. Obsluha pece zpravidla časy nezaznamenává okamžitě, ale až následně ve chvíli, kdy pracovníci nejsou až tolik zaměstnáni prací a hodnoty mohou být tímto značně zkresleny.

6.1.2 Performance

Pozorování a měření výkonnosti stroje je u zařízení pracujících v dávkové výrobě specifické, jelikož stroj po spuštění programu kalení zpracovává vloženou dávku stejně dlouho, ať je naplněn z poloviny, či je využita maximální kapacita stroje, byť drobný rozdíl existuje a to při ohřevu vložených komponent, jelikož při kalení je zapotřebí, aby veškeré součástky

měli stejnou teplotu, což je logicky u méně zaplněného stroje dosaženo dříve, než u větší masy ohřívané hmoty.

U sledovaného zařízení tato obsluha zohledňuje a značí si do archu každou vsázku a její procentuální vyjádření vzhledem k maximu. Maximum není striktně stanoveno, jelikož se pochopitelně u různých kalených komponent liší a to kupříkladu kvůli objemu či váze součástek. Maximum se tedy v současnosti určuje podle obsazenosti kalícího koše, do kterého se komponenty vkládají a následně se celý koš obsahující komponenty vloží do kalící pece. Metodika určení využití kapacity stroje nemá pevně daná kritéria, obsluha stroje pouze dle svého uvážení a vlastních zkušeností zapíše procentuální obsazenost do archu. Tyto údaje jsou následně zpracovány pracovníkem, který vykazuje OEE u tohoto stroje a to konkrétně vynásobením doby chodu a procentním vyjádřením využití kapacity stroje, následuje přepočítání času výroby, díky kterému se již snadno určí ztráta nevyužitých kapacit pece.

6.1.3 Quality

Měření a sledování kvality u zařízení, kterým je kalící pec je dosti obtížné, je zapotřebí si definovat co se dá při tomto typu tepelného zpracování považovat za nekvalitu, jelikož při kalení, kvůli ohřevu na vysokou teplotu a následujícím nárazovým ochlazením dochází mnohdy k deformacím komponent. Následné operace jsou schopny tyto deformace bez problému odstranit a i technologický postup je zahrnuje, tudíž nejsou brány jako nestandardní či jako úkony, které je potřeba udělat navíc.

Po kalení jsou součástky kontrolovány na oddělení kontroly tvrdosti, kde jsou odchylky odhaleny. V současnosti se kvalita pro sledování ukazatele OEE monitoruje minimálně, pouze součástky, které po zakalení nedosahují dostatečné tvrdosti a jsou opět kaleny, se zapisují do sešitu a po té jsou časy vsázek nutné pro opětovné kalení vyjádřeny v nekvalitě.

6.2 Odhalené chyby současného monitorování OEE

Po prvotním monitoringu současné metodiky bylo zaznamenáno několik zásadních skutečností, které zkreslují ukazatel OEE, jejich řešení se bude práce zabývat v následující kapitole. Jedná se o následující:

Plnost košů - Procentuální obsazení kalících košů se měří pouze odhadem pracovníků, kteří jej zapisují do archů, nezaznamenávají se elektronicky, ale pouze v papírové formě.

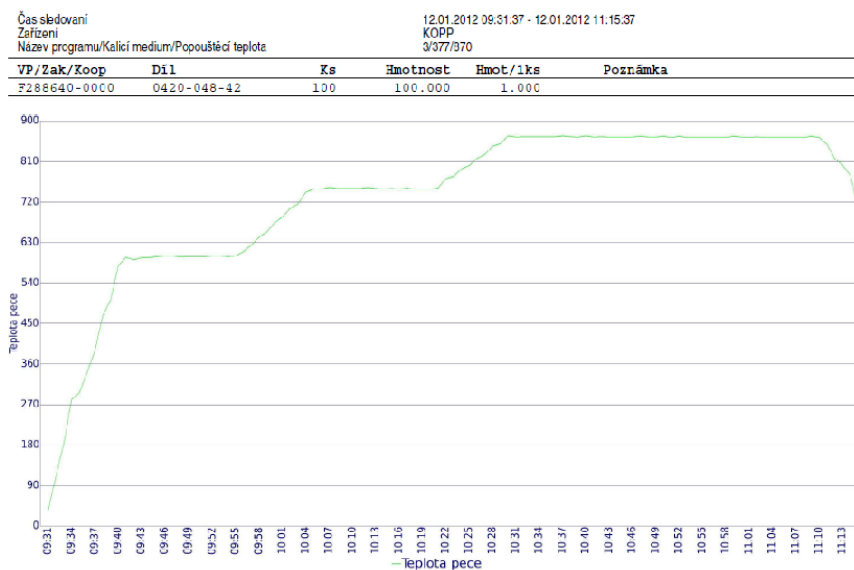
Časy vsázek - Po porovnání fyzicky zapsaných časů vsázek s elektronickým archivem bylo nalezeno spoustu nesrovnalostí, navíc elektronická databáze je přesnější, jelikož mapuje časové údaje s přesností na vteřiny.

TPM - Ačkoliv na pracovišti plánovaná údržba probíhá, jsou definovány úkony a interval je týdenní. Dojde-li k odhalení nedostatku, je ihned napraven, dochází tedy k prostojům, které jsou z části plánované (údržba) a z části neplánované (např. oprava, čekání na opraváře), Tento čas je následně celý vykázán jako plánovaný, což může uměle navýšit analyzovaný ukazatel.

III. PROJEKTOVÁ ČÁST

7 PRVOTNÍ NÁVRH SLEDOVÁNÍ A VYHODNOCOVÁNÍ OEE

Prvotní návrh se zabývá seznámením se zařízením a definováním ukazatelů, tak aby OEE odpovídalo skutečnosti, následný zjednodušující plně automatický způsob se bude zabývat kapitolou zavedení metodiky OEE. Sledováním a měřením OEE se práce zabývá u kalící pece, ale doporučený způsob lze aplikovat i na jiná zařízení a díky tomu vznikne jednotná, vzájemně porovnatelná, metodika měření u obdobných zařízení.



Graf 1 Průběh tepelného zpracování vsázky (Česká zbrojovka)

7.1 Kalící pec KOPP

Aby na danou problematiku mohla vzniknout správná metodika, případně byla vytvořena opatření pro zvýšení efektivity, je zapotřebí se s typem zařízení seznámit a pochopit alespoň částečně princip výrobních procesů, které zde probíhají.

Proces zušlechťování se skládá z kalení a popouštění. Kalení se provádí tak, že se ocel ohřeje nad určitou teplotu T , následuje výdrž na teplotě a rychlé chlazení. Tento proces zajišťuje větší tvrdost oceli. Opakem kalení, tedy výsledkem je měkkí ocel, je proces popouštění, tj. ohřev pod teplotu T , výdrž a ochlazení.

Tento princip je u všech součástek obdobný, ačkoliv se liší teploty a doby trvání jednotlivých teplotních kroků. S touto skutečností zařízení počítá a každý tip součástky má svůj přednastavený kalící program, který se automaticky řídí, obsluha nachystá vhodné součástky do kalícího koše, nastaví program a dále se vše děje automaticky.



Obrázek 7 Kalicí pec KOPP (vlastní zpracování)

Kalicí pec KOPP je ve firmě opravdovým unikátem, protože její výrobce již na trhu nepůsobí a v případě výpadku není firma schopna zajistit tyto úkony na jiných pecích, ani svých a ani nikde v Evropě. Technologické postupy jsou za spoustu let opravdu přesné a díky tomu v podstatě nedochází k nedostatečně zakaleným vsázkám.

Při úvaze o hledání náhrady jsem se ve firmě setkal s názory, že by se technologie musela značně upravit a nahrazení jinou kalicí pecí by se pohybovalo okolo částky 30 až 50 milionů korun, částka je pouze hrubým odhadem, protože obdobné zařízení se nevyrábí a muselo by být tedy zakázkově vyrobeno pro potřeby České zbrojovky.



Obrázek 8 Různé typy kalících košů (vlastní zpracování)

7.2 Prvotní analýza monitorování OEE

Podkapitola obsahuje výsledky a popisuje se současnou metodikou měření OEE, identifikuje chyby, které tento ukazatel ovlivňují a navrhuje jejich odstranění, díky tomu i zpřesnění ukazatele.

7.2.1 Availability

Při prvotní analýze bylo zjištěno, že ač je pec monitorována online a veškeré průběhy vsázek do pece lze dohledat v systému, pro sledování OEE je tvořen dokument, který ovšem obsahuje nepřesnosti, čímž ukazatel zkresluje.

Návrhem, který tyto nepřesnosti eliminuje, je využití online databáze, se kterou je zařízení propojeno a obsahuje veškeré průběhy vsázek, díky těmto datům se již snadno určí, kdy pec byla využita a kdy ne. A jelikož plánovaná údržba probíhá v přesných týdenních intervalech, lze ji v systému dohledat jako časovou mezeru, případně čas zkontrolovat i přímo na pracovišti, kde je každá údržba zaznamenána a tento časový údaj do ukazatele zahrnout.

Směnový výkaz práce a prostoje												pracovník / stroj:	datum:			
PLÁNOVANÉ PROSTOJE [min]:		oběd na hotel nedělní	přestávkové dny		výroba vsázka		převost. údržba		panná, školní							
VÝROBA				NEPLÁNOVANÉ PROSTOJE [min]:												
Druh operace	Číslo dílce (SAFED)	jméno / os. číslo:		výroba <input type="checkbox"/> 18:00 - 6:00 <input type="checkbox"/> 6:00 - 18:00	velikost dílky	velikost dílky	neplán. prostoje na výrobu	přev. - PERO	záměna výrobky příprava výroby	nepl. materiál	nepl. údržba	nepl. údržba příprava	výhled. oprav. odstranění vada	speciální údržba	speciální údržba	speciální údržba
		od	do													

Obrázek 9 Nynější směnový výkaz práce a prostoje (Česká zbrojovka)

7.2.2 Performance

Nyní se výkonost pece měří pouze pocitově ze zkušenosti operátora.

I v tomto případě je přesnější využít online databáze, která obsahuje veškeré opracované kusy v jednotlivých vsázkách. U každé komponenty je dohledatelné, za pomoci jednoduchého vyfiltrování a seřídění, historické maximum počtu kusů a to posléze porovnat se současnou vsázkou. Vzniklé procentuální vyjádření se přiřadí k době trvání vsázky, pro

dané období se poměrové časy a obsazenost košů sumarizují a vyjadřují celkovou obsazenost koše za sledované období. Tento ukazatel je oproti současnosti přesnější. Díky online generování se i neustále aktualizuje a při každé teoretické změně maxima vsázky daný ukazatel přepočítá.

7.2.3 Quality

Jak již bylo zmíněno, při prvotní analýze bylo zjištěno, že v současnosti se vykazuje téměř 100% kvalita výrobků. Tento ukazatel vychází z podstaty technologie kalení, jelikož ke změnám opracovaného materiálu dochází a nedají se považovat za nekvalitu. Pokud dojde po skokovém zchlazení ke zkroucení součástky, následuje operace narovnání. Při vyšší tvrdosti oceli následuje operace popouštění, tyto skutečnosti nelze považovat za nekvalitu, ale pokud po kalení ocel nemá dostatečnou tvrdost, musí se proces kalení opakovat a tuto skutečnost již lze za nekvalitu považovat a měla by se v ukazateli OEE dozajista promítnout.

Částečná překážka nastává v rozlišení vsázek, které jsou kaleny poprvé a vsázek, které jsou opětovně kaleny. V online databázi nelze rozpoznat, zda je vsázka v peci prvně, či nikoliv. Řešení bylo nalezeno záhy, když jsem průběh znovu kalených vsázek dohledával. Jelikož tuto nekvalitu odhaluje oddělení kontroly tvrdosti, po rozhovoru s vedoucí jsme díky technologickému omezení, a to konkrétně, že vsázka může být znova kalena maximálně dvakrát, odhalili, že tato skutečnost se zapisuje na průvodku, která vsázku doprovází. Tudíž nebylo zapotřebí zavést kvůli monitoringu OEE další úkon obsluhy, ale lze využít průvodky k dohledání nekvality.

8 NÁVRHY PRO ZVÝŠENÍ EFEKTIVITY ZAŘÍZENÍ

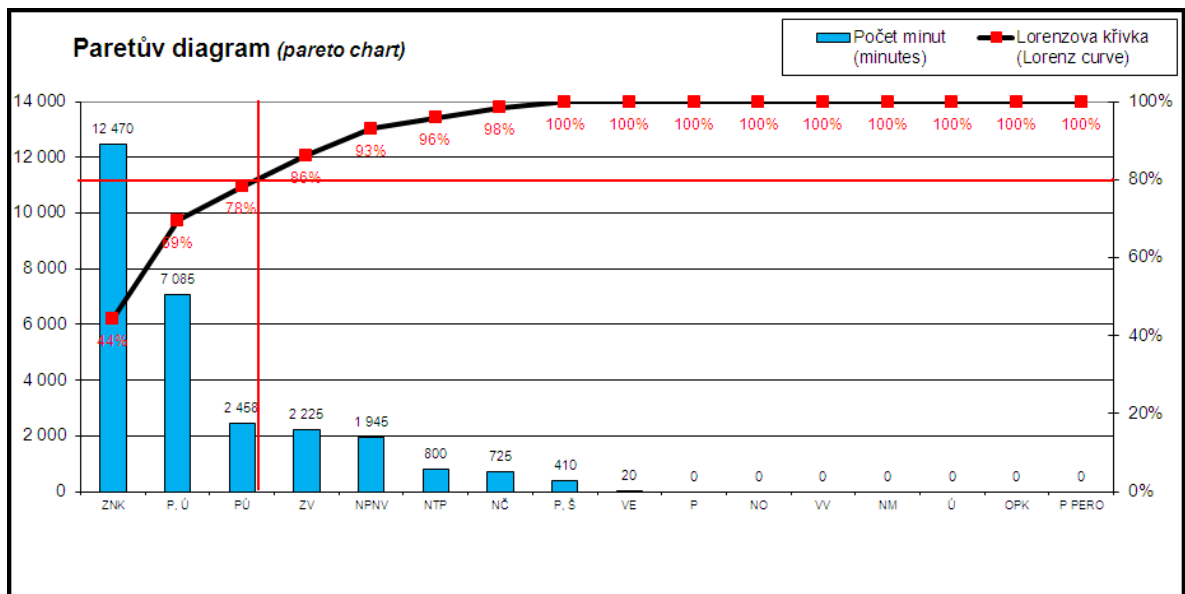
8.1 Paretova analýza

Po prvotní analýze, kterou se zabývá předchozí kapitola, již vyplívá, které skutečnosti efektivitu nejvíce ovlivňují (obsazenost košů, rozpory v časech vsázek, TPM). Aby bylo možné určit i jejich významnost, případně si potvrdit jejich relevantnost, následuje jednoduchá, přesto velice efektivní Paretova analýza.

Analýza se zabývá veškerými možnými, firmou evidovanými, prostoji kalící pece v období od 1.7. - 31. 12. 2012. Jelikož je pracoviště evidováno jako úzké místo, již v současnosti se dbá, aby nedocházelo ke zbytečným prostojům, např. z důvodu přestávky či nedostatku materiálu, navíc díky dlouhým časovým cyklům je možné spoustu činnosti provádět v tzv. překrytém čase, kdy stroj nevyžaduje obsluhu operátora. Zjištěné výsledky jsou uvedeny v následující tabulce. Prostoje jsou za období sečteny a vyjádřeny v minutách, následně převedeny na procenta a postupně kumulativně sečteny pro vyjádření Lorenzovy křivky.

Druh prostoje (<i>type of downtime</i>)	Počet minut (minutes)	Relativní počet (relative number)	Lorenzova křivka (Lorenz curve)
Ztráta nevyužitých kapacit	12 470	44,32%	44,32%
Porucha, oprava	7 085	25,18%	69,50%
Preventivní údržba	2 458	8,74%	78,23%
Změna výroby	2 225	7,91%	86,14%
Není požadavek na výrobu	1 945	6,91%	93,05%
Není technologická příprava	800	2,84%	95,90%
Neplánované čištění	725	2,58%	98,47%
Porada, školení	410	1,46%	99,93%
Výpadek energie	20	0,07%	100,00%
Přestávky	0	0,00%	100,00%
Není obsluha	0	0,00%	100,00%
Výroba vzorků	0	0,00%	100,00%
Není materiál	0	0,00%	100,00%
Úklid	0	0,00%	100,00%
Oprava parametrů dle kontroly	0	0,00%	100,00%
Praní PERO	0	0,00%	100,00%
Celkem za období (total for period)	28 138	100%	100%

Tabulka 4 Paretova analýza (vlastní zpracování)



Graf 2 Paretův diagram (vlastní zpracování)

8.1.1 Prezentace výsledků analýzy

Z výše uvedeného Paretova diagramu je zřejmé, že mezi nejzásadnější skutečnosti, které podle svého času trvání ovlivňují celkovou efektivitu, jsou ztráty nevyužitých kapacit, poruchy, s ní spojená oprava a preventivní údržba. Dalo by se zde namítnout, že plánovaná preventivní údržba není zahrnuta v OEE, což je zajisté pravda, ale celkový využitelný čas ovlivňuje a uvažujeme-li o výběru vhodné metodiky, nepřemýšlíme pouze nad OEE, ale bereme v potaz i jiné ukazatele, které by mohly být pro tuto výrobu vhodnější.

8.2 Konkrétní návrhy na zvýšení efektivity

Při porovnání výsledků 2 předchozích analýz lze říci, že největším problémem je nedostatečné využití kapacit stoje, které se dokonce objevuje v obou analýzách. A druhou důležitou oblastí je oprava, s ní související údržba ať plánovaná či neplánovaná.

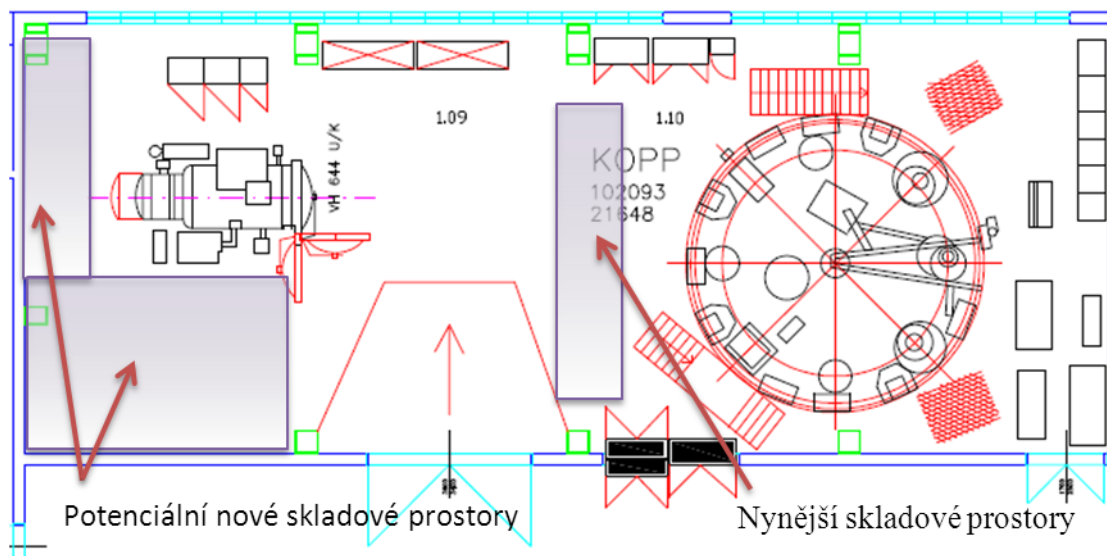
8.2.1 Vyšší využití kapacit - aplikace DBR

Možným řešením pro zvýšení využití kapacity pece je zavedení tzv. bufferu na pracovišti, který by měl za úkol shromažďovat před tímto úzkým místem polotovary v časovém předstihu tak, aby pec nemusela nejen na součástky čekat, ale hlavně, aby se zaplnila kapacita kalících košů a to buď kombinací obdobných součástek, které mají stejný technologický

postup, nebo slučováním výrobních dávek stejných polotovarů. Díky vytvoření tohoto bufferu bude také umožněno s předstihem naplánovat skladbu jednotlivých vsázek tak, aby vsázky s podobnou kalící teplotou byly řazeny v časovém plánu k sobě, a díky tomu nebude docházet ke zbytečným nákladům na dodatečné chlazení či ohřev pece.

Nevýhodou tohoto řešení je ovšem zvýšená rozpracovanost výroby a zásoby polotovarů, s ní související vázanost finančních zdrojů ve výrobě, s kterou se již v současnosti Česká Zbrojovka značně potýká. Ale přínosem je vyšší využití úzkého místa, s čímž hlavně souvisí levnější výroba, jelikož při větším využití kapacity stroje se náklady rozpočítají mezi více dílů.

Za potenciální nevýhodou by mohly být považovány skladovací prostory, ale při pohledu na níže uvedený layout, je jasné, že v místnosti, kde se pec nachází je dostatek volných ploch pro případné skladování komponent.



Obrázek 10 Možnost skladovacích prostor (Česká zbrojovka)

Vytvoření bufferu vznikne ve spolupráci s oddělením plánování výroby, které plánuje pomocí programu Siteline veškerou výrobu České zbrojovky. Program díky kusovníku a technologickým postupům výroby rozplánuje dle požadavku zákazníka nejen počet kusů, ale i termín dodání. Buffer vznikne jednoduše, program přímo umožňuje jeho tvorbu před daným pracovištěm. Co se týče jeho velikosti, ta je stanovena v časových jednotkách, po rozhovoru s pracovníkem metalurgie, který má v současnosti plán výroby na starosti a také se věnuje skladbě jednotlivých vsázek, je doba, potřebná pro bezproblémové využití kapacity košů a vhodné velikosti vsázek, stanovena na 5 dní.

8.2.1.1 Řízení bufferu

Po zařazení bufferu do plánování výroby je zapotřebí i postup, který ukazuje, jak buffer řídit tak, aby byl efektivní. Efektivitou je v tomto případě myšleno schopnost vhodnějšího využití kalící pece, což znamená, že díky funkčnímu bufferu bude možné spojovat více vsázek dohromady.

Návrhem je veškeré příchozí součástky monitorovat a zapisovat označení průvodky na magnetické kartičky, které budou každý den aktualizovány podle doby, kterou na pracovišti čekají (1. – 5. den), dalším vizuálním zjednodušením je i rozdělit součástky do skupin, které jsou kaleny stejným způsobem a je možnost je sloučit do jedné vsázky, což v praxi znamená, každý program kalení má svou barvu, ve které je vyhotovena kartička.

Prioritou tohoto systému je tedy dosáhnout větší obsazenosti košů, vedle toho monitoruje, jak dlouho již daná součástka čeká na pracovišti a monitoruje i vsázky, které z důvodu časové vytíženosti pece nebylo možno kalit včas. Což znamená, že každá vsázka by měla být nejpozději 5. den kalena, pouze z důvodu více vsázek, které jsou zpožděné, může být zpožděna také.

Pro vysvětlení principu řízení následuje značně zjednodušený příklad. Magnetická tabule zobrazuje stav bufferu k určitému dni. V tento den na pracoviště dorazila dávka komponent typu A, B, C, je tedy zobrazena v prvním dni. Jiná dávka výrobků A a D je zde již 2. den a tak byla pracovníkem přesunuta na další pole, obdobné je to i s dvěma dávkami výrobků, které je možno kalit v peci pod stejným programem dohromady (B). Dávka C je zpožděna. Pro zjednodušení příkladu je kapacita pece 2 programy kalení za jeden den.

1. den	2. den	3. den	4. den	5. den	Zpožděno
A	A		B		C
B	D		B		
C					

Obrázek 11 Vizualizace řízení bufferu den 1 (vlastní zpracování)

Podle takto řízeného bufferu bude skladba kalení v tento den nejdříve zakalena zpožděná vsázka typu C, spolu s nově příchozí stejného typu a nezáleží na kapacitě využití koše, prioritou je co nejdříve zakalit zpožděné součástky. Druhá vsázka bude obsahovat všechny součástky typu B a další den bude tabule před přijetím nových součástek vypadat následovně:

1. den	2. den	3. den	4. den	5. den	Zpožděno
	A	A			
		D			

Obrázek 12 Vizualizace řízení bufferu den 2 (vlastní zpracování)

Veškeré vsázky, které byly kaleny, jsou z tabule odstraněny a součástky, které čekají na vsázku do pece, byly posunuty na následující den.

8.2.2 Zhodnocení a návrh na zlepšení TPM

Na pracovišti jsou přehledně zobrazeny a popsány činnosti úklidu dle jednotlivých směn. Avšak co se týče údržby, vhodné by bylo umístit zde „skříň TPM“, kde by pracovníci našli veškeré potřebné pomůcky, jelikož v současnosti se stává, že ačkoliv již údržba probíhá, musí si pracovník odcházet pro pomůcky, což je zbytečné plýtvání časem. Na druhou stranu reálné plnění jednotlivých kroků samostatné údržby zaleží jen na motivaci konkrétních pracovníků a jejich pracovním vytížení. Největším kamenem úrazu v samostatné údržbě je malá motivace pracovníků provádět činnost pokud možno v co nejkratším čase. Současný monitoring provedení je pouze podpisem do sešitu, vhodné by bylo přidat i dobu trvání a tu kontrolovat, alespoň u té údržby, kvůli které je stroj odstaven.

Obrázek 13 Harmonogram samostatné údržby (Česká zbrojovka)

Jelikož neexistuje žádný standard, či časový úsek, za jak dlouhou dobu má být údržba provedena, její délka se liší podle jednotlivých pracovníků. Nedostatkem, z této skutečnosti vyplivajícím, je, že nelze rozlišit plánovanou údržbu od neplánované údržby, či opravy, jelikož pokud nyní pracovník objeví při údržbě nedostatek, ihned se snaží o jeho nápravu, celkový čas údržby se tímto prodlouží a je celý do ukazatele OEE vykazován jako čas plánovaný, přičemž to není pravda.

Řešení této nesrovnalosti je následující, u údržby se stanoví standardní časy pro úkony a tyto budou brány jako plánovaný prostoj ostatní prostoje, byť jsou prováděny v době údržby a vyplivají z ní, se již budou monitorovat jako neplánované, díky tomuto se ukazatel zpřesní.

Činnosti, které nelze provádět v překrytém čase jsou rozděleny podle frekvence provádění a uvedeny v následujícím přehledu. Délka činností je u týdenních určena podle několika

náměrů, které byly zprůměrovány, u ostatních činnosti jsou časy uvedeny odhadem, k jejich zpřesnění by došlo až po zavedení nové metodiky měření prodlev a díky získání více náměrů.

týdenní údržba	minuty	měsíční údržba	minuty	čtvrtletní	minuty
kontrola a výměna těsnění	15	kontrola klapek a izolace klapek	10	kontrola pneu. válců	5
kontrola a čištění víka	3	kontrola stavu a napnutí klín. řemenů	5	kontrola rozvodu vzduchu	5
vysátí komory	10			celkem	10
kontrola stavu topných tyčí	3	kontrola stavu a vyčištění ventilátorů	10	polopetní	minuty
kontrola topení solné lázně	5			kontrola stavu pneumatiky zařízení	20
kontrola mazání oleje	3	kontrola koncových spínačů	5	roční	minuty
celkem	39	celkem	30	kontrola a vyčištění el. rozvaděče	30

Tabulka 5 Délka trvání preventivní údržby (vlastní zpracování)

8.2.3 Návrh na snížení prostojů kvůli poruchám

V současnosti, odhalí-li pracovník poruchu, je-li mechanického rázu, kontaktuje údržbáře, na elektronickou poruchu volá elektrikáře.

Nenákladným a vysoce efektivním návrhem pro zefektivnění oprav je zavedení evidence poruch. Ta by obsahovala podrobný popis dosud zjištěných typů poruch a jejich následné řešení. Neznamená to tedy, že by se jako v současnosti zapisovala každá porucha, ale pouze každý typ poruchy jednou a díky vytvoření databáze možných poruch se v budoucnu urychlí odhalení vhodného řešení, budou kontaktováni přímo kompetentní lidé a v případě drobné poruchy si i obsluha bude moci, za pomoci vzniklého návodu, závadu opravit sama.

Ukázka možné formy nově vzniklé evidence či knihy poruch je na následujícím obrázku:

Evidence poruch			
Datum:			
Popis poruchy:			
Následné řešení:			
Kontaktní osoba:		Telefon:	
Vypracoval:		Podpis:	

Obrázek 14 Návrh evidence oprav (vlastní zpracování)

9 ZAVEDENÍ NOVÉ METODIKY MĚŘENÍ EFEKTIVITY ZAŘÍZENÍ VE FIRMĚ

Nová metodika přinese díky výběru vhodného ukazatele relevantnější údaje, ale také i zjednodušení sběru dat.

9.1 Tvorba automatické metodiky

Podle zjištěných nedostatků či rezerv z předchozích analýz byla vytvořena nová metodika, která bude díky svému online charakteru dostupná kdykoliv a budou si ji moct pracovníci vygenerovat kdykoliv, za jakékoliv období, které databáze obsahuje. Další výhodou je i to, že se bude neustále aktualizovat i zpětně bude schopna výsledné hodnoty přepočítat a zajistí tím ukazateli větší přesnost.

Veškerá potřebná data budou čerpána z již zavedené databáze, která avšak doposud nebyla využívána za účelem měření efektivity. Vzniklá metodika je upravena tak, aby vyhovovala charakteru výroby a současně dosahovala vysoké přesnosti.

Vsázka	Vslid	Stav	DobaVs	Start	Stop	Program	Medium	Teplota	VsázkaKg	KčCelkem	MaxKg	PolVs	Záznamů	MěrParam	DatumPřen
20121201A03	22876	FF	01:44:00	12.01.2012 09:31:37	12.01.2012 11:15:37	3	377	870	100.00	1746.68	150.00	1	105	4	12.01.2012 18:30:11
20121201A04	22878	FF	01:45:00	12.01.2012 11:16:37	12.01.2012 13:01:37	3	375	870	29.96	1763.47	150.00	1	106	4	12.01.2012 18:30:12
20121201A05	22881	FF	03:43:00	12.01.2012 13:02:37	12.01.2012 16:45:37	12	N	1000	45.00	3745.28	150.00	2	224	4	12.01.2012 18:30:15
20121201A06	22883	FF	01:57:00	12.01.2012 16:46:37	12.01.2012 18:43:37	4	385	900	50.91	1965.01	150.00	2	118	4	13.01.2012 06:30:06
20121201A07	22885	FF	04:22:00	12.01.2012 18:44:37	12.01.2012 23:06:37	8	N	575	185.00	4400.29	150.00	1	263	4	13.01.2012 06:30:08
20121201A08	22887	FF	03:51:00	12.01.2012 23:07:37	13.01.2012 02:58:37	8	N	575	41.05	3879.64	150.00	4	232	4	13.01.2012 06:30:11
20121201B01	22875	FF	05:26:00	12.01.2012 07:05:37	12.01.2012 12:31:37	23	N	575	93.60	5854.36	150.00	2	327	3	12.01.2012 18:30:11
20121201B02	22880	FF	04:50:00	12.01.2012 12:32:37	12.01.2012 17:22:37	16	N	1070	33.00	5207.86	150.00	2	291	3	12.01.2012 18:30:14
20121201B03	22884	FF	05:53:00	12.01.2012 17:24:37	12.01.2012 23:17:37	23	N	575	104.10	6339.23	150.00	3	354	3	13.01.2012 06:30:07
20121201B04	22888	FF	05:10:00	12.01.2012 23:18:37	13.01.2012 04:28:37	23	N	575	79.20	5567.03	150.00	3	311	3	13.01.2012 06:30:12
20121201C01	22877	FF	01:55:00	12.01.2012 09:38:37	12.01.2012 11:33:37	12	80	840	19.67	1900.24	250.00	6	116	3	12.01.2012 18:30:12
20121201C02	22879	FF	04:32:00	12.01.2012 11:34:37	12.01.2012 16:06:37	51	VEZ	880	120.00	4494.48	250.00	1	273	3	12.01.2012 18:30:13
20121201C03	22882	FF	02:37:00	12.01.2012 16:07:37	12.01.2012 18:44:37	24	80	840	96.62	2594.24	250.00	7	158	3	13.01.2012 06:30:05
20121201C04	22886	FF	12:46:00	12.01.2012 18:45:37	13.01.2012 07:31:37	43	80	920	148.00	12657.25	250.00	1	767	3	13.01.2012 18:30:05
20121202A01	23329	FF	04:07:00	12.02.2012 04:01:59	12.02.2012 08:08:59	8	n2	575	50.00	4148.36	150.00	1	248	4	12.02.2012 18:30:09
20121202A02	23332	FF	04:12:00	12.02.2012 08:09:59	12.02.2012 12:21:59	8	N	575	50.00	4232.34	150.00	1	253	4	12.02.2012 18:30:11
20121202A03	23335	FF	04:22:00	12.02.2012 12:22:59	12.02.2012 16:44:59	8	N	575	30.00	4400.29	150.00	1	263	4	12.02.2012 18:30:14
20121202A04	23337	FF	03:59:00	12.02.2012 16:46:59	12.02.2012 20:45:59	8	N	575	104.00	4014.00	150.00	1	240	4	13.02.2012 06:30:09
20121202A05	23340	FF	04:05:00	12.02.2012 20:47:59	13.02.2012 00:52:59	8	N2	575	72.80	4114.77	150.00	1	246	4	13.02.2012 06:30:13

Obrázek 15 Ukázka systému obsahujícího data vsázek (Česká zbrojovka)

9.1.1 Availability

Výpočet ukazatele Availability:
$$\frac{\text{suma času veškerých vsázek}}{\text{celkový teoretický čas}}$$

Pro výpočet tohoto dílčího ukazatele budou z databáze vybrána u jednotlivých vsázek pole s názvem „Doba tepelného zpracování“, za určitý časový usek. Následně veškeré časy dávek z daného období budou sečteny a následně vyděleny celkovým teoretickým časem. Díky tomuto postupu získáme procentuální vyjádření využití stroje.

9.1.2 Performance - výkon pece

Výpočet ukazatele Performance:

$$\frac{\text{suma měřeného období (počet kusů ve vsázce/maximium počtu ks)}}{\text{počet vsázek měřeného období}}$$

Jak již bylo uvedeno dříve, nová metodika bude využívat možnosti, že u každého komponenty je dohledatelné její historické maximum. To se porovná s velikostí měřené vsázky. Poměrové vyjádření se za sledované období sečtou a vydělí se počtem uskutečněných vsázek měřené doby.

Pokud dávka obsahuje více typů výrobků, systém ji rozdělí na 2, ale jsou evidovány pod stejným číslem. V tomto případě se procentuální vyjádření poměrově sečtou, díky tomu se odstraní potenciální zkreslení, které by se v systému tvářilo jako 2 kapacitně plně nevyužité dávky.

Jelikož navrhovaná metodika bere jako maximum vsázky historicky nejvyšší počet kusů obsažených ve vsázce, teoreticky by mohlo dojít, že některá ze součástí nebyla nikdy kalena samostatně a tak by se mohlo stát, že v extrémním případě by kapacita vsázky po součtu komponent jevila naplněna z 200 %.

V tomto případě se využije váha celé vsázky, jelikož lze v systému dohledat i váha součástky, maximum vznikne vydělením váhy největší vsázky vahou jedné součástky a díky tomu se získá teoretické maximum, s kterým se již postupuje jako u předchozích dávek.

Při praktickém ověřování tohoto postupu bylo zjištěno, že takovýto postup je částečně poddimenzovaný a ve srovnání s maximální reálnou historickou kapacitou, je vypočtená kapacita často okolo 5 až 10 % nižší. Ačkoliv toto parametr mírně ovlivňuje, považují navrhovaný styl výpočtu za vhodný pro tuto metodiku.

9.1.3 Quality - kvalita produkce

Výpočet ukazatele Quality:

$$\frac{\text{suma času vsázek označených jako překalované}}{\text{doba trvání všech vsázek}}$$

Díky mnohaletým zkušenostem a vhodné technologii u dané pece k přílišné nekvalitě nedochází, ale pro správnost metodiky a následnou možnost aplikace na jiná zařízení se znovu kalené vsázky označují na průvodce, toto je zapotřebí zahrnout i do online systému a to tak, že pracovník při vsázce poznačí do poznámek velké K, pomocí SQL dotazu se tyto vsázky vyberou a jejich časy se následně sečou, po té vydělí celkovou dobou vsázek za dané období a tím se získá i poslední dílčí ukazatel, tedy kvality.

Detail vsázky 20121201A03							
Číslo vsázky	20121201A03						
Id vsázky pece	22876						
Doba tepelného zpracování	01:44:00						
Začátek tepelného zpracování	12.01.2012 09:31:37						
Konec tepelného zpracování	12.01.2012 11:15:37						
Program tepelného zpracování	3						
Medium	377						
Teplota	870						
Počet záznamů o teplotách	105						
Cena/Hod [Kč]	1007.70						
Cena vsázky celkem [Kč]	1746.68						
Max vsázka [kg]	150.00						
Hmotnost vsázky celkem [kg]	100.00						
Datum přenesení údajů	12.01.2012 18:30:11						
Status vsázky	FF						
Zařízení	KOPP						
Měřené parametry							
p1	Teplota pece						
p2	Teplota soli						
p3	Vakuum pece						
p4	Vakuum zvon						
Položky vsázky							
Pořadí	Položka	Průvodka	Kusy	Hmotnost	Cena	HmotMJ	Poznámka
1	0420-048-42	F288640-0000	100.000	100.000	1746.680	1.000	

Datová pole pro výpočet Availability (využití stroje)

Datové pole pro finanční zhodnocení

Datové pole pro výpočet Performance (výkon stroje)

Datové pole pro výpočet kvality

Obrázek 16 Zdroje dat pro ukazatel efektivity (Česká zbrojovka)

9.2 Monitoring prostojů

Vedle navrhované knihy evidence, která po obsazení všech typů poruch bude spíše návodem, jak dané situace řešit, doporučuji zavést i automatickou evidenci poruch, která by nahradila dosavadní manuální sběr a to pomocí zařízení, které již ve firmě fungují, ale nacházejí se v jiných dílnách, avšak tento postup aplikovatelný bezpochyby je a díky již existující softwarové podpoře je jeho zavedení nejen finančně méně nákladné, ale i zaškolení pracovníků lze provést interně ve firmě. Ačkoliv monitoring neplánovaných prostojů není zahrnut v OEE, je obrovským přínosem pro společnost, když má prostoje rozčleněny a ví, proč stroj nebyl v provozu a díky tomu lze časově nejdéle trvající a nejzávažnější poruchy snadno kvantifikovat a pracovat na jejich odstranění.

Řešením je čtečka čárových kódů, která je propojena s monitorovaným zařízením, jež veškeré informace ukládá ve sdílené databázi a se k nim dostat v reálném čase. Princip monitoringu je jednoduchý, při prostoji pracovník definuje typ poruchy a díky kartě možných prostojů, kterou lze vidět níže na obrázku vlevo na stroji, ji pomocí čtečky (vpravo nahoře) čárových kódů zadá do systému. Ten obsahuje i informaci délky trvání a i přesného určení doby od kdy do kdy porucha probíhala.



Obrázek 17 Zařízení využívající monitoring prostojů (vlastní zpracování)

9.3 Přínosy automatického sběru dat a výpočtu OEE

Zavedení automatického sběru dat a systému pro zefektivnění výroby pomocí přesných výpočtů OEE stojí určité úsilí a finanční prostředky. Ale v porovnání s dosavadní metodikou ručního sběru a vyhodnocování, jehož přínosy jsou spíše monitorující a na zefektivnění vlastní výroby je lze velice těžko kvantifikovat, je cena nové metodiky malá a její návratnost je krátká a průkazná kvantifikovatelným zvýšením efektivity výroby.

Zvýšení efektivity výroby

Společnosti, které aplikovaly automatické sledování skutečného OEE a příčin nízké výkonnosti, dosáhly zvýšení efektivity o několik procent. Ilustrativním příkladem může být nově vzniklý buffer, který napomáhá větší obsazenosti pece, také snížení nákladů, jelikož pec spotřebuje stejné množství a energie při jakékoliv velikosti dávky.

Snížení nákladů na sběr dat o prostojích

Automatický sběr a vyhodnocení dat ulehčuje práci operátorům ve výrobě a zajišťuje, že se na nic nezapomene. Vznik prostoje, jeho jsou automaticky rozpoznány, za pomoci obsluhy je evidován typ, případně příčina. Údaje o prostoji (začátek, konec, délka, typ) jsou získány a zaznamenán a jsou okamžitě dostupné všem zainteresovaným pracovníkům ve firmě.

Sledování efektivity v reálném čase

Pokud jsou k dispozici potřebná data, je možné v reálném čase vidět okamžité využití, výkon a kvalitu práce konkrétního stroje a také automaticky provádět výpočet OEE. V reálném čase lze vidět i efektivitu práce pro aktuální směnu, případně finanční vyjádření, o kolik peněz firma kvůli prostojům přišla.

Přesné určení skutečné příčiny prostojů

Ve výrobním prostředí je někdy obtížné přesně nalézt příčiny prostojů. Díky monitoringu v reálném čase umožňuje zaznamenat příčiny různého typu, které mohou vzniknout i s nevelkým časovým odstupem a v různých výrobních technologiích oblasti výroby, čímž jsou umožněny přesné analýzy jednotlivých dějů a jejich souvislostí.

Odhalení skryté kapacity výroby

Přidání nového výrobního zařízení je značně nákladné. Méně nákladnou cestou je optimalizace nynějších výrobních procesů a využití zdánlivě skryté a nedostupné výrobní kapacity

zařízení tak, že se sníží prostoje, problémy s údržbou a s pohybem výrobků v rámci výrobního procesu.

Optimalizace intervalů údržby

Informace o skutečném chodu výrobních zařízení mohou být použity ke stanovení spolehlivosti a skutečné doby provozu každého kusu sledovaného výrobního zařízení. Tím se umožní zpřesnit intervaly údržby podle skutečné potřeby a neprovádět ji mechanicky jen na základě předem stanovených periodických časových intervalů.

Důkazy pro jednání s dodavateli výrobních zařízení a surovin

Pokud prostoje vznikají vinou poruchovosti výrobního zařízení nebo špatnými surovinami, mohou záznamy v databázi sloužit i jako důkazní materiál pro reklamaci u dodavatelů nespolehlivého výrobního zařízení nebo materiálů kvůli nevyhovujícím specifikacím.

9.4 Porovnání ukazatele efektivity:

Níže uvedené tabulky zobrazují porovnání vykázané hodnoty OEE za listopad 2012 dle současné metodiky a dle nově navrhované, jejíž stanovení mělo být hlavním přínosem této diplomové práce pro firmu.

OEE stávající metodika		OEE nová metodika	
OEE	95,14%	OEE	69,92%
Availability	96,00%	Availability	94,88%
Performance	99,10%	Performance	73,69%
Quality	100,00%	Quality	100,00%

Tabulka 6 Porovnání ukazatele OEE stávající a navrhované metodiky (vlastní zpracování)

Z porovnání je zřejmé, že při použití přesnějších dat z automatického systému, se již zařízení nejeví jako využívané na své kapacitní hranici, ale lze nalézt i skryté rezervy a to především ve složce Performance, konkrétně tedy ve velikosti dávek, nová metodika, která je založena na historických maximech dané položky v peci, ukazuje, že při funkčním bufferu před pracovním místem je pec celkově schopna pojmout o 26% více výrobků.

9.5 Aplikace na obdobná zařízení ve firmě

Na oddělení metalurgie se nacházejí další dvě kalící pece, které jsou v současnosti monitorovány stejně jako pec KOPP, díky tomuto faktu lze aplikovat navrhovanou metodiku i na tyto pece, samozřejmě je zapotřebí brát v potaz specifika daných pecí, jako je jiná kapacita a s ní související maxima počtu kusů, dále jiná délka preventivní údržby a rozdílná potřeba zásoby kusů před pracovištěm, ale podstata metodiky zůstává zcela nezmě.

Díky online monitoringu veškerých kalících pecí na oddělení by také bylo možné reagovat na případné prostoje z důvodu nedodaných součástek ke kalení a v některých případech, kdy to technologie dovoluje, by mohli být součástky dodány z bufferu pece, která má větší frontu práce na nevyužitou pec a kalení by proběhlo na jiném pracovišti.

Vedle nové metodiky OEE lze na ostatní zařízení aplikovat i nová metodika monitoringu prostojů pomocí čárových kódů.

Jedna z pecí je navíc v tzv. dvoustrojové obsluze společně z pecí KOPP, což znamená, že operátor pracuje na obou strojích zároveň, také proto by bylo vhodné sjednotit metodiku sběru dat.

10 ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ A FINANČNÍ DOPAD NOVÉ METODIKY

10.1 Doporučení

Hlavním doporučením vedle aplikace nové metodiky měření dat je, s ní související, vizualizace přímo na pracovišti. Pomocí počítače, který by byl napojen na potřebné databáze, by se automaticky vyhodnocovalo OEE, jeho jednotlivé dílčí ukazatele a v reálném čase by se promítali na obrazovku, každý by tak mohl vidět i na pracovišti s jakou efektivitou který stroj pracuje, případně ve které oblasti se nachází nedostatky.

Jelikož by vznikla i nová metodika měření prostojů, která je také automatická, je možné monitor využít i pro vyčíslení ztrát z neplánovaných prostojů, což by všeobecného ukazatele OEE vhodně doplnilo a i člověk, který se OEE nezajímá, vidí, jak na tom dané pracoviště je.

Vyčíslení ztráty v korunách lze provést tak, že čas prostojů v hodinách je vynásoben potenciálním ziskem za hodinu, který by firma měla, pokud by v zařízení probíhala externí zakázka.

Mezi další doporučení je odstranění drobných nedostatků na pracovišti. Například zařízení je vybaveno andonem, ale ten je tak nešťastně umístěn, že pokud obsluha není přímo u obslužného pultu, nemůže signalizaci, kvůli velikosti stroje zaregistrovat. Navíc andon začne svítit až v okamžiku, kdy je proces kalení ukončen, což je již pozdě, protože v ten okamžik je zapotřebí obsluha již u zařízení.

Návrhem na zlepšení je přemístit andon na viditelné místo, vedle světelné signalizace přidat i zvukovou a nastavit proces tak, aby signalizace začala již s předstihem, např. 5 minut, aby pracovník stihl dokončit rozpracovanou činnost a zadat novou vsázku. Toto opatření by bylo účelné i v případě signalizace poruchy.

Vedle opatření týkajících se zefektivnění výroby nynějšího zařízení, bych doporučil firmě hledat možného nástupce této pece, případně alespoň sestavit scénář co by mělo následovat, až bude zařízení neopravitelné a bude zapotřebí jej nahradit. Nalézt vhodnou technologii, která by byla aplikovatelná i na jiné pece, případně, která firma by byla schopna kalení provést. Je to sice náročná činnost, ale do budoucna nezbytná.

10.2 Finanční dopad

Náklady na tvorbu automatického sběru a vyhodnocení OEE jsou značně sníženy o fakt, že metodika je postavena na již existující databázi, která ovšem doposud nebyla využita pro vyhodnocení OEE. Tím pádem veškeré skutečně vynaložené náklady jsou pouze na techniku, která umožní vizualizaci přímo na pracovišti. Nepřímo související s novou metodikou je i náklad na nový monitoring prostojů pomocí čtečky čárových kódů. Opět se týká pouze nákupu zařízení, jelikož software a databáze je již ve společnosti používána na jiných strojích.

Díky eliminaci tzv. mikroprostoje lze získaný čas využít ke vsázkám, dále díky vzniku bufferu by obsazenost pece byla vyšší a o energetické náklady na vsázkou by se dělilo více součástek, čímž by se snížila výrobní cena dané komponenty, s tím také souvisí i snížený počet vsázek, což znamená, že pec nebude muset být v provozu s malou obsazeností. Toto opět vede k nemalé časové úspoře a díky tomu bude zařízení schopno pojmout více vsázek.

Obrovskou úsporou díky nové metodice je čas pracovníka, který zpracovává papírové podklady a vyhodnocuje OEE, díky automatizaci toto odpadá úplně, tak jako potřebný čas obsluhy k zapisování těchto údajů.

Náklady	Počet kusů	Cena celkem	Náklady na 1 zařízení
PC	1	14 000 Kč	4 667 Kč
Monitor	1	7 000 Kč	2 333 Kč
Čtečka čárových kódů	3	21 000 Kč	7 000 Kč
Magnetická tabule	3	3 000 Kč	1 000 Kč
Instalace	1	5 000 Kč	1 667 Kč
Celková cena		50 000 Kč	16 667 Kč

Tabulka 7 Finanční náklady (vlastní zpracování)

Konkrétní položky uvedené výše v tabulce ukazují situaci, kdyby byla využita navrhovaná metodika. Vychází z předpokladu, že by byla aplikovaná na veškeré obdobné zařízení. K monitoringu a automatickému sběru dat je potřeba 1 počítač, který by byl napojen na monitorovací síť a pomocí SQL dotazů by automaticky vyhodnocoval OEE daných zařízení a z databáze prostojů by byl schopný vyčíslit i finanční ztráty z důvodu neplánované odstávky stroje. V projektu se uvažuje o nákupu nového počítače včetně základního soft-

waru, ale jelikož firma disponuje i nevyžívanými staršími počítači, dal by se použít i takový, čímž by se náklady ještě více snížily.

Další položkou je velký monitor, který by byl umístěn ve výrobní hale tak, aby kdokoliv viděl stávající hodnotu OEE, případně dílčích ukazatelů a cenovou ztrátu kvůli prostojům.

Čtečky čárových kódů jsou nejdražší položkou, přestože nejsou nezbytné pro OEE, jsou nutné pro odstranění veškeré psané dokumentace a také umožní cenové vyjádření prostojů.

V případě úspěšnosti návrhu se celková cena pohybuje okolo 50 000 Kč, při aplikaci na všechny zařízení je cenové zatížení na jedno zhruba 17 000 Kč.

Návratnost této investice lze spočítat více způsoby, ale žádný neřekne přesné datum, kdy by investice byla díky úsporám zaplácena, jelikož vše záleží na charakteru plánované a probíhající výroby.

Uvažujeme-li teoreticky, že celkové náklady na strojní hodinu zařízení se pohybují okolo 1 090 Kč, a v případě dřívějších kooperací, při kterých byly kaleny součástky jiným firmám, stála 1 700 Kč. Vydělíme-li tedy částku 17 000 Kč ziskem za hodinu. Část investice, připadající peci KOOP, by se navrátila po necelých 28 hodinách kooperací.

Dalším způsobem, který by předpokládal větší využití vsázek, je navrhovaný buffer, díky němuž by se variabilní náklady vsázky rozpočítaly mezi více součástí. Tuto skutečnost je těžké přesně vyčíslit, jelikož úspěšnost bufferu záleží na charakteru plánované výroby, která se díky prioritním zakázkám může měnit neustále a i náklady na vsázky jsou různě vysoké. S větší přesností by se dala doba nutná ke splacení investice vyčíslit spíše zpětně při porovnání obdobných vsázek dříve a po zavedení nové metodiky. Ale budeme-li uvažovat opět v teoretické rovině s úspěšností navýšení vsázek o 20 % a průměrnou cenou 1 000 Kč za hodinu. Návratnost je tedy 85 hodin, ačkoliv se na první pohled tato doba jeví delší, v tomto případě firma na zařízení se provádí zpracování vlastních komponent, čímž nijak nezpožďuje svou výrobu.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo stanovení vhodné metodiky měření OEE a případná aplikace na obdobná zařízení.

Na základě prostudování literárních pramenů a ostatních zdrojů byly v teoretické části stanoveny základní pojmy potřebné pro vypracování praktické části. Na úvod byl charakterizován všeobecný popis přístupu ke zlepšování procesů, dále OEE, podpůrné analytické metody, které byly využity v praktické části. Posledním bodem teoretické části bylo TPM.

V úvodu analytické části byla představena společnost a poté se práce věnovala analýze současného stavu a SWOT analýzou firmy.

V projektové části jsem se věnoval návrhu vhodného monitoringu OEE a také návrhům zvýšení efektivity zařízení. Pomocí Paretovy analýzy jsem definoval nejdůležitější oblasti, které se nejvíce podílí na ztrátách. Následně jsem doporučil možné způsoby snížení těchto prostojů. V následující kapitole jsem zmínil již konkrétní metodiku monitorování efektivity, která je aplikovatelná a dále její postup implementace. Důležitým aspektem v práci, při implementaci nové metodiky byla nutnost vyvarování se prostého kopírování průmyslových metod, ale naopak se snažit maximálně tyto metody přizpůsobovat na podmínky firmy.

Navrhovaná metodika by měla sloužit jako určitý standard implementace na další pracoviště. Vznikl nejen nový návrh metodiky měření OEE, ale také nová metodika měření prostojů, která dohromady zbaví pracovníky povinnosti zaznamenávat data ručně.

V závěru práce zmiňuji další vhodná doporučení pro firmu a finanční dopad případné implementace mnou navrhovaných metodik.

Úspory a přínosy popsané v diplomové práci jsou jen malým zlomkem toho, co podnik očekává od kontinuálního zlepšování procesů nejen ve výrobě. Pokud současná globální ekonomická situace negativně neovlivní objem zakázek podniku, je velice pravděpodobné, že za stávajících podmínek a využitím vhodných metod PI, budou tyto vize naplněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie

CAMBELL, John Dixon a REYES-PICKNELL. *Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management* 2. vyd. Cambridge: Productivity Press, 2006, 357 s. ISBN 978-1-56327-335-3.

KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: InFORM, 2002, ISBN 80-9685-831-9.

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 238s. ISBN 80-86851-38-9.

MAŠÍN, Ivan. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.

MAŠÍN, Ivan. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích: principy výrobních systémů pro 21. století*. Liberec: Institut technologií a managementu, 2004, 101 s. ISBN 80-903533-0-4.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *TPM: management a praktické zavádění*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 246 s. ISBN 80-902235-5-9.

NAKAJIMA, Seiichi. *Introduction to TPM: total productive maintenance*. New York: Productivity Press, 1988, 129 s. ISBN: 978-0-9152-9923-2.

PAZDERA, David a ŠKRAMOUŠSKÝ. *Česká zbrojovka: historie výroby zbraní v Uherském Brodě*. Uherský Brod: Česká zbrojovka, 2006, ISBN 80-903450-9-3.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. 2. upr. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-7318-381-1.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999, 193 s. ISBN 80-902235-3-2.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

WILLMOTT, Peter. *Total Productive Maintenance: The Western Way*. Oxford: Butterworth-Heinemann Limited, 1994, 253 s. ISBN: 978-0-7506-1925-7.

WIREMAN, Terry. *Total Productive Maintenance Second Edition*. New York: Industrial Press, 2004, 206 s. ISBN: 978-0-8311-0210-4.

Periodika

KUNAR, Rajiv Sharma a Dinesh KUMAR a Pradeep KUMAR. *Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis*. Industrial Management & Data Systems, 2006, Vol. 106 Iss.: 2, 256 - 280 s. ISSN: 0263-5577.

Internetové zdroje

ANDRÝSEK, Leoš. *Možnosti zvyšování celkové efektivnosti zařízení*. [online]. 2008 [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: <http://www.inventio.cz/admin/upload/news/Autosap_%20Možnosti_zvysovani_celkove_efektivnosti_zarizeni_17.9-2008_Kolin_3%5B1%5D.ppsx>.

ČESKÁ ZBROJOVKA. *Historie, proměny, programy*. [online]. © 2009 – 2013a [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: <http://www.czub.cz/cz/pages/116-historie-promeny-programy.aspx>

ČESKÁ ZBROJOVKA. *Pistole CZ CZ 75 Compact*. [online]. © 2009 – 2013b [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: http://www.czub.cz/cz/catalog/79-pistole-cz/PST/CZ_75_B_STAINLESS.aspx

ČESKÁ ZBROJOVKA. *Ozbrojené složky*. [online]. © 2009 – 2013c [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: <http://www.czub.cz/cz/catalog/86-ozbrojene-slozky.aspx#1>

ČESKÁ ZBROJOVKA. *CZ 805 Bren splnila požadavky na výbornou*. [online]. © 2009 – 2013c [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: <http://www.czub.cz/cz/news/news/159-cz-805-bren-splnila-pozadavky-armady-na-vybornou.aspx>

DEBNÁR, Petr. *TPM jako efektivní výrobní systém*. [online]. e-API.cz, 2012. [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: <http://e-api.cz/page/70731.tpm-jako-efektivni-vyrobní-system/>

MINISTERSTVO SPRAVEDLNOSTI ČESKÉ REPUBLIKY. *Obchodní rejstřík a sbírka listin*. [online]. © 2013 [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-vypis?subjektId=isor%3a177308&typ=full&klic=gnp5xp>

PANTEK. *Výpočet celkové efektivity zařízení (OEE)*. pantek.cz. [online]. © 2013 [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: <http://www.pantek.cz/produkty/vypocet-celkove-efektivita-zarizeni-oee/>

SYLUTION INCORPORATED. *Understanding OEE*. Sylum.com [online]. © 2004 - 2013a [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: http://www.sylum.com/knowledge_base/OEE_Definition.htm

SYLUTION INCORPORATED. *Understanding TEEP*. Sylum.com [online]. © 2004 - 2013b [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: http://www.sylum.com/knowledge_base/TEEP_Definition.htm

SYSTEM ONLINE. *Sledování a řízení efektivity výroby*. Systemonline.cz [online]. © 2003 [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: <http://www.systemonline.cz/clanky/sledovani-a-rizeni-efektivita-vyroby.htm>

TPM.SK *Koncept TPM*. Tpm.sk [online]. © 2008 [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: <http://www.tpm.sk/index.files/Page1400.htm>

TRIFID CONSULT. *Celková efektivita zařízení (CEZ - OEE)*. trifidconsult.eu [online]. © 2011 [cit. 2013-03-17]. Dostupné z WWW: <http://www.trifidconsult.eu/?page=reseni&id=14>

Interní materiály společnosti

Reporty

Průvodky

Online monitorovací databáze

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CEZ	Celková efektivita zařízení
ČZUB	Česká zbrojovka a.s., Uherský Brod
DBR	Drum buffer rope
JIT	Just in time
MES	Manufacturing Executive System
OAE	Overall Asset Effectiveness - celkové aktivní využití
OEE	Overall Equipment Effectiveness - celková efektivita zařízení
PI	Průmyslové inženýrství
PM	Preventive Maintenance - preventivní údržba
TEEP	Total Effective Equipment Productivity (Performance) - celkový efektivní výkon stroje
TOC	Theory of Constraints - teorie omezení
TQM	Total Quality Management
TPM	Total Productive Maintenance - totálně produktivní údržba
SMED	Single Minute Exchange of Dies - výměna nástroje během jedné minuty

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Vizualizace výpočtu OEE</i>	14
<i>Obrázek 2 Piliře a nástroje TPM</i>	27
<i>Obrázek 3 Nové Logo společnosti</i>	30
<i>Obrázek 4 Areál společnosti Česká zbrojovka</i>	31
<i>Obrázek 5 Útočná puška CZ 805 BREN</i>	32
<i>Obrázek 6 Směnový výkaz práce a prostojů</i>	37
<i>Obrázek 7 Kalící pec KOPP</i>	43
<i>Obrázek 8 Různé typy kalicích košů</i>	43
<i>Obrázek 9 Nynější směnový výkaz práce a prostojů</i>	44
<i>Obrázek 10 Možnost skladovacích prostor</i>	48
<i>Obrázek 11 Vizualizace řízení bufferu den 1</i>	50
<i>Obrázek 12 Vizualizace řízení bufferu den 2</i>	50
<i>Obrázek 13 Harmonogram samostatné údržby</i>	51
<i>Obrázek 14 Návrh evidence oprav</i>	53
<i>Obrázek 15 Ukázka systému obsahujícího data vsázek</i>	54
<i>Obrázek 16 Zdroje dat pro ukazatel efektivity</i>	56
<i>Obrázek 17 Zařízení využívající monitoring prostojů</i>	57
<i>Obrázek 18 Výstavba areálu továrny</i>	72
<i>Obrázek 19 Zaměstnanci společnosti</i>	73
<i>Obrázek 20 Samopal verze 61 Škorpion</i>	74
<i>Obrázek 21 Pistole CZ 75 B STAINLESS</i>	75
<i>Obrázek 22 Layout pracoviště</i>	76

SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

<i>Tabulka 1 Vztah mezi OEE a plýtváním</i>	19
<i>Tabulka 2 OEE u podniků světové třídy</i>	22
<i>Tabulka 3 SWOT analýza firmy</i>	32
<i>Tabulka 4 Paretova analýza</i>	47
<i>Tabulka 5 Délka trvání preventivní údržby</i>	52
<i>Tabulka 6 Porovnání ukazatele OEE stávající a navrhované metodiky</i>	59
<i>Tabulka 7 Finanční náklady</i>	62
<i>Graf 1 Průběh tepelného zpracování vsázky</i>	42
<i>Graf 2 Paretův diagram</i>	47

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: HISTORIE SPOLEČNOSTI	72
PŘÍLOHA P II: LAYOUT PRACOVÍŠTĚ.....	76
PŘÍLOHA III: ANALÝZA RIZIK	77
PŘÍLOHA IV: LOGICKÝ RÁMEC.....	77

PŘÍLOHA P I: HISTORIE SPOLEČNOSTI

Plán výstavby závodu na výrobu zbraní v Uherském Brodě vznikl v roce 1934 a to jako nový výrobní závod společnosti Česká zbrojovka Praha s výrobním závodem ve Strakonici. Výběr lokality byl ovlivněn především nástupem Adolfa Hitlera na post říšského kancléře a usilovným zbrojením nacionálně socialistického Německa. Závod byl postaven během 16 týdnů roku 1936 a v únoru 1937 byla zahájena výroba leteckých kulometů verze 30 a jejich příslušenství, které představovaly hlavní výrobní program pro následující 3 roky. Výrobní program byl následně doplněn o signální pistoli verze 30 a armádní pistoli verze 38 (Pazdera a Škramoušský, 2006, s. 9-17).



Obrázek 18 Výstavba areálu továrny (Česká zbrojovka)

Při okupaci byly obsazeny zásadní vedoucí pozice a pozice ve statutárních orgánech lidmi, které ustanovilo německé vedení. Po krátké pauze, kterou způsobily nedokončené zakázky a neznalost následné skladby výroby, bylo rozhodnuto, že v uherskobrodské továrně započal výrobní program na součástky německého kulometu MG 17. Tato výroba byla technologicky náročnější a díky tomu přišla na řadu obměna strojů. Tento krok byl důvodem rozšíření výrobního portfolia o nové zbraně, konkrétně vzduchovky, malorážky, brokovnice, brokové automaty a součástky do německých leteckých kulometů MG 81 a MG 131.

Koncem války byl Uherský Brod opakovaně bombardován, což se podepsalo na stavu výrobního areálu. Další nepříjemností pro pozdější výrobu byl i fakt, že s koncem války bylo

hodně strojů německými vojáky rozebráno a díly znehodnoceny či odeslány pryč. Po válce byla společnost Česká zbrojovka i se všemi svými výrobními závody znárodněna. Následným krokem bylo zahájení úklidu a oprav areálu a také zpětné zaměstnání všech bývalých zaměstnanců, kteří byli před válkou propuštěni (Pazdera a Škramoušský, 2006, s. 24 – 29).



Obrázek 19 Zaměstnanci společnosti (Česká zbrojovka)

V roce 1946 ústřední orgán pro průmysl kovodělný a strojírenský rozhodl o přesunutí sídla firmy do Strakonice a společnost získala nový název – Česká zbrojovka, Národní podnik. Výrobní portfolio se skládalo ze samopalu ČZ 247, hlavní pistolí a brokového automatu. Jako doplňkový výrobní program byla do Uherského Brodu přesunuta výroba ozubených koleček pro motocykly a souprav pro šicí stroje.

V druhé polovině roku 1949 byla znovu zahájena výroba pro státní složky, konkrétně samopaly pro československou armádu. Dne 26. 7. 1949 byla vydána zřizovací listina, ve které byl zahrnut vznik Závodů přesného strojírenství Uherský Brod. Tento krok vedl k odtržení od mateřské firmy a nastaly problémy s nedostačujícím strojním vybavením, poněvadž výroba obou poboček byla do té doby provázána. Kvůli této situaci dochází k zužování výrobního programu.

V dalších letech měla být klíčovým výrobkem ostřelovačská puška, která bohužel kvůli zastaralosti a nekvalitě způsobila společnosti značné finanční problémy. V následujících

letech probíhaly změny technologií na základě poznatků ze stáže v SSSR. Roku 1957 dochází opětovně k organizačním změnám a společnost je přes snahu o samostatnost sloučena se Závody Říjnové revoluce ve Vsetíně.

Nezdar v podobě nesamostatnosti měl ovšem i své klady. Součástí nově sloučeného podniku byla i Konstrukta Brno, která v daném období vyvíjela novou pěchotní zbraň, tato skutečnost přispěla k brzkému a efektivnímu začlenění do výroby, dále k obnově technologického i strojního vybavení. V roce 1959 se přesunula do Uherského Brodu i výroba vzduchovek a společnost se stává jedním ze dvou hlavních výrobců civilních střelných zbraní.

Koncem 50. let dosahoval export úspěchy v USA a Velké Británii, byly však omezeny, poněvadž prioritou zůstávalo plnění dodávek samopalů pro Československou lidovou armádu. V letech 1962 – 1963 dochází k ukončení výroby hlavního výrobku tj. samopalu verze 58 a začíná výroba samopalu verze 61 Škorpion.



Obrázek 20 Samopal verze 61 Škorpion (Česká zbrojovka)

Roku 1965 se díky reorganizaci průmyslu společnost osamostatnila a to přeměnou v národní podnik Přesné strojírenství. Podnik byl podřízen ředitelství Zbrojovky Brno a stal se součástí VHJ, jejímž hlavním sortimentem byla zemědělská výroba.

Útlum výroby ve Zbrojovce Brno napomáhá uherskobrodskému záводу zahájit roku 1968 spolupráci s pražskou konstrukční kanceláří závodů Jana Šverny. Největší a s postupem času i nejslavnější úkol dostal na starost František Koucký, který začal roku 1969 pracovat na nové pistoli ráže 9MM Parabellum, z které se o 5 let později stala světoznámá CZ 75. K vývoji došlo po analýzách zahraničního trhu, jelikož byla odhalena nižší kvalita a zastaralá konstrukce předchozích produktů, následně tedy dochází k modernizaci stávajících modelů a vývoji CZ 75 (Pazdera a Škramoušský, 2006, s. 38 - 137).



Obrázek 21 Pistole CZ 75 B STAINLESS (Česká zbrojovka)

Kvůli politickým událostem tehdejší doby došlo ke změnám vedení a do závodu Přesného strojírenství byla umístěna výroba součástí turbovrtulového motoru M 601 pro letoun L410, pro kterou byla vystavěna nová hala s kompletním výrobním zařízením, další haly poté přibily v období 1975 – 1979 a to kvůli výrobě součástí pro traktory.

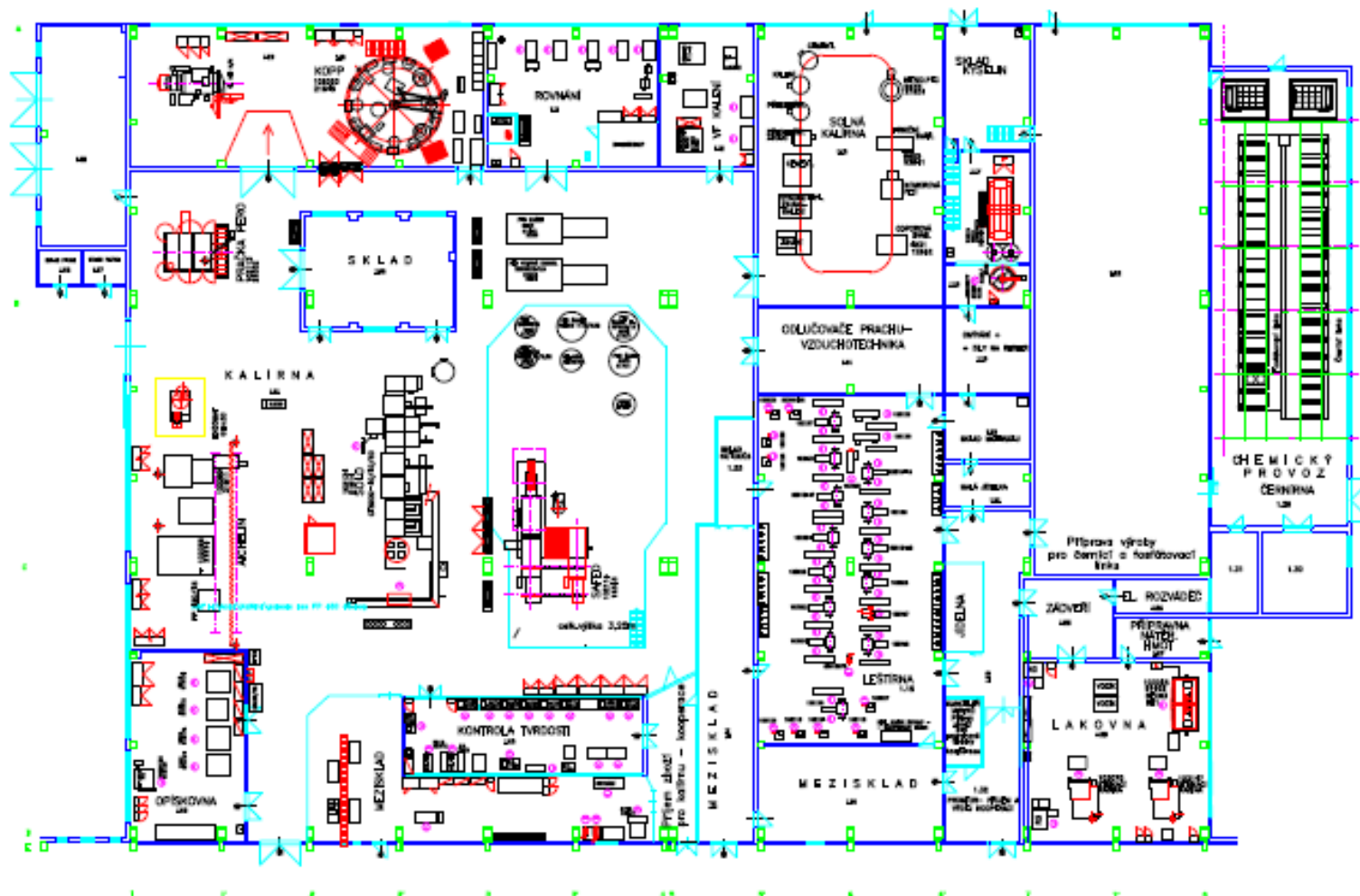
Úspěchem se stává i výroba zbraní pro přezbrojení policie a armády. V období uvolnění tuhého režimu, v roce 1983, dochází ke změně názvu na Agrozet Uherský Brod.

Následně v tomtéž roce se do uherskobrodského zbrojního programu dostává služební pistole verze 82 ráže 9 mm Makarov a stejného modelu ráže 7,65 mm Browning pro civilní trh. Dochází k investicím pro dostavbu podniku a ekologicky motivovaným investicím. V druhé polovině 80. let dochází k prvnímu nákupu CNC obráběcích center a to díky ziskům z výroby CZ 75. Reakcí na politickou situaci vzniká 1.7.1988 státní podnik Česká zbrojovka Uherský Brod se základním jměním 405 890 000 Kčs, došlo tak k návratu k původnímu názvu.

Po revoluci v roce 1989 dochází k personálním změnám i ke komplikacím způsobeným zrušením státem objednaných zakázek a kooperací. Přejechod do nového období byl naštěstí ulehčen navýšením produkce loveckých kulovnic a pistolí CZ 75. Takřka 70% výrobků tvořil export. Následně v roce 1992 proběhla privatizace kupónovou metodou a 1.5.1992 vzniká Česká zbrojovka a.s., se sídlem v Uherském Brodě (Pazdera a Škramoušský, 2006, s. 160 - 170).

PŘÍLOHA P II: LAYOUT PRACOVIŠTĚ

1.N.P. HALA M8 – STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGICKÁ DISPOZICE



PŘÍLOHA III: ANALÝZA RIZIK

ID	Hrozba	Pst. hrozby	ID2	Scénář	Pst. Scénáře	Celková pst.	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Ztráta dat	40%	1.1.	DP není	50%	20%	100%	Střední	Záloha dat
2	Změna přístupu firmy	10%	2.1.	DP není	10%	1%	100%	Střední	Vhodná komunikace s firmou
3	Bankrot společnosti	5%	3.1.	DP není	5%	0,25%	100%	Malá	Nelze
4	Můj nedostatečný přístup	50%	4.1.	DP není	50%	25%	100%	Střední	Nalézt vhodnou motivaci

PŘÍLOHA P IV: LOGICKÝ RÁMEC

UTB ve Zlíně, FaME	Měření OEE u zařízení pracujících v dávkovém režimu s proměnlivým množstvím	ČZUB, a. s.
Martin Trtek	Logický rámeček	

	Strom/hierarchie cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření/způsob ověření	Předpoklady a rizika
Hlavní cíl (přínosy, širší cíl)	Nastavení vhodného způsobu měření efektivity daného zařízení (spíše jeho zavedení)	- Zpřesnění hodnoty OEE - Snížení veškerých prostojů	- Informační systém podniku - Přímé náměry	
Projektové cíle / (účel, specifický cíl)	- Teoretická rešerše na téma OEE - Analýza současného stavu měření a sledování efektivity - Návrh způsobu sledování a vyhodnocení OEE - Stanovení opatření pro zvýšení ukazatele OEE - Zpracování návodu pro zavedení OEE na obdobné zařízení	- Nově stanovené normy spotřeby času - Snížení prostojů zařízení - OEE	- Informační systém podniku - Přímé náměry pracovníků	Předpoklady a rizika.: - Dostatek vhodné pracovní síly v rámci podniku - Zájem vedení o rozšíření metod PI - Realizace projektu v požadovaném čase - Úspěšnost projektu - Neplánované finanční výdaje znemožňující změnu (zavedení) nové metodiky - Katastrofy vedoucí k zavření firmy
Výstupy (výsledky)	1. Výběr vhodného zařízení a jeho mapování 2. Analýza současného stavu měření 3. Stanovení optimálního množství, odchylka (proměnná) 4. Stanovení metodiky, doporučení k zavedení, zvýšení OEE	- Měřená efektivity daného zařízení - Mapování úzkého místa - Návod pro zavedení na obdobných zařízeních	- Informační systém podniku - Předoperační buffer (vizuální řízení pro zabezpečení dostatečné dávky)	
Aktivity	1. <u>Výběr projektového týmu</u> 2. <u>Výběr vhodného zařízení</u> 2.1. Hledání úzkého místa 3. <u>Analýza souč. stavu měření</u> 3.1. přijetí současných náměrů a jejich vyhodnocení 3.2. úprava jejich formy pro následující zpracování k zavedení OEE 4. <u>Návrh vlastní metodiky měření</u> 4.1. stanovení vhodných norem pro dávkovou výrobu 4.2. vytvoření předoperačního bufferu 4.3. zavedení vizuálního řízení pracoviště 5. <u>Vytvoření obecnější metodiky k zavedení na dalších strojích ve firmě</u>	Prostředky: - Firemní dokumentace - Časové prostředky - Teoretické zdroje - Finanční prostředky	Časový rámeček aktivit: 1. <u>Výběr projektového týmu 11/2012</u> 2. <u>Výběr vhodného zařízení 12/2012</u> 3. <u>Analýza souč. stavu měření 2/2013</u> 4. <u>Návrh vlastní metodiky měření 3/2013</u> 5. <u>Vytvoření obecnější metodiky k zavedení na dalších strojích ve firmě 4/2013</u>	
				Předběžné podmínky: Souhlas vedení firmy Možnost spolupráce s firmou Výběr vhodného časového období Výběr vhodného zařízení Zabezpečení nepřerušného provozu stroje