

Projekt implementace metody TPM na pracovišti lakovny ve vybrané společnosti

Bc. Darek Maňák

Diplomová práce
2019

 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: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Darek Maňák**
Osobní číslo: **M16574**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt implementace metody TPM na pracovišti lakovny ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k metodice Total Productive Maintenance (TPM) a formulujte teoretická východiska pro zpracování analytické části a projektu.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu vybraného pracoviště jako podklad pro návrh implementace metody TPM.
- Zhodnoťte výsledky provedené analýzy a vypracujte projektové řešení návrhu zavedení metody TPM.
- Zhodnoťte očekávané přínosy zavedení metody TPM na vybraném pracovišti.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

BRAU, Sebastian J. Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean: practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA... Boca Raton: American Lean SD, 2016, 132 s. ISBN 978-15-393-2294-8.

DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. TPM: management a praktické zavádění. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 246 s. ISBN 8090223559.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lucie Hrbáčková**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **14. prosince 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **16. dubna 2019**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 2. 4. 2019

Jméno a příjmení: Darek Maňák

.....

podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tématem diplomové práce je zavedení metodiky TPM na pracovišti automatické lakovny ve vybrané společnosti. Práce se dělí na části teoretickou, analytickou a praktickou. Teoretická část je zpracována formou literární rešerše a zabývá se především problematikou údržby strojů a zařízení a totálně produktivní údržbou. Analytická část je zaměřena na analýzu současného stavu systému údržby na pracovišti automatické lakovny. Na základě analýzy byl poté zpracován projekt pro zavedení metodiky TPM a zlepšení současného stavu systému údržby. V závěru projektu byly zhodnoceny očekávané přínosy navrhovaných opatření.

Klíčová slova: totálně produktivní údržba, autonomní údržba, plánovaná údržba, CEZ, standardizace

ABSTRACT

The topic of this thesis is the implementation of TPM in the workplace of automatic paint shop in selected company. The thesis is divided into theoretical, analytical and practical section. The theoretical part is elaborated in the form of a literary research and deals mainly with the problems of machine and equipment maintenance and total productive maintenance. The analytical section is focused on the analysis of the current state of the maintenance system in the workplace of the automatic paint shop. Based on the analysis a project was developed to implement the TPM methodology and to improve the current state of the maintenance system. At the end of the project, the expected benefits of the proposed corrective actions were evaluated.

Keywords: total productive maintenance, autonomous maintenance, planned maintenance, OEE, standardization

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí mojí diplomové práce paní Ing. Lucii Hrbáčkové za ochotu, trpělivost a cenné rady, které mi v průběhu vypracování této diplomové práce velmi pomohly.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	12
1.1 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	13
2 ZTRÁTY V PROVOZU STROJŮ	15
2.1 ŠEST VELKÝCH PŘEKÁŽEK NA CESTĚ K VYŠŠÍ EFEKTIVNOSTI	16
2.1.1 Poruchy a neplánované prostoje.....	17
2.1.2 Seřizování a změna rozměrů	17
2.1.3 Krátká zastavení stroje a běh naprázdno	18
2.1.4 Nevyužití rychlosti	18
2.1.5 Kvalitativní ztráty a vícepráce.....	19
2.1.6 Ztráty při náběhu a technologických zkouškách	19
3 HODNOCENÍ CELKOVÉ EFEKTIVNOSTI ZAŘÍZENÍ	21
3.1.1 Výpočet celkové efektivnosti zařízení	22
4 ÚDRŽBA STROJŮ A ZAŘÍZENÍ	24
4.1 DEFINICE ÚDRŽBY	24
4.2 ČLENĚNÍ ÚDRŽBY	24
4.2.1 Členění z hlediska obsahu	24
4.2.2 Členění z hlediska forem zabezpečení	24
4.2.3 Členění z časového hlediska	25
4.2.4 Členění z hlediska organizace údržby.....	25
4.3 VÝVOJ SYSTÉMŮ ÚDRŽBY.....	25
4.3.1 Systém údržby po poruše	25
4.3.2 Systém plánovaných preventivních oprav	26
4.3.3 Systém diagnostické údržby.....	26
4.3.4 Systém prognostické údržby	26
4.3.5 Systém totálně produktivní údržby (TPM)	26
5 TPM – TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA	27
5.1 DEFINICE TPM.....	27
5.2 HISTORIE TPM.....	28
5.3 ZÁKLADNÍ PILÍŘE TPM	29
5.4 CÍLE TPM	30
5.5 PŘÍNOSY Z IMPLEMENTACE TPM	30
5.6 IMPLEMENTACE TPM (PROGRAM TPM A JEHO ŘÍZENÍ)	32
5.7 PROGRAM TPM.....	33
5.7.1 Analýza výchozího stavu	34
5.7.2 Měření a analýza ztrát	35
5.8 SAMOSTATNÁ (AUTONOMNÍ) ÚDRŽBA	36
5.8.1 Metoda 5S – základní principy samostatné údržby.....	37
5.8.2 7 kroků pro zavedení samostatné údržby	41

5.9	PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST	45
6	CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI.....	46
6.1	HISTORIE SPOLEČNOSTI	46
6.2	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	46
6.3	VÝVOJ POČTU ZAMĚSTNANCŮ	47
6.4	ENVIRONMENTÁLNÍ POLITIKA A ZAMĚŘENÍ NA KVALITU	47
6.5	VÝROBKOVÉ PORTFOLIO	48
6.6	TECHNOLOGIE A VÝROBNÍ ZAŘÍZENÍ	48
6.6.1	Vstříkování	49
6.6.2	Povrchové úpravy.....	49
6.6.3	Montáže.....	50
7	PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU.....	51
8	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	54
8.1	ANALÝZA PRACOVÍŠTĚ AUTOMATICKÉ LAKOVNY	54
8.1.1	Layout pracoviště	56
8.2	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA ÚDRŽBY	58
8.3	ČINNOSTI PROVÁDĚNÉ ÚDRŽBOU	59
8.3.1	Plánovaná údržba	59
8.3.2	Údržba po poruše	61
8.3.3	Další činnosti údržby.....	62
8.4	INTERNÍ INFORMAČNÍ SYSTÉM ÚDRŽBY	62
8.5	DOTAZNÍK PRO ANALÝZU VÝCHOZÍHO STAVU ÚDRŽBY	63
8.6	SUMARIZACE ZJIŠTĚNÝCH NEDOSTATKŮ	64
9	NÁVRH IMPLEMENTACE METODY TPM.....	66
9.1	SLEDOVÁNÍ CELKOVÉ EFEKTIVNOSTI ZAŘÍZENÍ (CEZ)	66
9.2	Počáteční čištění.....	66
9.3	PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA – AKTUALIZACE ÚDRŽBOVÉHO PLÁNU	67
9.3.1	Typy údržeb dle četnosti	69
9.3.2	Standardizace údržbářských činností	71
9.4	AUTONOMNÍ ÚDRŽBA	73
9.5	ZLEPŠENÍ ZAZNAMENÁVÁNÍ INFORMACÍ O ÚDRŽBĚ A OPRAVÁCH.....	75
10	ZHODNOCENÍ OČEKÁVANÝCH PŘÍNOSŮ PROJEKTU	77
	ZÁVĚR	79
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	80
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	82
	SEZNAM OBRÁZKŮ	83
	SEZNAM TABULEK.....	84
	SEZNAM GRAFŮ	85
	SEZNAM PŘÍLOH.....	86

ÚVOD

V dnešním konkurenčním prostředí se firmy nemohou spokojit s o nic méně ambiciózními cíli, než je celková eliminace poruch a jiných typů ztrát a neustálá produktivní údržba. Pro úplné zabránění jakýmkoliv selhání strojů je potřeba více než jen pravidelné opravy. Produktivní údržba kreativně kombinuje techniky preventivního, prediktivního a udržitelného zlepšování, aby byla zajištěna funkční spolehlivost a snadná údržba. Tento přístup se stává stále více důležitý s rostoucí automatizací produkce v moderních výrobních firmách. Není to ale práce pro samostatnou skupinu pracovníků a inženýrů. Bez ohledu na to, jak jsou tito pracovníci zdatní, jestliže se na principech produktivní údržby nepodílejí všichni zaměstnanci, přichází společnost o benefity produktivní spolupráce, která se vyvíjí mezi lidmi, kteří pracují na dosažení společného cíle. Ve skutečně kooperativních podnicích jsou speciální dovednosti jednotlivých členů týmu sdíleny tak, aby jim mohli porozumět i ostatní a zvyšovat tak svou odbornost. Tento přístup, praktikovaný všemi odděleními podniku v každé fázi zavádění metody TPM (totálně produktivní údržba), je jedinečným přínosem Japonska pro oblast údržby zařízení.

V ideální firmě by mělo zařízení po celou dobu fungovat na 100 %. Totálně produktivní údržba je mocný nástroj, který společně pomáhá přibližovat se tomuto ideálu bez zbytečných prostojů, bez závad a bez bezpečnostních problémů.

Zavádění metody TPM v konkrétní firmě je i tématem této diplomové práce. Práce se rozděluje na dvě hlavní části, a to na část teoretickou a praktickou. Ta se dále dělí na část analytickou a projektovou. V teoretické části je zpracována literární rešerše týkající se zejména problematiky metody TPM.

V úvodu praktické části je představena společnost, ve které byl projekt v rámci diplomové práce uskutečněn. Dále je provedena analýza současného stavu systému údržby na vybraném pracovišti. Za pilotní pracoviště pro zavádění metody TPM byla v podniku zvolena automatická lakovna. Po provedení a vyhodnocení analýzy byl vypracován návrh implementace metody TPM a konkrétní opatření pro zlepšení fungování systému údržby na tomto pracovišti. Na závěr byly zhodnoceny výsledky a přínosy zavedených zlepšení.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této diplomové práce je implementování metody TPM na pracovišti automatické lakovny. V práci bude kladen důraz především na dva základní stavební kameny metodiky TPM, a to na program samostatné údržby a také údržby plánované.

Dalšími dílčími cíli jsou zejména celkové zlepšení fungování systému údržby na automatické lakovně, dále také zlepšení zaznamenávání údržeb, zefektivnění výrobního zařízení, snížení poruchovosti a také kvalifikovanost a rozvoj pracovníků. Projekt bude realizován od prosince 2018 na pracovišti automatické lakovny ve společnosti zabývající se výrobou zejména plastových dílů pro automobilový průmysl.

Pro korektní implementaci metody TPM a projektů obecně je třeba provést důkladnou analýzu, která poskytne údaje o současném stavu a umožní stanovit správné zlepšovací akce v rámci projektu. Analýza současného stavu bude provedena na základě poznatků popsaných v teoretické části práce a budou použity metody jako je pozorování, rozhovory s pracovníky, dotazník, audit a foto-analýza. Použitím těchto metod bude možné stanovit současný stav systému údržby na daném pracovišti.

V projektové části bude nejdříve popsána společnost, ve které bude projekt realizován. Na začátku projektové části budete také uveden harmonogram, ve kterém bude zobrazen časový rozsah jednotlivých částí projektu. Následovat bude také analýza rizik projektu RIPRAN a logický rámec projektu, který stručně a jasně popisuje nejdůležitější informace o projektu. Stěžejní částí projektové fáze bude realizace navržených zlepšovacích akcí a nápravných opatření pro zlepšení stavu údržby a zavedení metodiky TPM na vybraném pracovišti. Tyto činnosti budou prováděny formou workshopů, aktualizací plánů údržeb, standardizací, vizualizací, měření práce, tvorbou záznamových tabulek a dalších nástrojů a metod průmyslového inženýrství. Na závěr bude odhadnut očekávaný přínos navrhovaných opatření a bude provedeno zhodnocení opatření již realizovaných.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství se zabývá tím, jak eliminovat ztráty ve výrobních a také administrativních procesech. Hlavním cílem průmyslových inženýrů, ale i dalších vedoucích pracovníků firem je eliminace plýtvání ve výrobních procesech a nastavení co nejlepších vazeb mezi výrobními a administrativními procesy, které se navzájem ovlivňují a doplňují. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Existuje mnoho definicí, které nám říkají, co to vlastně průmyslové inženýrství je. Za klasickou můžeme považovat tu z roku 1955 od amerického autora Harolda Brighta Maynarda, která definuje průmyslové inženýrství takto: „*Průmyslové inženýrství se zabývá návrhem, zlepšením a montáží integrovaných systémů lidí, materiálů a zařízení. Navazuje na odborné znalosti a dovednosti v matematických, fyzikálních a sociálních vědách spolu s principy a metodami inženýrské analýzy a dizajnu s cílem specifikovat, předpovídat a hodnotit výsledky, které lze z těchto systémů získat* (Chromjaková, 2013, s. 4).“

Další definice, která protěžuje japonské přístupy ke zlepšování procesů, definuje průmyslové inženýrství jako systém metod, při jejichž aplikaci dochází k maximalizaci pracovního výkonu snížením MURI (neproduktivní operace), MURA (nepravidelné operace) a MUDA (operace nepřidávající hodnotu) a také k oddělování lidské a strojové práce využíváním technik snímkování. (Chromjaková, 2013, s. 8)

V rámci průmyslového inženýrství se využívají metody a techniky, které můžeme rozdělit do následujících čtyř skupin:

1. Plánování, navrhování a řízení – jedná se například o kapacitní výpočty, měření práce nebo o tvorbu pobídkových systémů odměňování.
2. Uplatňování lidského rozměru – jde například o ergonomii, programy zlepšování procesů nebo o projektování výrobních a servisních týmů.
3. Technologické aspekty – do této skupiny patří například projektování výrobních buněk nebo konstruování s ohledem na výrobu a montáž.
4. Kvantitativní a kreativní metody – sem můžeme zařadit například simulace procesů či průmyslové moderace. (Mašín, 2000, s. 82)

Ve zkratce lze průmyslové inženýrství definovat jako obor, který se pro dosažení toho, „jak důmyslněji provádět práci“, zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelnosti, iracionality a

přetěžování z pracovišť'. To vše za účelem snadnější, rychlejší a levnější tvorby vysoce kvalitních výrobků nebo poskytování vysoce kvalitních služeb. (Mašín, 2000, s. 82)



Obr. 1. Trojdimenzionální rozměr průmyslového inženýrství (Chromjaková, 2013, s. 6)

1.1 Historie průmyslového inženýrství

Za zakladatele průmyslového inženýrství je považován Frederick Winslow Taylor, který v letech 1858-1915 nastínil základní pravidla vědeckého přístupu k růstu výkonosti podniku. Jeho strategie se vždy zabývala dvěma klíčovými parametry týkajícími se produktivity a to produktivitou člověka a produktivitou stroje. Ve svých pracích prosazoval heslo „nejdříve vytvoř fungující systém, který bude produkovat produktivitu a pak zvyšuj kvantitu a kvalitu“. (Chromjaková, 2013, s. 4)

Dalšími významnými osobnostmi v rozvoji průmyslového inženýrství byly v časech průmyslové revoluce Adam Smith, Thomas Malthus, David Ricardi nebo John Stuart Mill. Jejich oblastí zájmu bylo zvyšování výkonnosti výrobních systémů, kdy kladli důraz na rozvoj problematiky produktivity výrobních a administrativních činností. Významnou měrou přispěl k rozvoji průmyslového inženýrství i Charles W. Babbage jehož hlavním příspěvkem bylo pojednání o pracovních úlohách s návazností na schopnost učit se a růst tak, aby provádění každé samostatné pracovní činnosti bylo spojeno díky vzrůstajícím znalostem s co nejmenší produkcí ztrát. Velmi významný vliv na rozvoj průmyslového inženýrství měli také Frank B. Gilberth a Lillian M. Gilberth, jejichž zkoumání se zaměřovalo na povahu práce, znalosti člověka a ty propojovali s pohybovými a časovými

studiemi. Právě oni byli prvními autory, kteří začali dělit práci člověka na produktivní a neproduktivní složku. (Chromjaková, 2013, s. 5)

V následujícím výčtu jsou uvedeni hlavní reprezentanti v historii vývoje průmyslového inženýrství:

- Frederic W. Taylor – zakladatel časových studií práce;
- Frank Gilberth – průkopník v oblasti pohybových studií na pracovišti;
- Morgensen – zkompletoval časové a pohybové studie do kompaktní metodiky;
- Lillian Gilberth – věnoval se oblastem sledování člověka, působení člověka v pracovním systému a řízení růstu pracovníka;
- Emerson – zabýval se oblastí řízení kvality produktu a procesu. (Chromjaková, 2013, s. 5)

2 ZTRÁTY V PROVOZU STROJŮ

Je důležité si uvědomit, že prvotní příčinou prostojů nebo vadné produkce mohou být i zdánlivé maličkosti jako například povolený šroub, špatně prováděné čištění či mazání stroje. Stav, kdy přehlížené drobné abnormality přerůstají po určité době do závažných poruch strojů a dlouhých prostojů, je tedy neakceptovatelný.

V podnicích bývá často identifikován následující stav:

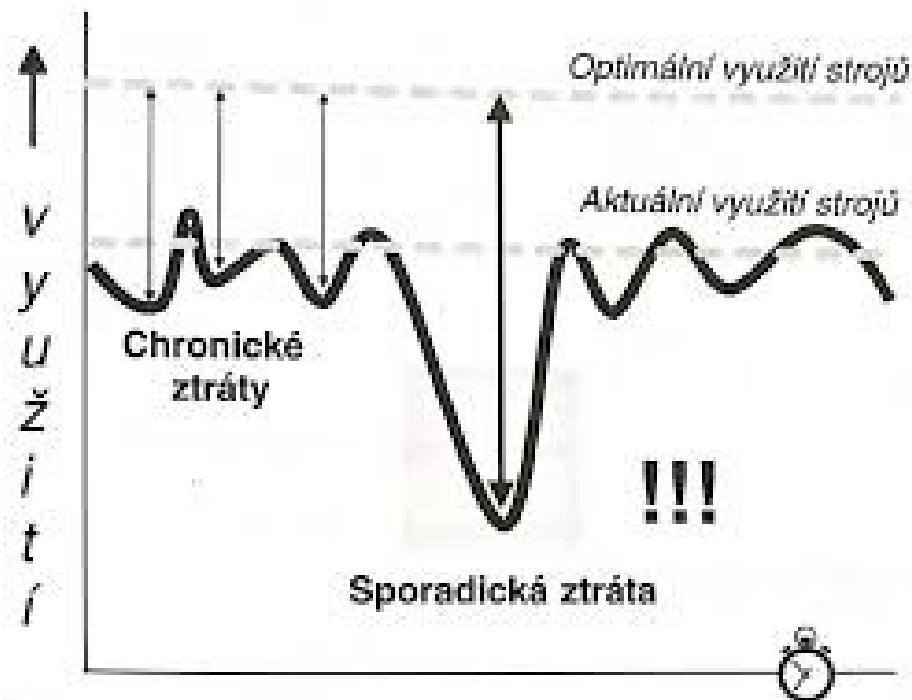
- zanedbané a znečištěné strojní vybavení,
- chybějící matky a šrouby,
- dlouhodobě nečištěné filtry,
- znečištěná mazadla,
- hladina hydraulických olejů je pod minimální úrovní,
- údaje na štítcích a displejích jsou nečitelné,
- vibrující stroje,
- kluzké, nerovné a znečištěné podlahy apod. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 13)

Autoři Mašín a Vytlačil (2000, s. 14) uvádějí jako nejčastější příčiny těchto neuspokojivých stavů strojního zařízení následující:

- nezájem zaměstnanců o pořádek, čistotu a stav strojů;
- nedůslednost vedoucích pracovníků v oblasti pořádku a údržby;
- špatné návyky údržbářů z minulosti;
- nedostatek vhodných standardů pro údržbu;
- nedostatečné a iracionální plánování aktivit v údržbě;
- nedostatečné technické znalosti obsluhy strojů;
- nedostatek pracovních pomůcek a manuálů.

Důsledkem těchto příčin je snižující se spolehlivost, bezpečnost, udržovatelnost a zejména také funkčnost zařízení. Dalším neblahým důsledkem je také snižující se pracovní morálka obsluhy strojů, údržbářů i řídicích pracovníků. V širším měřítku jsou výše uvedené body příčinou ztrát v provozu jednotlivých strojů a zařízení a s tím spojeným zvyšováním nákladů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 14)

Podle formy jejich výskytu můžeme ztráty v provozu strojů dělit na sporadické a chronické (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 19):



Obr. 2. Sporadické a chronické ztráty (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 21)

Sporadické ztráty

Sporadické ztráty jsou specifické tím, že se vyskytují náhle a jejich dopad na výrobu je výrazný. Díky tomu je většinou snadné je rozpoznat, najít jejich příčinu a odstranit ji. Odstranění tohoto typu ztrát spočívá v obnovení normálního stavu zařízení. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 21)

Chronické ztráty

Chronické ztráty se vyskytují často a jsou obvykle skryté. Jelikož jsou z hlediska jednoho výskytu nákladově zanedbatelné, bývají často přehlíženy, i když by mohli být snad eliminovány obsluhou strojů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 21)

2.1 Šest velkých překážek na cestě k vyšší efektivnosti

Firmy užívají stroje a zařízení k produkci výrobků. V případě, že tyto stroje nefungují tak jak mají, produktivita se snižuje a firmy jsou nuceny řešit to přesčasy a prací o víkendech. Problémy na zařízeních snižují produktivitu šesti různými způsoby, kterým říkáme *šest velkých ztrát, které snižují produktivitu*:

1. poruchy,
2. seřizování a změna rozměrů,
3. krátká zastavení stroje a běh naprázdno,

4. nevyužití rychlosti,
5. kvalitativní ztráty a vícepráce,
6. ztráty při náběhu a technologických zkouškách.

Metodika TPM, která je předmětem této práce, je založená na aktivitách, které se zaměřují na odstranění těchto šesti velkých ztrát z procesu. (TPM for every operator, 1996, s. 16)

2.1.1 Poruchy a neplánované prostoje

Pokud bychom měli vybrat největší ze šesti druhů ztrát, budou to určitě poruchy. Můžeme je rozdělit na dva druhy:

- ztráta funkce stroje,
- omezení funkce stroje.

Poruchy, při kterých dojde ke ztrátě funkce stroje, se vyskytují náhle a jelikož jsou poměrně dramatické a nedovolují pokračovat v provozu stroje, tak jsou snadno zjistitelné. Naproti tomu poruchy, které pouze omezují funkci stroje a dovolují pokračovat v provozu se sníženým výkonem, bývají často přehlíženy, i když bývají často příčinou následných velkých poruch. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 25)

Seiichi Nakajima (c1989, s. 28) uvádí, že poruchami jsou způsobeny dva typy ztrát. A to časové ztráty, které nastávají ve chvíli, kdy je omezena produktivita a ztráty kvantity, které jsou způsobeny vadnými produkty. Dále také tvrdí, že pro maximalizaci celkové efektivity zařízení musí být veškeré poruchy sníženy na nulu. Čehož je ve skutečnosti možné dosáhnout bez většího úsilí a investic, i když alespoň z počátku jsou jisté investice nutné. Nejdříve je nutné změnit zaužívanou filozofii údržby po poruše, tedy názor, že poruchy a prostoje jsou nevyhnutelné.

2.1.2 Seřizování a změna rozměrů

Ke ztrátám dochází také při seřizování a změně rozměrů zařízení. K těmto přerušením dochází tehdy, když na zařízeních měníme nástroje, materiál nebo nastavujeme stroj na jiný rozměr.

Ztráty při seřizování a změně rozměrů většinou nelze eliminovat úplně, můžeme je ale značně omezit, a to využitím principu rychlých změn (metoda SMED), jehož podstatou je rozdělení činností na interní seřizování, kdy musí stroj stát a externí seřizování, které můžeme provádět za chodu stroje (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 28; Brau, 2016).

2.1.3 Krátká zastavení stroje a běh naprázdno

Tyto ztráty jsou způsobeny dočasnými problémy strojů. Jako příklad můžeme uvést vzpříčený kus na skluzu nebo dočasné zastavení zařízení senzorem. Tyto problémy jdou často jednoduše odstranit obsluhou stroje a jakmile se tak stane, stroj běží okamžitě dál. Krátká zastavení stroje a běh naprázdno bývají často přehlíženy, i když významně ovlivňují celkovou efektivnost zařízení, a i když je někdy možné je odstranit poměrně jednoduchým opatřením (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 28).

Krátká zastavení stroje a běh naprázdno jsou možná pouze vedlejší problémy, které nevyžadují zásah údržby, ale stále se jedná o obtíže, které narušují výrobní tok. Bližší zkoumání ukazuje, že tyto prostoje mají na svědomí překvapivě vysoké ztráty. Častá krátká zastavení způsobují, že jsou operátoři zaneprázdnění a frustrovaní a také zvyšují riziko nehod. Odstraněním těchto krátkých zastavení se stane práce mnohem jednodušší. (TPM for every operator, 1996, s. 26)

2.1.4 Nevyužití rychlosti

Existuje mnoho důvodů, proč mohou zařízení a stroje pracovat nižší rychlostí, než je ta ideální:

- samovolné přeseřízení stroje,
- mechanické problémy,
- mnoho vadných výrobků,
- pozvolné poškození částí stroje,
- problémy se vstupním materiálem,
- obavy z přetížení apod.

Ztráty způsobené nevyužitím rychlosti nastávají tehdy, když je patrný rozdíl mezi rychlostí skutečnou a rychlostí pro kterou byl stroj zkonstruován. V praxi se tyto ztráty často přehlízejí, i když jsou velkou a častou překážkou pro efektivní využívání zařízení a podniky by se jim měli důkladně věnovat (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 29).

Seiichi Nakajima (c1989, s. 30) uvádí, že cílem musí být odstranění rozdílu mezi rychlostí pro kterou byl stroj zkonstruován a rychlostí skutečnou. Dodává také, že optimální rychlost strojů není často známá. Záměrné zvyšování provozní rychlosti strojů přispívá k řešení problémů tím, že jsou odhalovány skryté vady v podmínkách zařízení, které by se při snížené rychlosti neprojeví.

2.1.5 Kvalitativní ztráty a vícepráce

Kvalitativní vady v procesu a vícepráce (přepracování) jsou ztráty v kvalitě, které jsou způsobeny nesprávně fungujícím zařízením. Obecně se dá říci, že sporadické vady jsou snadno a rychle opravitelné navrácením zařízení do normálního stavu. Mezi tyto vady patří náhlé navýšení množství defektů nebo jiné dramatické jevy. Naproti tomu příčiny chronických vad je velmi těžké rozeznat. Opatření za účelem obnovení původního stavu jen zřídka řeší problém a podmínky, které jsou skutečnými příčinami defektů jsou často opomíjeny a ignorovány. Za chronické ztráty by měli být považovány také vady, které vyžadují přepracování.

Snížení chronických vad, stejně jako snížení chronických poruch, vyžaduje důkladné zkoumání a následná inovativní nápravná opatření. Musí být stanoveny podmínky, které tyto vady způsobují a vyhodnoceny kontrolní limity. Jako vždy, hlavním cílem je úplné odstranění defektů. (Nakajima, c1989, s. 30)

Tvrdá práce není omluvou pro produkci vadných dílů. I když máme pouze 1 procento vadných dílů, ztráta je stále ztráta a je to stále forma plýtvání. To stejné platí pro čas, který je investován do přepracování dílů. (TPM for every operator, 1996, s. 28)

2.1.6 Ztráty při náběhu a technologických zkouškách

Autoři Mašín a Vytlačil (2000, s.30) uvádějí, že tento typ ztrát je způsoben rozdílným výkonem při náběhu zařízení. Dochází k tzv. postupnému najíždění na plný výkon. Ztráty při náběhu bývají těžko zjistitelné, jelikož jejich rozsah závisí na schopnostech obsluhy, zaškolení pracovníků a stabilitě technologických podmínek.

Při technologických zkouškách na první pohled nemusí docházet ke ztrátám, ale výroba zkušebních sérií je v podstatě shodná s výrobou zmetků. Je tedy nutné brát čas věnovaný technologickým zkouškám jako ztrátu, která snižuje efektivní využití strojů (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 30).

Dle Wiremana (2004, s. 44) ztráty při náběhu vznikají pokaždé, když musí být výrobní proces zastaven a poté znovu spuštěn. Mohou zahrnovat také výrobu neakceptovatelných produktů, zatímco zařízení dosahuje určitých výrobních parametrů jako je teplota nebo rychlost.

Tyto ztráty mohou být poměrně značné, a proto je důležité se vyvarovat případným odstávkám zařízení, které souvisejí s poruchami. Při posuzování nákladů na odstávky jsou

tyto ztráty často přehlíženy. Nejedná se pouze o náklady za ztracenou výrobu při odstavení zařízení, ale také o náklady za ztracenou produkci při náběhu. V některých výrobních závodech mohou tyto procesy zahrnovat hodny ztrát produkce na jedno zastavení. (Wireman, 2004, s.44)

3 HODNOCENÍ CELKOVÉ EFEKTIVNOSTI ZAŘÍZENÍ

Pro označení celkové efektivnosti zařízení se používá zkratka CEZ nebo také z anglického Overall Equipment Effectiveness zkratka OEE. Tento ukazatel slouží k rozpoznání a vyčíslení využitelnosti strojů a zařízení. I přes jeho důležitost není stále v mnoha společnostech sledován a dochází tedy ke zbytečným požadavkům na nákup nových strojů, i když ty současné nejsou efektivně využity. (Legát, 2013, s. 145; Bauer, 2012, s. 59-60; Košturiak a Frolík, 2006, s. 97)

Cílem metodiky TPM je maximalizace efektivnosti zařízení, které lze dosáhnout eliminací šesti hlavních ztrát, které zásadně ovlivňují efektivnost zařízení:

Prostoje

1. poruchy vyplývající z chyb na zařízení
2. přestavování a seřizování

Ztráty z rychlosti

3. běh na prázdko a krátké přestávky, nečinnost
4. nesoulad mezi navrženou a skutečnou rychlostí zařízení (redukce rychlosti)

Chyby

5. neshodné výrobky a nedostatky v kvalitě, které potřebují opravu
6. ztráty při náběhu

(Legát, 2013, s. 145)

Tyto ztráty na strojích a zařízeních je nutné pečlivě sledovat, zaznamenávat a vyhodnocovat. Ze zjištěných informací a hodnot pak lze vypočítat celkovou efektivitu zařízení – CEZ. (Bauer, 2012, s. 60)

Dle Dennise (2016, s. 55) je i v dnešní době stále mnoho firem, které koeficient CEZ (OEE) nesledují a pokud by jej sledovali, došly by mnohdy k velmi negativním výsledkům. Celková efektivnost zařízení se v průměru ve firmách pohybuje kolem hodnoty 50 % a méně. Jinak řečeno, zařízení jsou využívána pouze z poloviny jejich potencionální výkonosti. Naproti tomu úspěšné podniky světové třídy dosahují dle Salvendyho (2001, s. 1616) hodnot koeficientu CEZ (OEE) kolem 85 %, což znamená, že u všech tří faktorů, které jsou při výpočtu tohoto koeficientu zohledňovány, musí dosahovat hodnot minimálně 95 %.

3.1.1 Výpočet celkové efektivnosti zařízení

Jak již bylo zmíněno výše, pokud se využití strojů a zařízení pohybuje nad 85 %, je možné usoudit, že stroje a zařízení pracují účinně a efektivně. Je ale nutné uvědomit si, jak bylo toto číslo vypočítáno a nezaměňovat celkovou míru využívání strojů za tzv. dostupnost. Pokud chceme produktivitu zvyšovat v co největší míře, nelze se omezovat pouze na poruchy, které ovlivňují dostupnost strojů a zařízení, ale je nutné se zaměřovat na všechny faktory ovlivňující efektivní využívání strojů a zařízení, kterými jsou:

- míra využití (dostupnost),
- míra výkonu (výkon),
- míra kvality. (Mašín, 2000, s. 231; Wireman, 2004, s. 45)

Vztah pro výpočet celkové efektivnosti zařízení (CEZ):

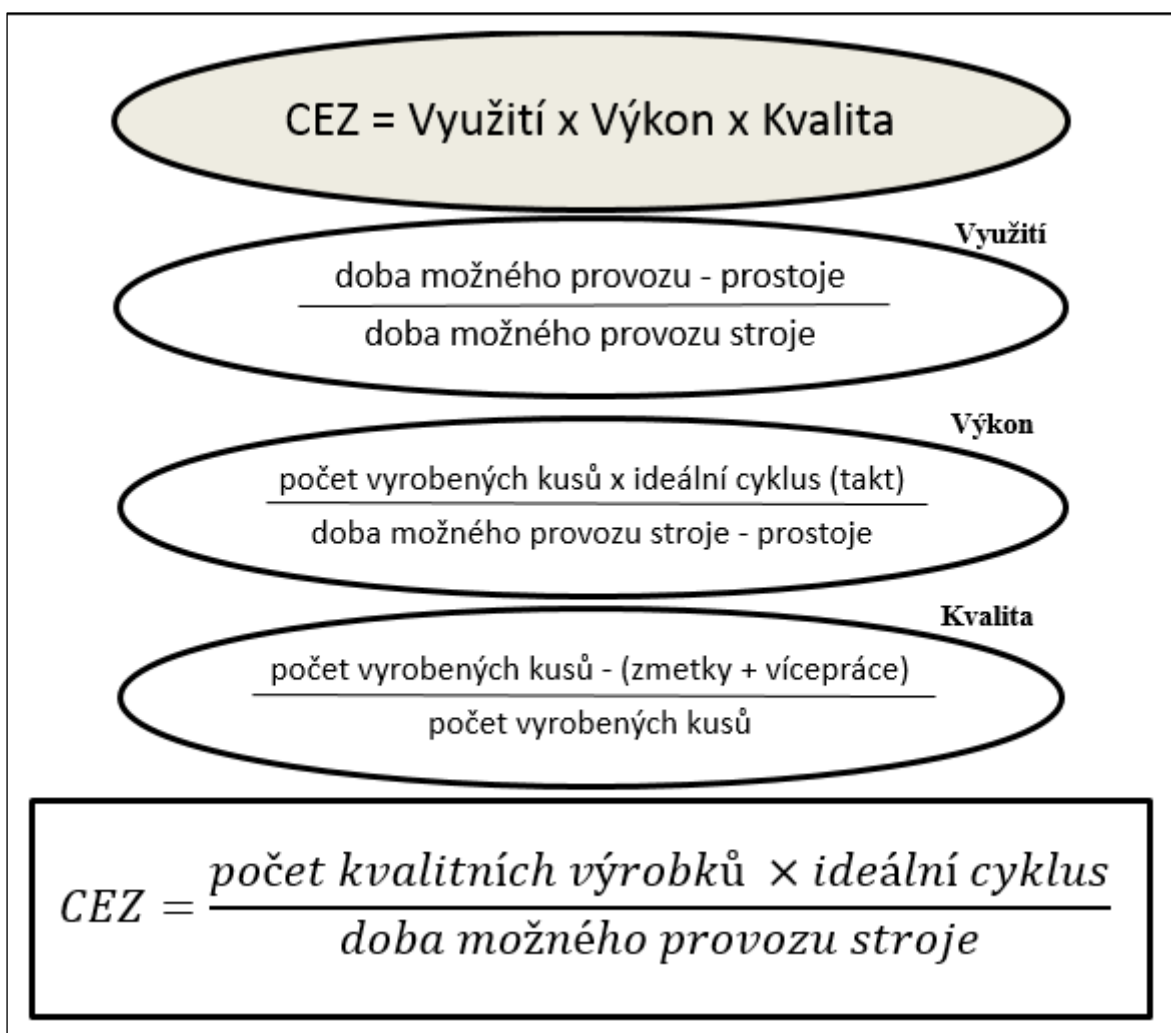
$$\text{CEZ} = \text{míra využití} \times \text{míra výkonu} \times \text{míra kvality}$$

Míra využití stroje udává, kolik procent doby stroj skutečně běží, když jej potřebujeme pro plánovanou výrobu. Tento parametr se vypočítá podle zlomku (viz Obr. 2.), v jehož čitateli se od celkového času, pro který byl stroj k dispozici, odečítají prostoje, kdy stroj stál. Tyto prostoje jsou například plánované i neplánované opravy, údržba, přestávky, čas potřebný na seřizování, nedostatek pracovníků, materiálu a další neplánované prostoje. Ve jmenovateli zlomku pak figuruje celkový čas, pro který byl stroj k dispozici. Tento parametr bývá také často označován jako „dostupnost“ a je často jedinou číselnou charakteristikou, kterou podniky využívají, což však není pro TPM dostatečné. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 85)

Míra výkonu stroje je parametr, který je ovlivněn zejména ztrátami rychlosti. Jedná se především o rozdíl mezi skutečnou rychlostí stroje, při které jsou produkovány výrobky, a rychlostí plánovanou. Další ztrátou jsou odchylky a přerušení, které jsou příčinou toho, že stroj neběží po celou dobu stejnou rychlostí. Pro výpočet tohoto parametru se do čitatele uvádí počet vyrobených kusů násobeným plánovaným cyklem pro výrobu jednoho kusu (taktem). Ten bývá určen například výrobcem stroje nebo oddělením průmyslového inženýrství. Ve jmenovateli je pak celkový čas, pro který byl stroj k dispozici, od kterého odečteme dobu prostojů (viz Obr. 2.). (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 86)

Posledním parametrem, který je potřeba pro výpočet koeficientu CEZ, je **míra kvality**. Ta zachycuje stupeň kvality vyprodukovaných výrobků. Pro pochopení toho, proč je i tento parametr důležitý z hlediska využití stroje, je nutné si uvědomit, že čas, který je využit na výrobu nekvalitního výrobku, je nenávratně ztracený. Míru kvality vypočítáme jako poměr mezi počtem kvalitních výrobků a celkovým počtem vyrobených kusů (viz Obr. 2.). (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 88)

Jakmile známe všechny tři předchozí parametry, můžeme podle výše zmíněného vzorce vypočítat „celkovou efektivnost zařízení“ jako součin těchto parametrů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 88)



Obr. 3. Výpočet CEZ (vlastní zprac. dle Mašína, 2000, s. 232)

4 ÚDRŽBA STROJŮ A ZAŘÍZENÍ

Základním cílem každé údržby je udržovat výrobní zařízení v technicky dobrém a provozuschopném stavu, a to při vynaložení optimálního množství nákladů. Splnění tohoto cíle není jednoduché, neboť údržba na jedné straně spotřebovává finanční prostředky, pracovní sílu a techniku, snižuje produktivní časový fond apod. a na straně druhé prodlužuje životnost a zvyšuje spolehlivost strojů a zařízení a přináší tedy nesporný užitek. Mezi těmito pozitivními a negativními aspekty údržby je pak nutno hledat optimální rovnováhu. (Voštová, Helebrant a Jeřábek, 2002, s. 3)

4.1 Definice údržby

Existuje celá řada definic údržby. Voštová, Helebrant a Jeřábek (2002, s. 4) uvádějí následující definici, která svým obsahem postihuje i definice ostatní: „*Obnovovací proces, jehož smyslem je systematické odstraňování důsledků fyzického, případně i ekonomického opotřebení jednotlivých prvků i celého systému zařízení, k němuž dochází v důsledku jeho využívání ve výrobním procesu při vynakládání optimálních nákladů*“.

4.2 Členění údržby

Systém údržby je možné členit podle několika hledisek:

4.2.1 Členění z hlediska obsahu

- Udržování (autonomní údržba) – mezi autonomní údržbu můžeme zařadit činnosti jako je čištění, ošetřování, základní mazání apod. Tyto činnosti snižují rychlost opotřebení.
- Opravy – tyto činnosti odstraňují následky opotřebení a vedou k opětovnému vytvoření požadovaného stavu.
- Kontrolně inspekční a revizní činnost – pomocí těchto činností se zjišťuje aktuální stav opotřebení. Patří sem např. technická diagnostika, odborné prohlídky, revize technických zařízení apod. (Voštová, Helebrant a Jeřábek, 2002, s. 4)

4.2.2 Členění z hlediska forem zabezpečení

- Údržba ve vlastní režii – společnost si provádí údržbu sama (interně). Pro tyto účely si vytváří vlastní opravářskou základnu.

- Dodavatelský způsob – společnost si zabezpečuje údržbu externě (provádí jiná firma).
- Servisní služba – zde se jedná o služby metodicko-informačního charakteru, technickou pomoc, inspekční, opravárenské a diagnostické služby. (Voštová, Helebrant a Jeřábek, 2002, s. 4)

4.2.3 Členění z časového hlediska

- Preventivní údržba – jinak ji můžeme nazvat také údržba plánovaná. Jejím hlavním cílem je předcházet škodám, které by mohly vzniknout v důsledku havárií a výpadků výroby.
- Korektivní údržba – jinak také neplánovaná. Jedná se o údržbu, která nastává až po poruše nebo havárii. Její podstatou je opětovné vytváření požadovaného stavu zařízení. (Voštová, Helebrant a Jeřábek, 2002, s. 4)

4.2.4 Členění z hlediska organizace údržby

- Decentralizovaná údržba – není vytvořen samostatný úsek údržby a údržbu zajišťují pracovníci organizačně začlenění pod úsek výroby.
- Centralizovaná údržba – pracovníci údržby jsou vyčlenění pod samostatný úsek.
- Kombinovaná údržba – spojuje dva předchozí typy, kdy udržovací činnosti mohou provádět pracovníci výroby a opravy a inspekci provádí pracovníci údržby. (Voštová, Helebrant a Jeřábek, 2002, s. 3)

4.3 Vývoj systémů údržby

S rozvojem doby procházely také systémy údržby jistým vývojem. Z tohoto hlediska je možné systémy údržby klasifikovat do několika vývojových etap neboli generací údržby:

4.3.1 Systém údržby po poruše

Provoz výroby běží bez větších nároků a nákladů na údržbu. Nejsou prováděny žádné údržbářské zásahy většího rozsahu až do doby poruchy nebo havárie. Tato koncepce je velmi nevhodná, jelikož neumožňuje zavedení systémového řešení údržby. Tento (ne)systém údržby je vhodné používat pouze u nedůležitých zařízení, která svým výpadkem nenaruší ani nijak neomezí výrobní proces. (Voštová, Helebrant a Jeřábek, 2002, s. 6)

4.3.2 Systém plánovaných preventivních oprav

Tento systém údržby spočívá v provádění plánovaných preventivních prohlídek a plánovaných preventivních oprav v předem stanoveném časovém cyklu.

V praxi je tento systém známý pod zkratkou PPO a jeho podstatou je provádění tzv. týdenních preventivek, čtvrtletních oprav (revizí), pololetních oprav a ročních oprav.

Systém plánovaných preventivních oprav je velmi nákladný a není optimální, jelikož nebere v potaz skutečný technický stav daného zařízení. Údržba je tedy prováděna i na zařízeních, které to v danou dobu v podstatě vůbec nepotřebují. (Voštová, Helebrant a Jeřábek, 2002, s. 6)

4.3.3 Systém diagnostické údržby

Jedná se o první systém údržby, který bere v potaz skutečný technický stav zařízení, který je zjišťován metodami technické diagnostiky. K údržbě a opravám strojů dochází až tehdy, kdy dosáhnout určité mezní fáze opotřebení nebo překročí přípustné tolerance. Pomocí již zmíněných metod technické diagnostiky se detekuje porucha, lokalizuje místo poruchy a specifikuje se její druh. Diagnostická měření mohou být prováděna v předem určených časových cyklech, na objednávku nebo průběžným monitorováním. Jinak se tento systém údržby nazývá také „Mezní údržba“, což je odvozeno od mezního stavu měřeného diagnostického parametru. (Voštová, Helebrant a Jeřábek, 2002, s. 7)

4.3.4 Systém prognostické údržby

Systém prognostické údržby logicky navazuje na předchozí systém údržby diagnostické a je jeho pokračováním. Na základě naměřených parametrů při diagnostikách není prováděno pouze vyhodnocení momentálního technického stavu zařízení, ale je prováděna také predikce (prognóza) tzv. zbytkové životnosti zařízení a také určení času do následně nutné opravy. Tento systém údržby je také často nazýván jako „Systém údržby podle skutečného stavu“. (Voštová, Helebrant a Jeřábek, 2002, s. 8)

4.3.5 Systém totálně produktivní údržby (TPM)

Totálně produktivní údržba je hlavním tématem této diplomové práce, a proto bude detailně rozebrána v následující samostatné kapitole.

5 TPM – TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA

Totálně produktivní údržba (TPM) je progresivní přístup k organizaci údržby, takovým způsobem, že se na ní nepodílejí pouze pracovníci údržby, ale také operátoři, technologové a manažeři. TPM je nutné chápat jako nepřetržitý a neustále se vyvíjející proces, který je třeba provádět na celopodnikové bázi a jehož prvním krokem je změna pohledu na spolupráci úseku výroby a údržby a dalších útvarů, které se podílejí na bezproblémovém průběhu výrobního procesu. (Tuček a Bobák, 2006, s. 278)

TPM je celosvětová výrobní iniciativa pro optimalizaci efektivnosti výrobního zařízení. Základním principem TPM je, že operátoři jsou první linií v obraně proti neplánovaným prostojům zařízení. Operátoři a ostatní osoby, které jsou v každodenním kontaktu s výrobním zařízením mohou využít svých znalostí provozních podmínek k předvídání a prevenci poruch a dalších ztrát souvisejících s výrobním zařízením. Toho mohou dosáhnout prostřednictvím pravidelného čištění a kontroly zařízení a také prostřednictvím týmových aktivit autonomní údržby, které řeší problémy související se stroji a zařízeními. (TPM for every operator, 1996, s. ix)

5.1 Definice TPM

Pro správné pochopení dopadu totálně produktivní údržby je nutné stanovit si definici této metodiky. TPM jsou údržbové činnosti, které jsou produktivní a jsou realizovány všemi zaměstnanci společnosti. TPM slučuje každého ve společnosti, od operátorů až po nejvyšší management, při zlepšování zařízení. Zahrnuty jsou všechny oddělení: údržba, výroba, kvalita, nákup, finance, sklad a další. (Wireman, 2004, s. 1)

Mašín a Vytlačil (2000, s. 40) uvádějí následující zjednodušenou definici TPM. „*Totálně produktivní údržba je soubor aktivit vedoucích k provozování strojního parku v optimálních podmínkách a ke změně pracovního systému, který udržení těchto podmínek zajišťuje*“.

Kompletní definice zahrnuje následující body:

- TPM je celopodnikový systém produktivní údržby, který zahrnuje produktivní, preventivní i prediktivní údržbu a zlepšování údržby;
- Cílem TPM je maximalizace efektivnosti výrobního zařízení;
- TPM zahrnuje každého jednotlivého zaměstnance od top-managementu až po řadového pracovníka;

- TPM je založeno na podpoře preventivní a produktivní údržby pomocí týmové práce (zejména v rámci samostatné údržby). (Tuček a Bobák, 2006, s. 279)

5.2 Historie TPM

TPM vznikla v Japonsku a původně byla strategií pro správu zařízení navrženou pro podporu strategie Total Quality Managementu. Japonci si uvědomili, že firmy nemohou produkovat konzistentně kvalitní výrobky bez správně udržovaných strojů a zařízení. (Wireman, 2004, s. 5)

Kořeny TPM sahají do 50. let 20. století, kdy byla v Japonsku uvedena do života filozofie preventivní údržby. Období přecházející roku 1950 se dá označit jako období údržby po poruše. Metodika totálně produktivní údržby byla v Japonsku poprvé aplikována v 70. letech 20. století. Vývoj údržby se tedy dá rozdělit do čtyř fází: 1. Údržba po poruše 2. Preventivní údržba 3. Produktivní údržba 4. TPM. (Nakajima, c1988, s. 8)

V následujícím přehledu je uvedeno několik historických milníků rozvoje TPM v Japonsku:

- 1951 – první firma Toa Nenryo Kogyo zavádí preventivní údržbu;
- 1953 – založení Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM);
- 1960 – první konference o údržbě v Tokyu;
- 1962 – první mise do USA;
- 1964 – první udělení ceny za preventivní údržbu;
- 1969 – založen Japan Institute of Plant Engineers (JIPE);
- 1970 – mezinárodní konference v Tokyu;
- 70. léta – rozvoj TPM u dodavatelů Toyoty;
- 80. Léta – statická prevence nahrazována prediktivní údržbou a TPM;
- 90. Léta – TPM je standardní provozní metoda u kvalitních firem. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 33)

Ve Spojených státech a Evropské unii se metoda TPM začala více rozvíjet až v 90. letech 20. století. V posledních letech 20. století se TPM začíná zavádět i v prvních podnicích v České Republice. Za průkopníky v této oblasti u nás lze považovat Škodu Auto Mladá Boleslav, Barum Continental Otrokovice a Autopal Nový Jičín. V roce 1994 byl v Liberci založen Institut průmyslového inženýrství (IPI), který byl první tuzemskou vzdělávací a poradenskou organizací zabývající se problematikou totálně produktivní údržby. Za zmínku zde určitě stojí také několik milníků rozvoje metody TPM v ČR:

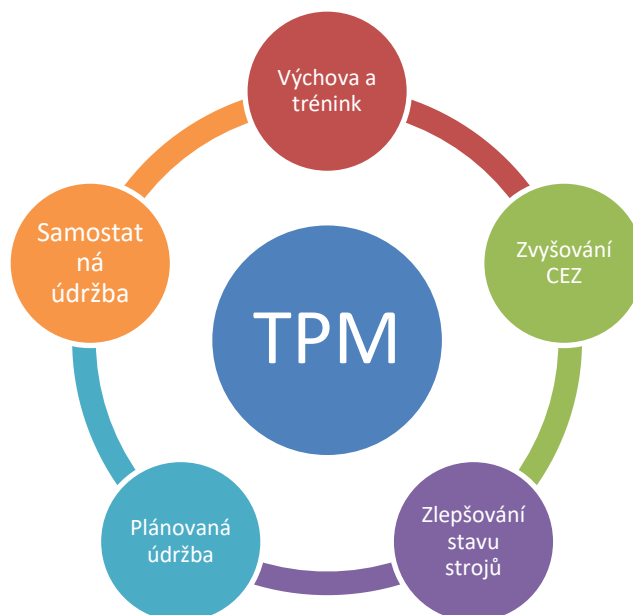
- 1994 – první projekt TPM v ČR (Škoda Auto)
- 1994 – první projekty IPI v oblasti TPM
- 1995 – IPI provedl první samostatné audity údržby
- 1996 – první české video o TPM (BARUM Continental, IPI)
- 1998 – založena Česká společnost pro TPM (ČSTPM)
- 2000 – první samostatná konference o TPM v Liberci
- 2000 – první česká kniha o TPM

(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 39-40)

5.3 Základní pilíře TPM

Metoda TPM se opírá o následujících 5 základních pilířů:

- měření celkové efektivity zařízení (CEZ) a její maximalizace;
- realizace systému samostatné (autonomní) údržby;
- systém plánované údržby;
- trénink a vzdělávání pracovníků údržby a operátorů;
- systém zlepšování stavu strojů. (Tuček a Bobák, 2006, s. 280)



Obr. 4. Základní pilíře TPM (vlastní zprac. dle Tučka a Bobáka, 2006, s. 280)

5.4 Cíle TPM

TPM si klade za cíl budovat zdravější společnost posilováním lidí i zařízení. Ztráty související se stroji a zařízeními jsou na pracovištích všudypřítomné. Předpoklady minulosti, že současný stav musí být akceptován nebo že poruchy a vady jsou mimo naši kontrolu, nám nikdy nedovolí zbavit se veškerých ztrát. Z toho vyplývá že ke zlepšení zařízení a k eliminaci poruch, vad a dalších ztrát je třeba posílit dovednosti všech zaměstnanců. Rozvoj silnějších zaměstnanců a zařízení buduje odolnější společnosti. (TPM for every operator, 1996, s. 14)

Hlavními obecnými cíli metodiky TPM je dosažení nulových prostojů výrobních zařízení, nulových závad výrobního systému a také nulových neshod systému člověk-stroj. Konkrétně je cílem metody TPM eliminace následujících příčin ztrát při využívání strojů a zařízení:

- poruchy a neplánované prostoje,
- ztráty spojené s výměnou a seřizováním,
- krátká zastavení stroje a běh naprázdno,
- ztráty rychlosti v průběhu výroby,
- kvalitativní ztráty a vícepráce,
- ztráty při náběhu a technologických zkouškách. (Tuček a Bobák, 2006, s. 281)

Slovo „total“ v anglickém názvu metodiky TPM (Total Productive Maintenance) má tři významy týkající se tří důležitých vlastností TPM: totální účinnost, totální preventivní údržba, totální účast. (Nakajima, c1989, s. 6)

5.5 Přínosy z implementace TPM

Zavádění metodiky TPM v podnicích má celou řadu pozitivních vlivů, které pomohou podniku zvyšovat jeho konkurenceschopnost na trhu. Za zmínku stojí především tyto:

- zvyšování výrobní kapacity strojů a zařízení,
- zkracování výrobních časů,
- snižování nákladů na údržbu a opravy,
- zlepšování procesů,
- zvyšování motivace zaměstnanců,
- snižování prostojů a poruch. (Legát, 2013, s. 152)

Nakajima (c1989, s. 7) tvrdí, že TPM má dva cíle – nulové poruchy a nulové vady. Jakmile jsou poruchy a defekty odstraněny, zvyšuje se celková efektivnost zařízení, snižují se náklady, zásoby mohou být minimalizovány, důsledkem čehož se zvyšuje produktivita práce. Jako příklady efektivnosti TPM z konkrétních firem uvádí například snížení počtu poruch na 1/50 původního čísla nebo zvýšení využití zařízení o 17 až 26 procent. Další firmy vykazují například devadesátiprocentní snížení vad v procesu a zvýšení produktivity práce o 40 až 50 procent. Je jasné, že takových výsledků není možné dosáhnout přes noc. Obvykle trvá přibližně tři roky od začátku zavádění TPM k dosažení výše zmíněných výsledků. V počátečních fázích TPM musí firmy naopak počítat s náklady navíc na uvedení zařízení do správných podmínek a také na školení zaměstnanců. S růstem produktivity jsou ale tyto náklady rychle kompenzovány.

Dle Legáta (2013, s 153) mohou podniky očekávat následující minimální dosažené přínosy z realizace TPM v průběhu jednoho roku:

- zvýšení CEZ (OEE) minimálně o 6 % za rok,
- snížení poruchovosti strojů a zařízení o 20 až 35 % za rok,
- zvýšení pohotovosti o 2 až 3 % za rok,
- prodloužení střední doby poruchy,
- zkrácení střední doby údržby,
- zlepšení poměru plánované údržby k údržbě po poruše,
- dosažení požadované úrovně indexů způsobilosti procesu (C_p , C_{pk}) a indexů způsobilosti stroje (C_m , C_{mk})
- snížení nákladů na údržbu. (Legát, 2013, s. 153)

Autoři Mašín a Vytlačil (2000, s. 55) uvádějí jako hlavní přínos metody TPM snižování prostojů strojů a zařízení. Vyplývá to z logické podstaty věci, jelikož podnik vydělává peníze pouze tehdy, pokud stroje běží. Provádění oprav i čekání strojů na tyto opravy jsou zdroje zvyšování nákladů. Zvyšování celkové efektivnosti zařízení je jednoznačným nástrojem pro snižování nákladů vynaložených na jeden výrobek, a tedy i nástrojem pro zvyšování zisku. Jako názorné příklady je možné zmínit některé konkrétní přínosy programu TPM v různých podnicích:

- snížení míry vad o 90 % (Nissan);
- redukce počtu údržbářských zásahů o 29 % za tři měsíce (Boeing);
- zvýšení produktivity o 50 % (Dai Nippon).

Metodika TPM přináší vedle těchto jasně vyčíslitelných přínosů také zlepšení v oblasti rozvoje pracovníků, zlepšování podnikové kultury, disciplíny a pořádku. Zavádění metody TPM a prezentace jejích přínosů je velmi žádané zákazníky, kteří stále častěji provádějí audity u svých dodavatelů a vyžadují zavádění podobných metod. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 56)

5.6 Implementace TPM (Program TPM a jeho řízení)

Hlavním cílem zavádění TPM je eliminace šesti hlavních ztrát v provozu strojů. Pro dosažení tohoto cíle je nejdříve nutné změnit postoje lidí a rozšířit jejich schopnosti. Tím že zvýšíme motivaci a kompetence lidí můžeme maximalizovat efektivní využití strojů. Třetí podstatnou podmínkou pro zlepšení v oblasti provozu strojů a zařízení je zlepšení pracovního prostředí. Pro splnění těchto tří základních podmínek je nezbytná podpora systematického programu pro zavádění TPM ze strany vedení. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 57)

Doplnění tradičních přístupů k údržbě o prvky TPM není jednorázovou ani jednoduchou záležitostí. Pro dosažení cílů TPM je nutné si uvědomit, že se jedná o poměrně širokou oblast podnikových aktivit. Z tohoto důvodu je dobré tuto oblast rozdělit do několika základních bloků. Podle Institutu průmyslového inženýrství je možné problematiku TPM rozdělit do tzv. 6 bloků TPM:

1. měření a analýza ztrát,
2. samostatná údržba,
3. plánovaná údržba,
4. trénink pracovníků,
5. hladké přejímky a náběhy,
6. zlepšování stavu strojů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 58)



Obr. 5. Šest bloků TPM (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 58)

Tyto bloky komplexně pokrývají aktivity v oblasti oprav po poruše, preventivní, produktivní, prediktivní údržby včetně aktivit spojených s projekty (návrh, instalace i náběh nových technologií) a zlepšování procesů v údržbě. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 59)

5.7 Program TPM

Implementace TPM je velmi komplexní a náročný proces vyžadující adekvátní podnikový program, který by se měl skládat ze dvou hlavních částí:

- Přípravné aktivity programu TPM
- Naplňování jednotlivých bloků TPM (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 60)

Tab. 1. Program TPM (Mašín a Vytlačil, 2000, s.60)

Fáze	Bod	Název	Obsah
Příprava	1	Zahájení programu	Prohlášení vedení firmy k programu TPM, první tréninkové semináře
	2	Vytvoření organizace programu TPM	Vytvoření organizační struktury programu, sestavení týmu TPM, určení podnikového koordinátora TPM
	3	Analýza výchozího stavu	Analýza současného stavu, studie proveditelnosti, sociální studie, anketa
	4	Vize a akční plány	Definování vize a cílů TPM jednotlivých pracovišť, cíle firmy – predikce výsledků, sestavení plánů pro zavádění TPM ve firmě
Zavádění	5	Analýza využití strojů	Činnosti vedoucí k měření a analýze základních parametrů využití strojů
	6	Program samostatné údržby	Převádění činností rutinní údržby na operátory (7 kroků)
	7	Program plánované údržby	Zlepšování stavu v oblasti preventivní a plánované údržby, kterou provádí údržbáři, management náhradních dílů
	8	Trénink pracovníků	Vzdělávání údržbářů i operátorů, členové týmu TPM a údržbáři plní roli trenérů obsluhy
	9	Hladké přejímky	Opatření snižující náklady i počet problémů při instalaci a náběhu nových strojů
	10	Zlepšování stavu strojů	Cílené odstraňování ztrát prostřednictvím technických i organizačních opatření

5.7.1 Analýza výchozího stavu

Pro úspěšné zavedení TPM je důležité nejdříve provést tzv. „analýzu výchozího stavu“.

Jejími cíli je zejména:

- zjistit, zda podnik program TPM skutečně potřebuje (s ohledem na současnou situaci podniku a jeho priority);
- stanovit současné klima a motivaci pracovníků;
- určit jaký je současný stav strojů, ale také celých pracovišť;
- vyhodnotit míru využívání strojů a zařízení;

- zhodnotit přístup pracovníků údržby a výroby;
- stanovit oblasti tréninku;
- navrhnout možná zlepšení strojů, procesů a pracovišť. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 72)

Výstupy z této analýzy jsou podkladem pro zavádění TPM, které odpovídá potřebám a možnostem konkrétní firmy. Výsledky analýzy současného stavu jsou také důležitou informací pro management a podnikový tým TPM před zahájením programu TPM. Na jejich základě je možné stanovit základní cíle programu, určit jeho silná a slabá místa, určit priority programu a také pochopit nutnost realizace takového programu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 72)

5.7.2 Měření a analýza ztrát

Důležitým bodem programu TPM je také proces měření ztrát. Měření velikosti ztrát je ale pouze prvním krokem. Pro naplnění cílů TPM je nutné získaná data a informace správně analyzovat. Pro zvládnutí této části programu TPM je možné doporučit postup, který se skládá z následujících kroků:

1. stanovení ztrát, které budou sledovány (třídění ztrát);
2. určení systému sběru dat;
3. ověření a zavedení systému sběru dat;
4. pravidelné měření rozsahu každé ztráty;
5. pravidelné provádění výpočtu např. CEZ a jeho parametrů;
6. pravidelné zjišťování, které hlavní překážky (příčiny) stojí v cestě zlepšení míry využití, výkonu a kvality;
7. pravidelné vyhodnocování vývoje (trendu) parametru využití strojů a zařízení a určování tzv. úzkých míst;
8. návrhy opatření pro zlepšení současného stavu (minimálně u úzkých míst);
9. realizace navržených opatření;
10. sledování a vyhodnocování účinnosti implementovaných opatření. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 91)

Pro důkladné provedení analýz ztrát v rámci programu TPM se podle Mašína a Vytlačila (2000, s. 94) používá následujících sedm nástrojů:

1. analýza CEZ a určování úzkých míst,
2. paretova analýza,

3. diagram příčin a následků,
4. strom poruch (Fault Tree Analysis),
5. 3xO analýza,
6. FM analýza,
7. analýza spolehlivosti (křivka spolehlivosti).

5.8 Samostatná (autonomní) údržba

Přílišné spoléhání v oblasti inspekčních prohlídek strojů a preventivní údržby pouze na specialisty (údržbáře) obecně nevede k příliš dobrým výsledkům. Proto je vhodné tyto aktivity částečně přenést také na pracovníky obsluhy strojů (operátory). Ti v rámci programu TPM provádějí především tzv. samostatnou údržbu, do které patří čištění, seřizování, mazání a další jednoduché rutinní aktivity, na které jsou operátoři vyškoleni a trénováni krok po kroku. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 111)

Slovo autonomní znamená nezávislá, a proto autonomní údržba odkazuje na aktivity navržené k zapojení operátorů do udržování zařízení, na kterých pracují, a to nezávisle na oddělení údržby. Výrobní provozy tradičně fungovaly za předpokladu, že cokoliv co se týká strojů a zařízení (dokonce i nejzákladnější péče o zařízení), je odpovědností oddělení údržby. S takovýmto přístupem se nelze úplně zbavit poruch a vad. TPM postupně eliminuje poruchy a vady trénováním operátorů k tomu, aby hráli centrální roli preventivní údržby tím, že provádějí každodenní autonomní údržbu. (TPM for every operator, 1996, s. 63)

Program samostatné údržby v rámci TPM má tři základní účely. Za prvé spojuje pracovníky údržby a výroby v cestě za dosahováním společného cíle. Tímto cílem je stabilizace a zvyšování úrovně efektivního využívání strojů a zařízení a také zabránění zrychlenému zhoršování stavu strojů. Jelikož v současné době nemá často údržba dostatek času nebo kapacit k provádění běžných denních úkolů v oblasti rutinní údržby, vykonávají tyto úkony pracovníci obsluhy. Jedná se zejména o čištění a inspekci, mazání, kontrolu přesnosti, ale i jiné úkoly včetně jednoduchých oprav a výměn. Za druhé, program samostatné údržby podporuje vzdělávání operátorů a je navržen tak, aby se naučili více o funkci zařízení, které obsluhují, jaké problémy se na těchto zařízení běžně vyskytují a také jak těmto problémům předejít jejich včasnou identifikací. Za třetí, program samostatné údržby a TPM celkově připravuje operátory jako aktivní partnery údržby a inženýrů při zvyšování celkové efektivnosti zařízení. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 111; Legát, 2013, s. 148)

Mezi činnosti, za které mohou obecně převzít zodpovědnost operátoři namísto pracovníků údržby, patří například tyto:

- čištění strojů a zařízení;
- jednoduché seřizování a výměna nástrojů;
- identifikace poruch;
- mazání strojů a zařízení;
- autonomní kontrola chodu stroje či zařízení;
- autonomní analýza ztrát;
- udržování a vytváření dokumentace apod. (TPM for every operator, 1996, s. 63; Mašín a Vytlačil, 2000, s. 112;)

Samostatná údržba učí pracovníky obsluhy porozumět strojům a zařízením, na kterých pracují. Tyto znalosti se neomezují jen na ovládání a obsluhu. V novém pracovním systému, který je vytvářen při zavádění metody TPM, má obsluha za úkol provádět i činnosti, které jsou tradičně považovány za práci údržby. Tento přístup nabývá na důležitosti zejména s rostoucími nároky na odbornost a kapacitu údržbářů z důvodu všeobecného zvyšování složitosti strojů a zařízení. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 113)

5.8.1 Metoda 5S – základní principy samostatné údržby

Při zavádění samostatné údržby je vhodné použít metodu 5S. Tato metoda označuje pět základních principů pro dosažení trvale čistého, přehledného, organizovaného a disciplinovaného pracoviště a kompetentních pracovníků. Název 5S vychází z pěti japonských slov, které začínají na „s“ a označují 5 základních principů pro udržování a organizaci pracoviště:

- Seiri = pořádek na pracovišti, odstranění všeho přebytečného;
- Seiton = Správné ukládání a eliminace hledání;
- Seiso = čištění a udržování pořádku, zvýraznění abnormalit;
- Seiketsu = standardizace a udržování čistoty;
- Shitsuke = disciplína a dodržování standardů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 113; Ikvalita; Brau, 2016)

SEIRI

Cílem prvního principu metodiky 5S je oddělit potřebné a nepotřebné věci. Ty nepotřebné by měli být z pracoviště odstraněny. V rámci těchto aktivit je nutné přemýšlet i o tom, jak

vlastně byly nyní nepoužívané přípravky, nástroje a další materiál dříve používány a jsou-li stále potřebné. (Ikvalita)

Prvním krokem principu seiri je klasifikaci všech položek na pracovišti do dvou kategorií:

- položky nezbytné
- položky zbytečné

Pro nezbytné položky by měl být stanovený maximální počet. Na pracovištích, kde nebyla zavedena metoda 5S, lze obvykle nalézt mnoho různých věcí. Při bližším zkoumání je možné zjistit, že pouze málo z těchto věcí je opravdu potřebných pro každodenní práci a nebudou použity buď nikdy nebo nejsou používány pravidelně. Na pracovištích se vyskytují např. nepoužívané stroje, formy, zmetky, obrobky, zásoby, díly, police, kontejnery, stoly, krabice, palety a různé další věci obvykle v závislosti na povaze výroby. Jednoduchým základním pravidlem v rámci kroku seiri, je z pracoviště odstranit vše, co nebude použito v nejbližších 30 dnech. (Imai, 2005, s. 71)

SEITON

Další krok metodiky 5S má za úkol umístit nejčastěji užívané a často potřebné věci tak, aby mohly být rychle a jednoduše použity. V praxi to znamená, že nejčastěji používané věci by měli být umístěny co nejbliže od místa jejich používání. Umístění jednotlivých věcí je nutné dobře označit, aby bylo pro každého jasné, kam co patří. Při výběru umístění je nutné dbát také na bezpečnost uložení a brát v potaz také speciální vlastnosti (citlivost na vlhkost, teplotu atd.). (Ikvalita)

V rámci kroku seiton je potřeba provést klasifikaci potřebných věcí dle jejich použití a seřadit je tak, aby jejich nalezení vyžadovalo minimální množství času a úsilí. Pro dosažení tohoto stavu musí mít každá položka své místo určení, název a objem či počet. (Imai, 2005, s. 73)

Autoři Mašín a Vytlačil (2000, s. 116) definují v rámci principu seiton následující kroky:

- odstranění přebytečných věcí;
- vyčištění špíny;
- organizaci ukládacích míst musí předcházet jejich čištění;
- všechny věci a místa musí mít svoji adresu;
- je důležité se důsledně zabývat uložením pomůcek, nástrojů a přípravků;
- jednotlivá místa musí být jednoznačně popsána;

- principy 5S je nutné aplikovat i pro zdánlivě nevýznamné pomůcky a nástroje;
- stanovení míst pro uložení musí být konzultováno s obsluhou strojů a členů výrobních týmů;
- je dobré využívat barevného značení a dělení ploch, směrů toku, skříněk, regálů, důležitých míst apod;
- využívání principů vizuálně řízeného pracoviště;
- využívání principu 3 základních otázek – Kde? Co? Kolik?

SEISO

Třetím principem metody 5S je princip seiso. Podstatou tohoto kroku je čištění a udržování pořádku a také zvýrazňování abnormalit. Seiso znamená vyčištění pracoviště, strojů, nástrojů, ale také podlahy, zdí a celkově všech míst na pracovišti. Seiso ale zahrnuje také kontrolu, jelikož obsluha může během čištění strojů a zařízení odhalit různé drobné poruchy a nedostatky. V případě, že je stroj pokrytý mastnotou, sazemí nebo prachem, je těžké zaregistrovat jakékoliv menší poruchy, které se mohou na stroji vyskytovat. Pokud je ale stroj čistý nebo v průběhu čištění je mnohem snadnější odhalit únik oleje, prasklinu krytu, nebo uvolněné matice a šrouby. Po odhalení těchto a podobných problémů, už většinou není velký problém je odstranit a uvést je do pořádku. (Imai, 2005, s. 74)

V rámci principu seiso by měly být prováděny následující kroky:

- účelem čištění je zbavit pracoviště špíny a nečistot a tento stav dále udržovat;
- stanovení toho, co a jak často se má čistit;
- vybrat vhodné metody čištění a čisticí pomůcky;
- stanovit, kdo je za každý úkon zodpovědný;
- při čištění je důležité objevovat abnormality a odchylky a označovat je;
- na čištění by se měli podílet všichni;
- tvorba standardů, map a harmonogramů čištění (musí být viditelně vystaveny);
- úklid provádět efektivně (během 5 minut čištění se toho dá stihnout hodně);
- optimalizace prostředků pro čištění. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 117)

SEIKETSU

Dalším krokem metody 5S je princip seiketsu, jehož podstatou je standardizace a udržování čistoty. V podstatě věci jde o neustálé a opakované zlepšování organizace práce, uspořádání pracoviště a udržování čistoty na pracovišti. Důležitým aspektem je také zlepšování

pracovního prostředí tak, aby bylo možné pracovat rychle, kvalitně a efektivně. Jedná se o tzv. vizuální management nebo vizualizaci. (Ikvalita)

Seiketsu ale také znamená udržovat osobní čistotu a to v tom smyslu, že mají pracovníci vhodný pracovní oděv, ochranné brýle, rukavice a pracovní boty a že je pracoviště udržováno v čistém a zdravotně nezávadném stavu. Hlavním významem kroku seiketsu je pokračovat neustále a každý den v práci na předchozích principech seiri, seiton a seiso, tak aby se z nich stal standard. (Imai, 2005, s. 75)

Autoři Mašín a Vytlačil (2000, s. 118) opět definují podstatu principu seiketsu v několika bodech. Tvrdí, že tajemství seiketsu spočívá ve třech NE, které každý trvale dodržuje (NE zbytečným věcem, NE nepořádku, NE špíně). Uvádějí také, že seiketsu má největší dosah ze všech bodů 5S. Dalšími důležitými body v rámci principu seiketsu jsou podle nich tyto:

- při tvoření standardů využívat v co největší míře obrázků a fotografií
- standardy je nutné zlepšovat a optimalizovat
- je důležité, aby se na vytváření standardů podíleli ti, kteří je budou muset dodržovat
- standardy by měly být vizualizovány co nejbližší místu, kde se jimi bude třeba řídit

SHITSUKE

Posledním krokem v rámci metodiky 5S je tzv. shitsuke což znamená disciplínu a dodržování standardů. Tento krok je velmi důležitý, a zvláště vedoucí pracovníci by měli jít příkladem. Všichni zaměstnanci by měli být seznámeni s firemními pravidly a se zásadami 5S. Cílem je podporovat správné návyky pracovníků hned od jejich nástupu na pracoviště. (Ikvalita)

V přeneseném slova smyslu znamená shitsuke sebedisciplínu. Pouze ti, kteří praktikují seiri, seiton, seiso a seiketsu v rámci každodenní rutiny, zvládají také shitsuke a získali tedy sebedisciplínu. Metodiku 5S je možné nazvat filozofií či způsobem života. Základem této metodiky je dodržovat to, na čem jsme se dohodli. Pracovníci by měli v každém kroku dodržovat dohodnutá pravidla a než dosáhnou shitsuke, osvojí si sebedisciplínu, která je potřebná ke každodennímu dodržování těchto kroků. Proto je poslední princip metodiky 5S nazýván právě sebedisciplínou. (Imai, 2005, s. 75)

V rámci principu shitsuke jsou definovány následující body:

- plnění standardů a pravidel,
- provádění auditů stavu pracoviště,

- důležité je pochopení slabých stránek,
- využívání fotografií, jednobodových lekcí, videoprogramů a prezentací,
- konstruktivní kritika jako základ pro dobrý výcvik v 5S a TPM,
- vystavování fotografií stavů před a po,
- vedoucí by měl jít příkladem celému týmu,
- společné stanovení nápravných opatření ke zlepšení stavu,
- využívání kontrolních listů a seznamů pro kontrolu a identifikaci odchylek. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 119)

V této poslední fázi zavádění metodiky 5S by měl management zavést standardy pro každý z pěti kroků a zasadit se o jejich dodržování. Důležitou součástí těchto standardů by měl být také způsob, jak v každém z těchto kroků hodnotit a oceňovat dosažený pokrok. (Imai, 2005, s. 75)



Obr. 6. Metoda 5S (Asklean)

5.8.2 7 kroků pro zavedení samostatné údržby

Podstatou samostatné (autonomní) údržby je to, že operátoři sami provádějí část údržbových zásahů. Ostatní úkoly údržby, které jsou komplikované a vyžadují speciální kvalifikaci,

zůstávají v kompetenci pracovníků údržby. Pro provádění některých jednodušších údržbářských zásahů jsou vhodnější operátoři, jelikož lépe znají zařízení a využívají své zkušenosti z výroby. Získávají také časem cit při odhalování abnormalit v chodu zařízení a dokáží rozpoznat hrozící poruchu již předem. Díky tomu je možné výrazně snížit neplánované prostoje. (Legát, 2013, s. 147)

Při zavádění samostatné údržby je vhodné si cestu rozdělit do několika kroků. Takový přístup je důležitý, jelikož provádět více věcí najednou je v rámci programů jako je TPM velmi obtížné. Proto je dobré postupovat krok za krokem a držet se obecného principu „od jednoduchého ke složitějšímu“. Podle metodiky Institutu průmyslového inženýrství se samostatná údržba zavádí v následujících sedmi krocích:

1. úvodní čištění,
2. odstranění problematických míst a zdrojů znečištění,
3. autonomní mazání,
4. trénink obecné inspekce,
5. provádění samostatné inspekce a oprav,
6. řízení pracoviště s ohledem na CEZ
7. samostatná správa a další zlepšování. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 122)

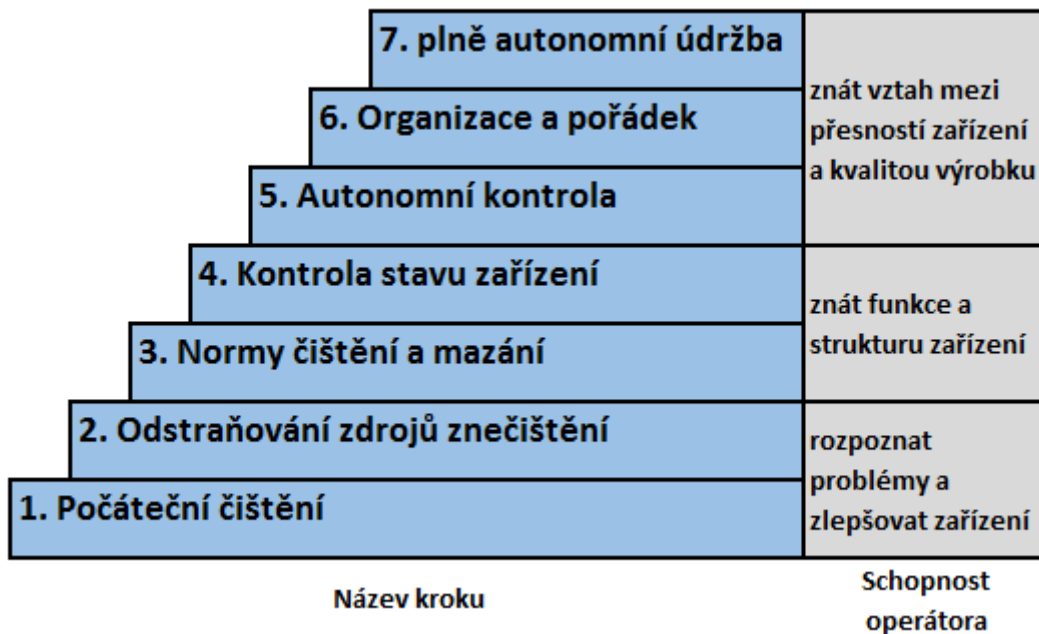
Podobné rozdělení autonomní údržby do sedmi kroků uvádí také Legát (2013, s. 147). Přičemž v krocích 1 (počáteční čištění), 2 (odstraňování zdrojů znečištění) a 3 (normy čištění a mazání) je cílem zabezpečit základní podmínky pro korektní chod stroje, které jsou důležité pro účinnou autonomní údržbu. V rámci těchto prvních tří kroků jde především o zlepšení prostředí, ve kterém stroje pracují. Toho lze dosáhnout důkladným prováděním čištění, mazání, utahování uvolněných částí apod. Tyto kroky jsou výchozím stavem pro provádění autonomní údržby.

Následné kroky 4 (kontrola stavu zařízení) a 5 (autonomní kontrola, prohlídky) v sobě zahrnují činnosti, které jsou spojené s prováděním základní kontroly a z nich odvozených opatření. Pro provádění těchto kroků je důležité:

- Stanovit standardy
- Zaměření pracovníků na odchylky chodu strojů a zařízení od normálu
- Zlepšování znalostí pro provádění některých údržbářských zásahů na zařízeních

V posledních krocích 6 (organizace a pořádek) a 7 (plně autonomní údržba, rozvoj autonomní údržby) jsou důležité zejména získané zkušenosti a znalosti v péči o stroje a

zařízení. Zlepšovací aktivity jsou postupně rozšiřovány na celé pracovní okolí. Operátoři berou za své cíle podniku a mají snahu o dosažení a udržování bezztrátovosti a bezporuchovosti na svém pracovišti. (Legát, 2013, s. 148)



Obr. 7. Sedm kroků autonomní údržby (vlastní zprac. dle Legáta, 2013, s. 147)

5.9 Plánovaná údržba

Plánovaná nebo také preventivní údržba je pro udržení normálního stavu strojů a zařízení velmi důležitá. Mnoho podniků neprovádí tento typ údržby na dostatečné úrovni, jelikož ji často provádí ten samý odbor údržby, který je zodpovědný za odstraňování poruch. To vede k tomu, že tento druh péče o stroje a zařízení je velmi často odsunut na druhou kolej. Opravy po poruše mají bohužel často přednost před prováděním plánované preventivní údržby. Proto je jedním z cílů programu TPM najít cestu, která umožní v celém podniku provádět plánovanou preventivní údržbu tehdy, kdy je naplánovaná. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 163)

Podle institutu průmyslového inženýrství je definice plánované údržby následovná: „Střednědobě (měsíc) až dlouhodobě (rok) plánovaná preventivní nebo prediktivní údržba prováděná specialisty-údržbáři, při níž se provádí dvě základní aktivity – preventivní inspekce a preventivní opravy na základě stavu zjištěného při inspekci, které jsou zaměřeny na snížení pravděpodobnosti poruchy nebo ztrátu funkčních vlastností stroje.“ Dle příručky managementu jakosti v německém automobilovém průmyslu VDA 6.1 je plánovaná údržba definovaná jako všechny ošetřovací, inspekční a údržbové práce na výrobním zařízení,

určené k zábraně nepředvídatelného výpadku stroje nebo odchylce procesu. Plán takové údržby obsahuje potřebné práce včetně preventivních v čase a objemu pro všechna strojní zařízení včetně nástrojů, přípravků, počítačů i software. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 164)

Hlavními prvky plánované údržby jsou tyto:

- preventivní údržba s předem naplánovaným intervalem (staří stroje se nebere v úvahu)
- preventivní údržba, která je předem plánována s ohledem na dobu provozu stroje (staří stroje)
- prediktivní údržba na základě diagnostického měření zvoleného parametru ve stanoveném čase
- prediktivní údržba, která je prováděna na základě sběru dat v pravidelných intervalech a jejich srovnávání s hodnotami získanými v optimálních podmínkách provozu (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 165)

Program plánované údržby má být dle Legáta (2013, s. 148) zaměřen na vytvoření efektivního systému údržbářských zásahů, jehož úkolem je zabezpečit stabilní výrobní proces. Preventivní údržba je pak zaměřena na přesun údržbářských kapacit na činnosti, které mají zajistit předcházení poruchám.

Dle Boledoviče (2010, s. 37) jsou v rámci plánované preventivní údržby prováděny údržbářské zásahy, které vyžadují speciální znalosti. Mezi tyto opatření, které provádí specializované oddělení údržby, patří například: údržba na zařízeních, pro kterou jsou potřeba speciální pomocné látky nebo nářadí, inspekce pomocí drahých měřících přístrojů, časově náročné opravy prováděné mimo regulérní dobu výroby (generální opravy) a další.

Obecně lze říci, že kromě výše zmíněných opatření zahrnuje program plánované údržby takové aktivity, které zaprvé zvyšují kvalitu a produktivitu výroby a zadruhé redukuje počet údržbářských výkonů. (Boledovič, 2010, s. 37)

Pro to, aby bylo dosaženo nulových cílů TPM (nulové chyby, nulové prostoje, nulové úrazy) nestačí pouze zavedení autonomní údržby. Důležité je efektivní propojení kroků autonomní údržby s kroky údržby plánované. Pouze tímto způsobem je možné dosáhnout vytyčených cílů. (Boledovič, 2010, s. 38)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

Společnost patří do skupiny významných dodavatelů výlisků pro automobilový průmysl. Mezi významné zákazníky patří nadnárodní společnosti zabývající se výrobou komponentů pro automobilový průmysl jako např. Autoliv, Continental, Robert Bosch, Faurecia, ZF TRW, Varroc, Adient, Yangeng, Denso a další. K nejvýznamějším konečným odběratelům patří Škoda Auto, Volkswagen, Renault a Dacia.

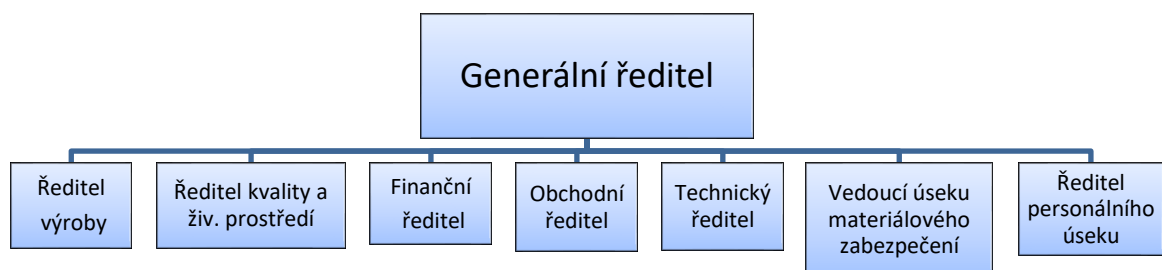
6.1 Historie společnosti

Společnost byla založena v roce 1993 se zaměřením na výrobu obuvnických komponent a na dodávky technických výlisků pro automobilový průmysl.

V roce 1999 byla výroba obuvnických komponent vyčleněna mimo firmu. Nosným výrobním programem zůstala výroba technických výlisků pro automobilový průmysl.

Od konce roku 2008 patří společnost do nejmenované nadnárodní skupiny. Jednou z hlavních divizí této nadnárodní skupiny je divize Automotive, která se dále člení na divize plastů, obrábění kovů, lisování kovů a tváření trubek. Celkem má tato nadnárodní skupina 18 výrobních závodů v Evropě, Africe, Jižní Americe a NAFTA regionu.³

6.2 Organizační struktura společnosti

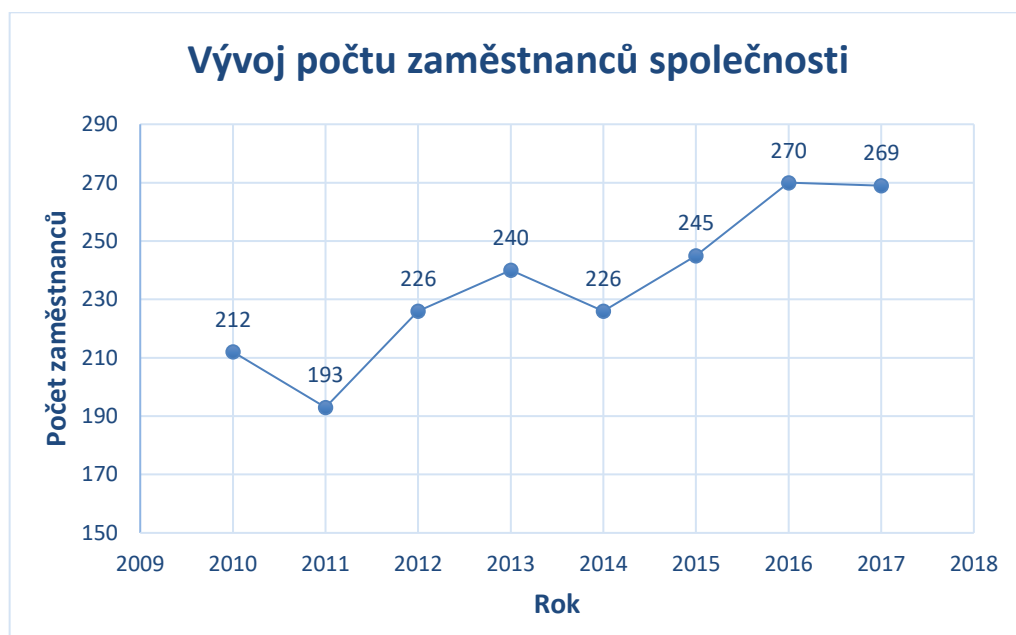


Obr. 8. Organizační struktura společnosti (vlastní zpracování dle interních dokumentů)

Jak je vidět na obrázku výše (Obr. 8.), organizační struktura společnosti má klasickou lineární podobu. Nejvyšším článkem struktury je generální ředitel, který má pod sebou 7 hlavních úseků: výrobu, kvalitu a životní prostředí, finance, obchod, technický úsek, úsek materiálového zabezpečení a personální úsek.

6.3 Vývoj počtu zaměstnanců

Na následujícím grafu 1. je znázorněn vývoj počtu zaměstnanců společnosti v období od roku 2010 do roku 2017. Z grafu lze vyčíst jednoznačně rostoucí trend počtu zaměstnanců v tomto období. Zatímco v roce 2010 byl počet zaměstnanců 212, tak v roce 2017 to bylo 269 zaměstnanců. Nejméně zaměstnanců za toto období pak měla společnost v roce 2011 a to 193 a nejvíce v roce 2016. V tomto roce byl počet zaměstnanců 270.



Graf 1. Vývoj počtu zaměstnanců (vlastní zpracování dle interních materiálů)

6.4 Environmentální politika a zaměření na kvalitu

Pro dosažení udržitelné úrovně konkurenceschopnosti a pozice na trhu určilo vedení společnosti za klíčové faktory úspěchu kvalitu a povědomí o životním prostředí. Dobré vztahy se zákazníky, dodavateli, ostatními třetími stranami a snaha o zdokonalování všech zaměstnanců jsou hlavními klíči úspěchu.

Společnost má za to, že kvalita a povědomí o životním prostředí jsou:

- odpovědností každého zaměstnance a každého oddělení v rámci společnosti,
- základem budoucnosti firmy.

Společnost se zaměřuje na to, aby její existence a činnosti byly založeny na poskytování produktů a služeb, které vyhovují definovaným požadavkům zákazníků a aplikačním potřebám, splňují dohodnuté normy a specifikace, vyhovují konkurenceschopné a udržitelné cenové strategii a jsou bezpečné a ohleduplné k životnímu prostředí. Dále se ve společnosti

považuje za důležité zaručit angažovaný postoj k prevenci vad, která má prioritu před jejich vyhledáváním.

Ve společnosti je zaveden a stále udržován systém odpadového hospodářství, který prochází procesem neustálého zlepšování, což se ve výsledku projevilo udržením stejné úrovně jako v roce 2016, přestože objem výroby byl značně navýšen. Likvidace všech odpadů je zajišťována externími společnostmi s platným oprávněním pro nakládání s odpady. Bezpečné uložení nebezpečných odpadů je interně zajišťováno před předáním specializovaným firmám. Evidence všech odpadů je vedena průběžně. Ve společnosti byl proveden dozorový audit systému životního prostředí dle normy ISO 14001. V průběhu auditu nebyly zjištěny žádné neshody vůči standardu, ani vůči legislativě.

6.5 Výrobní portfolio

Společnost se specializuje na výrobu bezpečnostních dílů, jako jsou kryty a držáky airbagů, dále interiérových dílů, součástí přístrojových desek a ostatních technických dílů.

Produkty jsou určeny v absolutní většině pro automobilový průmysl. Technicky je společnost schopna vyrábět díly od 0,2 g do 3,5 kg.

Seznam produktů:

- kryty airbagů
- kontejnery na airbagy
- boční airbagy
- součásti přístrojových desek
- interiérové díly
- technické díly
- díly osvětlení

6.6 Technologie a výrobní zařízení

Společnost pro své zákazníky zajišťuje komplexní služby při výrobě technických plastových výlisků, které zahrnují procesy od vstřikování plastů, povrchových úprav plastů včetně lakování až po montáže podsestav.

6.6.1 Vstřikování

Vstřikované výlisky jsou vyráběny na vstřikovacích strojích značek Arburg, Battenfeld, Demag, Engel a Haitan s uzavírací silou od 25 tun do 2 300 tun. Většina těchto vstřikolisů je také vybavena robotem pro odebírání výlisků z forem. Tyto roboty jsou schopny pohybu minimálně v pěti osách volnosti. Používané roboty jsou značek Wittman, Engel, Arburg. Společnost pro zákazníky zajišťuje hotové výlisky od návrhu tvaru, přes konstrukční řešení výrobky i nástroje, zajištění formy až po samotnou výrobu plastových dílů. Plastové výlisky jsou vyráběny na vlastních formách nebo také na formách zákazníků. Pro údržbu a opravy forem je ve společnosti k dispozici vlastní nástrojárna. Při výrobě plastových výlisků jsou používány technologie jako standardní vstřikování, obšťiky a nově také dvoukomponentní vstřikování 2K. Celkem má firma k dispozici 36 vstřikovacích strojů.

6.6.2 Povrchové úpravy

Fluorizace

Před lakováním jsou díly povrchově upravovány metodou zvanou fluorizace, při které se aktivuje povrchové napětí směsí fluorových plynů. Účelem fluorizace je zajištění lepší přilnavosti barev při lakování.

Lakování

Povrchové úpravy plastových výlisků lakováním jsou prováděny:

- v automatické lakovně s 6-ti osovým robotem od firmy Fanuc pro vlekoobjemové zakázky,
- v automatické lakovně od firmy ABB včetně CO²
- na horizontální lakovací lince,
- v ruční lakovně pro malé objemy výroby.

Lakovací linky jsou technicky uzpůsobeny na práci s barvami, které jsou ředitelné vodou i s barvami na bázi syntetických ředidel.

Vakuové pokovování

Další technologií, která je v rámci povrchových úprav ve výrobním procesu využívána, je pokovování plastů. K pokovování výrobků se využívá metoda vakuového napařování kovů. Principem této metody je nanášení tenké vrstvy kovu ve vysokém vakuu. Pro pokovení touto

metodou je používaným kovem hliník. Účelem pokovení není pouze efektní kovový vzhled, ale také zlepšení mechanických vlastností výrobků.

Tampoprint

Pro přesný potisk i těch nejmenších detailů je ve výrobním procesu využívána také metoda tzv. tamponového tisku. Tato metoda je realizována na stroji V-130 Duo. Vysoká přesnost tisku je zde zajišťována dvěma tampony na jednu centrální pozici. Díky tomu je možné dosáhnout perfektní kvality tisku. Tampon se pohybuje do tvaru písmene „V“ a tím se usnadňuje přenos a tisk motivu. Díky této metodě je možné splnit v podstatě jakékoliv požadavky zákazníka v této oblasti.

Hot stamping

K dekorativnímu zušlechťení plastových výlisků slouží také metoda Hot stamping neboli horká ražba. Jedná se o poměrně moderní technologii, která se vyznačuje vysokou kvalitou a odolností hotových výrobků. Ve společnosti je tato metoda využívána pro náročné dekorace plastových výlisků a je prováděna na zařízení Geba 32/SV.

6.6.3 Montáže

Součástí firmy je také vlastní montážní hala, kde je prováděna strojní i ruční montáž podsestav. Tato hala je vybavena řízenou vzduchotechnikou, která zajišťuje čistotu pracovního prostoru na velmi vysoké úrovni. Pro montáže je mimo jiné využíváno také vibrační, ultrazvukové a laserové svařování. Vibrační svařování umožňuje spojení plastů téměř jakéhokoliv tvaru. Tento druh svařování je ve společnosti využíván pro svařování dílů mask, které jsou dodávány především zákazníkovi Continental. Dalším typem je svařování ultrazvukem, které dovoluje kvalitní spojení více plastových dílů a to i za předpokladu, že jsou vyrobeny z různých materiálů. Posledním typem svařování plastů je svařování laserové, které se považuje za čistý proces, při kterém nevznikají žádné částice a nepoužívají se ředidla.

7 PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU

V této kapitole budou popsány základní charakteristiky projektu, který je hlavní součástí této diplomové práce. V první části jsou uvedeny základní informace o projektu a dále následuje logický rámec projektu a také riziková analýza RIPRAN.

Název projektu:

Implementace metody TPM na pracovišti lakovny

Cíle projektu dle metodiky SMART:

- Specifický – Zavedení metody TPM na pracovišti automatické lakovny
- Měřitelný – sledování celkové efektivity zařízení (OEE)
- Akceptovatelný – Projekt byl akceptován a podpořen vedením firmy.
- Reálný – Zavedení metody TPM je reálné s podporou vedení firmy.
- Termínovaný – prosinec 2018 – duben 2019

Projektový tým

Do projektového týmu byly zahrnuty všechny zainteresované osoby, které se v průběhu zavádění metody TPM na pracovišti lakovny, podíleli na jeho realizaci:

- Vedoucí procesního inženýrství – vedoucí projektu
- Procesní inženýr
- Vedoucí údržby
- Pracovníci údržby
- Vedoucí výroby
- Technolog lakovny
- Předák lakovny
- Operátoři
- Autor diplomové práce – Bc. Darek Maňák

Harmonogram projektu

Jak je vidět na grafické vizualizaci harmonogramu projektu na obrázku níže (Obr. 9.), projekt začal v prosinci roku 2018, kdy proběhla dohoda s vedením firmy na realizaci projektu zavedení metodiky TPM s vedením firmy. Následovala práce na teoretické části diplomové práce a zpracování literární rešerše jako podkladu pro projekt. Práce na teoretické části probíhala průběžně souběžně s dalšími aktivitami v rámci projektu. Od začátku ledna

2019 probíhala analýza současného stavu údržby na pracovišti automatické lakovny. Analýza trvala téměř do konce ledna a poté následovalo její vyhodnocení. V polovině února 2019 se začalo s implementací metodiky TPM na daném pracovišti a s prováděním činností s tím spojených workshop k úvodnímu čištění, tvorba standardů údržby, aktualizace údržbového plánu, tvorba tabulek a zavádění autonomní údržby a podobně. Z harmonogramu je vidět, že práce na implementaci metodiky TPM s odevzdáním diplomové práce nekončí, ale její zavádění bude ve firmě pokračovat i nadále. Koncem března a začátkem dubna bylo provedeno zhodnocení navrhnutých a zavedených opatření v projektu. Poté následovalo odevzdání DP přibližně v druhém týdnu dubna 2019.

Fáze projektu	XII.18	I.19	II.19	III.19	IV.19
Dohoda na realizaci projektu s vedením firmy					
Zpracování teoretické části DP					
Analýza současného stavu údržby a pracoviště lakovny					
Zhodnocení analýzy současného stavu					
Implementace metody TPM (úvodní čištění, plánovaná údržba, autonomní údržba)					
Zhodnocení navrhnutých a zavedených opatření					
Odevzdání DP					

Obr. 9. Harmonogram projektu (vlastní zpracování)

Logický rámec

V rámci projektu byl vytvořen také jeho logický rámec, který poskytuje ucelený přehled o projektu stručně na jedné straně. Z důvodu rozsahu je logický rámec uveden v přílohách této práce (příloha P III). V levé části logického rámce se nachází strom cílů projektu, kde jsou uvedeny také výstupy projektu a aktivity, které byly nutné pro realizaci projektu. Pro jednotlivé cíle a výstupy jsou dále stanoveny objektivně ověřitelné ukazatele zároveň se zdroji informací sloužících k jejich ověření. Součástí logického rámce je také výčet potřebných zdrojů a stručný časový harmonogram pro jednotlivé aktivity. Jsou zde také

uvedeny předběžné podmínky projektu a identifikována možná rizika, která jsou také součástí analýzy rizik projektu RIPRAN.

Riziková analýza RIPRAN

Součástí každého projektu by mělo být vyhodnocení rizik souvisejících s daným projektem. Pro tyto účely byla využita analýza RIPRAN, která je uvedena v příloze P IV.

V rámci analýzy bylo identifikováno pět rizik spojených s projektem implementace metody TPM na pracovišti automatické lakovny. Jedním z rizik, jehož hodnota byla v rámci analýzy ohodnocena jako vysoká, je chybné zpracování analýzy současného stavu, což by mohlo vést k tomu, že výsledky této analýzy by nekorespondovali s realitou, a tudíž by mohli být navrženy špatná opatření, které by nevedla ke zlepšení. Jako opatření k odstranění tohoto rizika byly definované průběžné kontroly a konzultace s vedoucím během zpracování analýzy.

Dalším velmi pravděpodobným rizikem při implementaci metody TPM je odpor pracovníků vůči změnám. Změny jsou pracovníky často chápány jako přidávání pracovních povinností a vnímají je jako narušení jejich zavedených způsobů práce. V tomto případě je nutné s pracovníky dostatečně komunikovat, naslouchat jejich názorům a motivovat je k přijetí změn.

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Před zavedením jakékoliv metody průmyslového inženýrství či realizací projektu je velmi důležité provést důkladnou analýzu současného stavu, která nám umožní co nejvíce poznat daný proces a odhalit jeho nedostatky a možnosti ke zlepšení. Nejinak tomu je i při zavádění metodiky TPM, kdy je nutné velmi detailně pochopit proces údržby a také mít co nejvíce informací o strojích, na kterých je údržba vykonávána.

Současný stav údržby se dá klasifikovat jako tradiční systém údržby, který je zastaralý a nevyhovuje moderním standardům. Z tohoto důvodu se vedení společnosti rozhodlo zavést metodu TPM, která je nově vyžadována u firem, které dodávají do automobilového průmyslu. Jako pilotní pracoviště pro zavádění TPM byla vybrána automatická lakovna, která by poté měla sloužit jako vzor pro ostatní pracoviště ve firmě.

Pro správné a efektivní zavádění TPM je velmi důležité pochopit a znát současný stav pracoviště, na kterém bude implementace probíhat. Dále je nutné pochopit systém fungování údržby ve společnosti a také dobře znát stroje, kterých se údržba týká a znát jejich současný stav.

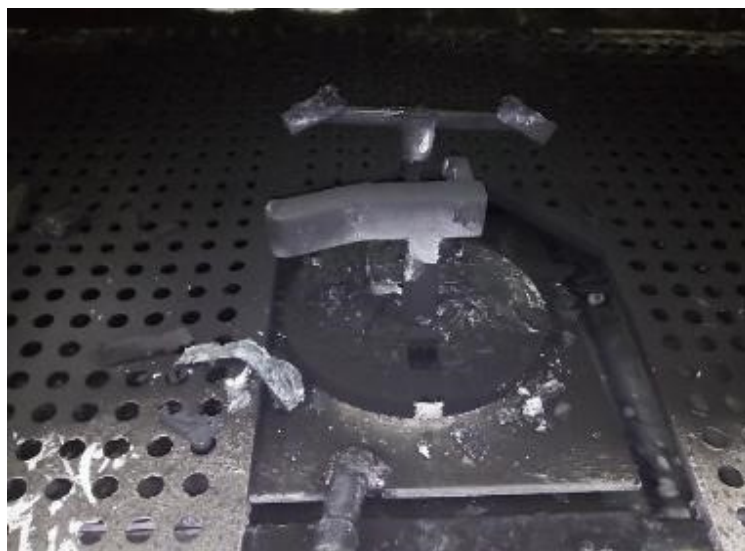
Analýza současného stavu před zaváděním TPM cílila na odhalení nedostatků a plýtvání při údržbě na pracovišti automatické lakovací linky. Dalším cílem bylo také zanalyzovat činnosti prováděné během údržby na daném pracovišti za účelem jejich zefektivnění a vytvoření nového systému údržby. V rámci analýzy současného stavu údržby byly využity tyto metody: pozorování, řízené rozhovory, foto-analýza, dotazník a audit.

8.1 Analýza pracoviště automatické lakovny

Celá automatická lakovna se skládá z více částí. Tyto části jsou jednotlivá pracoviště, která dohromady vytváří podmínky pro její správné fungování. Prvním z těchto pracovišť je tzv. pracoviště navěšování, kde jsou správně předpřipravené polotovary zavěšovány operátory na k tomu určené závěsy. Závěsy jsou vždy speciálně přizpůsobeny konkrétním výrobkům a také jednotlivým lakovacím programům. Tyto závěsy se pohybují na automatickém dopravníku, který prochází celou lakovnou a tvoří uzavřený okruh. Po navěšení putují závěsy s díly k automatickému ionizačnímu ofuku, který je součástí pracoviště navěšování. Ionizační ofuk slouží k finálnímu očištění polotovarů od miniaturních nečistot a prachu těsně před lakováním. Poté se díly po dopravníku dostávají do lakovací kabiny, kde se nachází automatický lakovací robot, který dle zvoleného lakovacího programu díly nalakuje. Jelikož

jsou závěsy na dopravníku otočné, umožňuje lakovna oboustranné lakování. Lakovací programy jsou naprogramovány speciálně pro jednotlivé výrobky, tak aby výsledný lakovaný díl splňoval veškeré požadavky zákazníků. Po nalakování v lakovací kabině putují díly po dopravníku dále do sušicí pece, kde díly ve specifikované teplotě a po specifikovanou dobu schnou. Nakonec se závěsy s díly dostávají na konečné pracoviště svěšování, kde operátoři svěšují hotové výrobky a po provedení vizuální kontroly balí tyto výrobky dle určených balicích předpisů ať už jako finální výrobky pro zákazníky nebo jako polotovary pro následnou montáž.

Na jednu stranu musí být proces lakování velmi čistý, jelikož výskyt jakýchkoliv částic, prachu a jiných nečistot zapříčiňuje výrobu nekvalitních výrobků s vadami, které nejsou v automobilovém průmyslu přípustné. Na druhé straně z hlediska strojního zařízení je lakovací proces velmi „špinavý“. Při nástřiku ulpívá barva kromě výrobků také na veškerých přítomných zařízeních a způsobuje velmi rychle značné znečištění, které není pro správné fungování strojů přípustné. Z tohoto důvodu je nutné veškeré tyto zařízení pravidelně čistit a nastavit správný plán údržby, který zajistí korektní udržování strojů v dobrém stavu. Na následujících fotografiích jsou příklady znečištění zařízení lakovny před provedením čištění.



Obr. 10. Aretace před čištěním (vlastní zpracování)



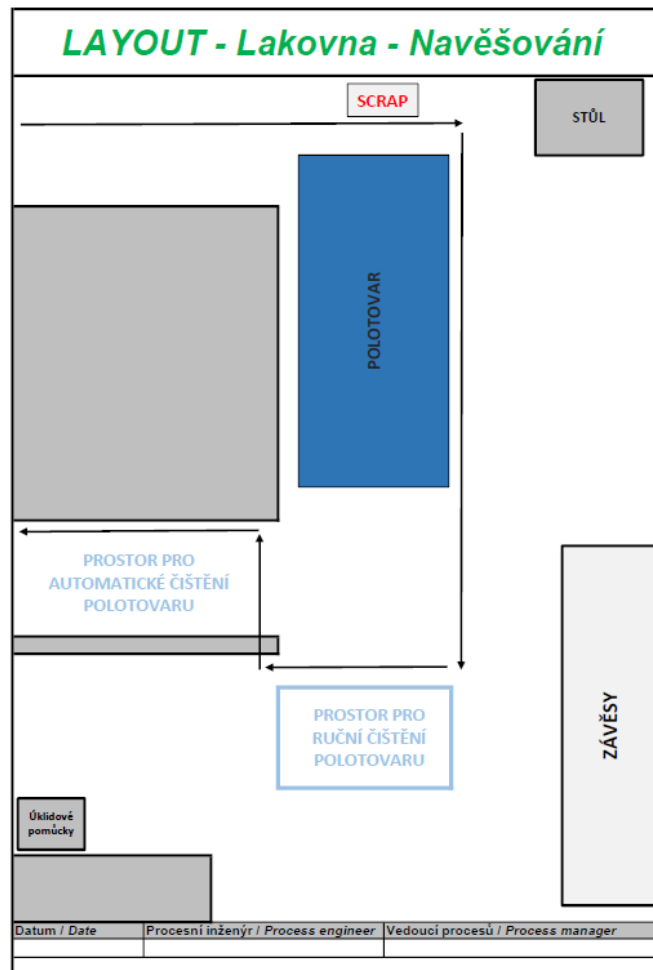
Obr. 11. Splachová stěna před čištěním (vlastní zpracování)

8.1.1 Layout pracoviště

Jak již bylo zmíněno výše, celá lakovna je tvořena z více dílčích pracovišť. Z hlediska layoutu a prostorového uspořádání jsou důležité zejména pracoviště navěšování a svěšování, které jsou nejvíce přizpůsobitelné a nejvíce se zde pohybují operátoři.

Pracoviště navěšování:

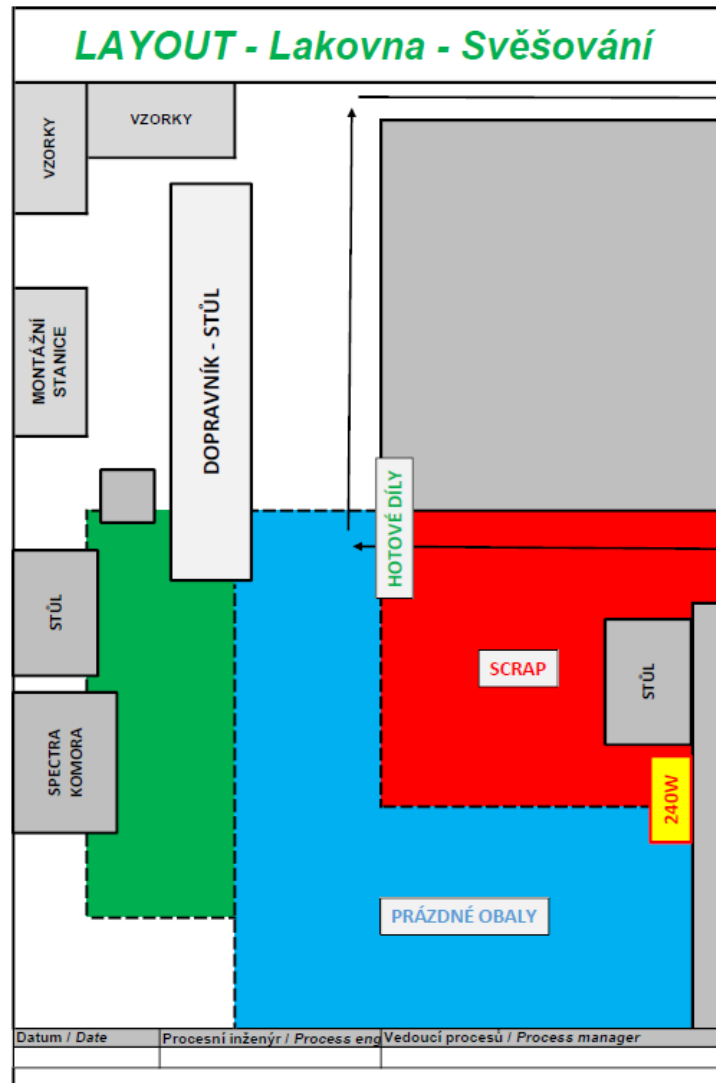
Na obrázku níže je znázorněna vizualizace pracoviště navěšování. Šipkami je znázorněn automatický dopravník, po kterém se pohybují závěsy s díly. Je zde vyznačen také prostor pro umístění polotovarů určených k lakování, umístění boxu na případné zmetky, prostor automatického ofuku polotovarů a také prostor, kde je prováděno ruční čištění polotovarů, pokud je to potřeba.



Obr. 12. Layout pracoviště navěšování (vlastní zpracování dle interních materiálů)

Pracoviště svěšování:

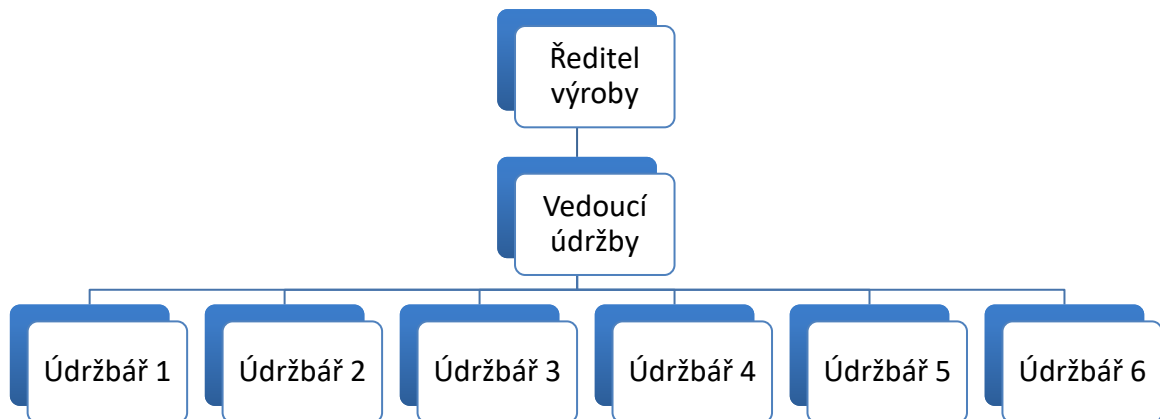
Obdobně je znázorněno také pracoviště svěšování viz obrázky níže. Dopravník a směr pohybu dílů po něm je opět znázorněn šipkami. Na pracoviště navěšování zde vyjíždějí na dopravníku hotové nalakované díly, které jsou operátory svěšovány ze závěsů a odkládány na dopravníkový stůl. U stolu je provedena vizuální kontrola hotových výrobků, které jsou po kontrole baleny do připravených obalů, které jsou specifické pro jednotlivé druhy výrobků. V layoutu je vyznačen prostor pro prázdné obaly a také prostor pro box na vadné kusy. Dále se na pracovišti nachází tzv. “spectra komora“, která slouží pro simulaci ideálních světelných podmínek pro vyhodnocení odstínů a lesků nalakovaných dílů. Dále je zde také stůl s montážní stanicí, pro případ, že je ihned po lakování nutné provádět montáž. Součástí pracoviště jsou také regály s referenčními vzorky dílů.



Obr. 13. Layout pracoviště svěšování (vlastní zpracování dle interních materiálů)

8.2 Organizační struktura údržby

Organizační struktura údržby má také jednoduchou lineární podobu. V čele údržby stojí vedoucí údržby, který ale v hierarchii společnosti spadá ještě pod ředitele výroby. Přímě podřízení vedoucímu údržby jsou jednotliví údržbáři ve firmě.



Obr. 14. Organizační struktura oddělení údržby (vlastní zpracování)

8.3 Činnosti prováděné údržbou

Činnosti, které provádějí pracovníci údržby, se dají rozdělit do několika hlavních oblastí. Zejména se jedná o údržbu po poruše, tedy odstraňování nastalých problémů na zařízeních. Dále jsou to také činnosti související s plánovanou preventivní údržbou a další činnosti, kam patří například zajišťování externího servisu v případě potřeby nebo také objednávání náhradních dílů.

8.3.1 Plánovaná údržba

Činnosti v rámci plánované údržby na automatické lakovně jsou prováděny na základě údržbového plánu, který byl po dobu fungování tohoto pracoviště postupně vytvářen pracovníky údržby ve spolupráci s předáky lakovny, výrobními technologiemi a vedoucím výroby. Tyto činnosti vyplývají z nařízení a doporučení výrobců jednotlivých strojních zařízení, které mohou údržbáři nalézt v manuálech k daným strojům a dále jsou také uplatňovány dlouhodobé zkušenosti údržbářů s tímto výrobním pracovištěm.

ZAŘÍZ.	Čís		ČETNOST
LK	1.	Očistění a namazání aretace	1 x za 8 hodin
FJ	2.	Kontrola čerpadel vodní stěny a floatační jednotky	denně
BH+I	3.	Kontrola materiálové hadice od dodávacích čerpadel k Intellimixu	denně
AL	4.	Kontrola funkčnosti blokování vstupu do kabiny	denně
FJ	5.	Vyčistění floatační jednotky a údržba	denně
I	6.	Vyčistění filtrů u čerpadel barvy a při umývání okruhu	denně
I	7.	Kontrola funkčnosti dopr. čerpadel	denně
LK	8.	Kontrola trysek vodní stěny	denně
PS	9.	Kontrola signalizace pracovních stavů na ovládacím panelu celé linky	denně
LK	10.	Vyčistění podlahy v lakovací kabině	denně
AL	11.	kontrola tlakových ztrát (green, kapsáč, přísávací filtry)	denně
AL	12.	Výměna žaluzií pod greeny filtry	2 x týdně
CHT	13.	Vyčistění ionizačního, vytěkáčeho a chladičeho tunelu	2 x týdně
AL	14.	Čištění splacové stěny, žlabu a trysky protipožárního systému	2 x týdně
AL	15.	Čištění vrtulí ventilátorů (nad green filtry)	týdně
D	16.	Promazání dopravníku	týdně
AL	17.	Vyčistit odtokovou trubici z flotace do kabiny	týdně
AL	18.	Dotazení, kontrola, případné srovnání aretace	týdně
LK	19.	Přidání 1 l přípravku HEROCID W12 do vody	týdně
BH+I	20.	Vylitování, případně kalibrace	týdně
AL	21.	Vyčistění a ofoukání trysek automatického ofuku	týdně
AL	22.	Kontrola elektrostatického pole dle PI 058	měsíčně
AL	23.	Vyfoukání/Vyčistění rekuperátoru	měsíčně
II	24.	Vyčistění směšovacího bloku	měsíčně
AL	25.	Vyčistění dopravníku, očistění závěsů (céček)	měsíčně
AL	26.	Výměna všech filtrů v tunelech - ionizač. Kab, vytěk. Tunel,	měsíčně
BH+I	27.	Kontrola zpětných ventilů vzd.proplachování	měsíčně
BH+I	28.	Kompletní servis pistole (výměna těsnících a rozvodných prvků)	měsíčně
AL	29.	Výměna kapsových filtrů před rekuperátorem po dosažení dle kapalinového manometru (odtah)	měsíčně (400 Pa)
BH+I	30.	Vyčistění kostky statického mísiče, damp. Ventilu, desky držáku pistole, výměna mísících trubiček a trubiček od damp. ventilu k pistoli	měsíčně (12 bar)
AL	31.	Výměna green	při signalizaci zařízení TECO
AL	32.	Výměna filtrů přísávání - před vřhčicemi kazetami	měsíčně (350 Pa)
BH+I	33.	Sušení silikagelu pro tlakový zásobník tvrdidla	čtvrtletně
AL	34.	Výměna filtrů odsávání ofuku	čtvrtletně
AL	35.	Kontrola elektrifikace aretace(konc.čidla, vzduchové ventily)	čtvrtletně
PS	36.	Kontrola teploty v prostoru sušky	čtvrtletně
PE	37.	Měření teploty v peci	čtvrtletně
AL	38.	Výměna filtrů přísávání - stěna za robotem	půlročně
AL	39.	Vyčistění pece	půlročně
AL	40.	Výměna filtrů v peci	ročně

Obr. 15. Plán údržby – původní stav (interní materiály)

Jak je vidět na obrázku výše (Obr. 14.), v údržbovém plánu pro lakovnu je v prvním sloupci uvedeno označení zařízení, kterého se konkrétní údržbová činnost týká, dále její pořadové číslo, popis dané údržbářské činnosti a také četnost, která udává, jak často je jednotlivé činnosti nutné provádět. Absolutní většinu všech těchto plánovaných údržeb provádějí údržbáři v případě potřeby ve spolupráci s předákem lakovny, který funguje jako obsluha automatické lakovny. Záznam o provedení dané údržby je prováděn formou podpisu na

jednoduchý záznamový formulář, kde ale není možné žádným způsobem ověřit, že byla daná údržbová činnost skutečně provedena.

8.3.2 Údržba po poruše

Velmi důležitou činností údržbářů je také údržba po poruše. Tyto činnosti spočívají v opravě a uvedení zařízení do původního funkceschopného stavu v případě, že se vyskytne porucha nebo abnormalita. Prvním krokem je správná diagnostika poruchy. Údržbáři musí rychle a správně vyhodnotit o jakou poruchu se jedná a zda bude v jejich silách ji opravit nebo bude nutné objednat externí servis. Dále také musí určit, zda budou k opravě nutné nějaké náhradní díly a zjistit, zda tyto díly jsou k dispozici skladem nebo bude nutné je objednat. Objednávání externího servisu a nákup náhradních dílů má na starosti vedoucí údržby. V případě, že mají údržbáři vše nutné k opravě k dispozici, mohou začít se samotnou opravou, tak aby závadu co nejdříve odstranili. Záznam o poruše a provedené údržbě pak údržbáři zaznamenávají do provozního deníku automatické lakovny, který je umístěn přímo na pracovišti lakovny.

Provozní deník automatické lakovny										
Datum/směna	Název dílu	Název NH	Šarže NH	Název tvrdidla	Šarže tvrdidla	Barva	Tvrdidlo	Ředidlo		
Sledované znaky		ano	ne	Odstávky			Začátek lakování	Konec lakování	Nalakováno	Zmetky robot
1) Materiál pro výrobu odpovídá platné technické dokumentaci - výrobní zakázce				Důvod			Rešení		Čas	
2. Pracoviště připraveno k provozu (obaly, závěsy, NH, polotovary) a vyčištěno od přešedlé výroby										
3. Na pracovišti je umístěna platná výrobní dokumentace										
4. Pracovníci jsou seznámeni s platnou výrobní dokumentací										
5. Technologická zařízení zapnuta										
6. Směšovací a dávkovací zařízení zapnuto (Intellimix)										
7. Flotační jednotka zapnuta										
8a. Dosaženy provozní parametry lakovacího zařízení										
8b. Dodržen předepsaný čas promíchání laku dle P1 015										
9. Lakovací parametry programu nastaveny										
10. Kontrola paprsku provedena s výsledkem ok.							Kontrola min. každé 3 hodiny			
11. První kusy vizuálně zkontrolovány dle ref. vzorku a platné výrobní dokumentace.				Datum	Čas	Podpis	Čas kontroly:			
12. První kusy předány na výrobní kontrolu							Teplota v kabině			
13a. Podmínečné uvolnění sériové výroby (výrobní kontrola)							Vlhkost v kabině			
13b. Konečné uvolnění sériové výroby (výrobní kontrola)							Teplota v peci			
14. Vyčištění lakovacího robota Fanuc				Tlak	Spotřeba		Teplota výt. tunel			
15. Očištění krycího plechu				Tlak	Spotřeba	Tryska	Poznámky:			
Podpis (předák)				Tlak	Spotřeba	Hlava				

Obr. 16. Provozní deník automatické lakovny (interní materiály)

Do provozního deníku viz obrázky výše (Obr. 16.) jsou zapisovány kromě jiných důležitých informací ohledně výroby na lakovně i záznamy ohledně poruch a odstávek. Je vždy uveden důvod odstávky, jak byla porucha vyřešena a čas potřebný na vyřešení této poruchy.

8.3.3 Další činnosti údržby

Objednávání externího servisu

U složitých zařízení jako je např. automatický lakovací robot nebo systém míchání barev je někdy oprava složitých a závažných poruch nad síly interních údržbářů a je nutné zajistit externí servis těchto zařízení u specializovaných firem. Objednávání externího servisu má na starosti vedoucí údržby, který před tím za pomoci údržbářů vyhodnotí, zda je tento servis potřeba nebo zda bude oddělení údržby schopné tuto poruchu vyřešit.

Objednávání náhradních dílů

Při opravách jsou samozřejmě často potřeba náhradní díly k jednotlivým strojům, aby bylo možné zařízení opravit a uvést ho co nejrychleji do provozuschopného stavu. Některé náhradní díly mají údržbáři připraveny a v případě poruchy si je pouze vyzvednou na skladu. Některé náhradní díly je pak v případě poruchy nutné objednat. Management náhradních dílů má opět na starosti vedoucí údržby.

Péče o ostatní zařízení v prostorách firmy

Kromě výrobních zařízení mají údržbáři na starosti i veškerá zařízení a vybavení ostatních prostor firmy jako jsou např. kanceláře. V případě, že je v těchto prostorách nutné cokoli opravit nebo změnit, je vznesen požadavek na údržbu a údržbáři se dle svých možností postarají o nápravu.

8.4 Interní informační systém údržby

Jako interní informační systém využívá firma systém Navision od společnosti Microsoft. V tomto informačním systému jsou veškeré oblasti, které je nutné přes interní systém řídit jako je např. výroba, finance, nákup, sklad, zásoby a další. Jednou z těchto částí je také tzv. „správce údržby“. Tato část informačního systému umožňuje zaznamenávání a vyhodnocování spousty důležitých informací týkajících se údržby.

technologické vybavení, plánování a podpora pro údržbu. Níže je uvedena výsledková tabulka (Tab. 1.) dotazníku s celkovým počtem bodů u jednotlivých kategorií. Z důvodu rozsahu celého dotazníku je jeho úplná podoba uvedena v přílohách této práce.

Tab. 2. Výsledková tabulka dotazníku pro analýzu výchozího stavu údržby (vlastní zpracování dle interních materiálů)

Kategorie:	Body:
Management zdrojů	28
Management informací	19
Preventivní údržba a technologické vybavení	18
Plánování	28
Podpora pro údržbu	24
Celkový součet bodů:	117

Jak je vidět z výsledkové tabulky dotazníku výše (Tab. 1.), systém údržby ve společnosti, a konkrétně na pracovišti automatické lakovny, má velké rezervy a je nutné ho zlepšovat. Z celkového maximálního počtu 180 bodů bylo v dotazníku dosaženo 117 bodů. Nejhuře na tom jsou kategorie management informací a preventivní údržba, kdy bylo dosaženo pouze 19 respektive 18 bodů. Právě na těchto oblastech bude nutné prioritně zapracovat pro zlepšení celkového stavu systému údržby ve společnosti.

Konkrétně se v kategorii management informací projevilo jako kritické, že se na automatické lakovně nesledují časy prostojů a neměří se efektivita strojů a také nedostatečné proškolení údržbářů pro využívání počítačového systému.

V kategorii preventivní údržba a technologické vybavení se jako kritické projeví zejména otázky, zda se sleduje správnost provádění preventivní údržby a také zda operátoři a pracovníci obsluhy podílejí na preventivní údržbě, čištění, mazání, seřizování a kontrolách.

8.6 Sumarizace zjištěných nedostatků

Provedením analýzy současného stavu bylo odhaleno několik nejvýznamnějších nedostatků ve fungování údržby, které je třeba zlepšit, a proto se vedení společnosti rozhodlo pro postupné zavádění metody TPM, čímž by se mělo docílit zlepšení tohoto stavu. Výčet nedostatků je uveden v následujícím seznamu:

- Není sledován ukazatel celkové efektivnosti zařízení (CEZ) na automatické lakovně.

- Do údržby nejsou zapojeni operátoři a pracovníci výroby – neexistence autonomní údržby.
- Současný plán preventivní plánované údržby je neaktuální a nekompletní.
- Jednotlivé činnosti plánované údržby jsou prováděny na základě zkušeností a není stanoven jasný postup jednotlivých činností.
- Činnosti údržby nejsou dostatečně zaznamenávány.
- Není dostatečně využíván interní informační systém pro zaznamenávání údržby.

9 NÁVRH IMPLEMENTACE METODY TPM

Na základě analýzy současného stavu popsané v předešlé kapitole je možné přistoupit k návrhu implementace metodiky TPM a provedení nápravných opatření s cílem zlepšení fungování systému údržby na automatické lakovně a také s cílem odstranit zjištěné nejzávažnější nedostatky během předešlé analýzy. V rámci implementace metody TPM budou navrženy a provedeny následující opatření: počáteční čištění, zlepšení systému plánované údržby, standardizace údržbářských činností, zavedení autonomní údržby na automatické lakovně, zlepšení systému vykazování údržeb v interním informačním systému.

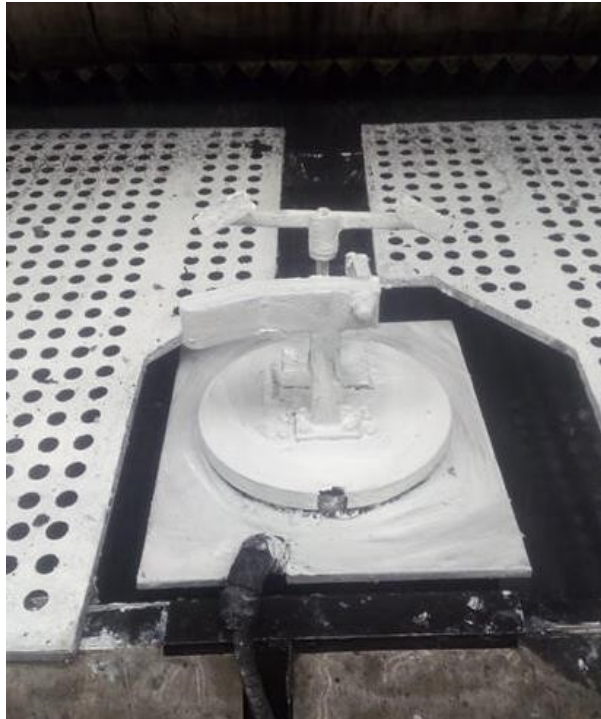
9.1 Sledování celkové efektivnosti zařízení (CEZ)

Měření a zvyšování ukazatele celkové efektivnosti zařízení (CEZ) je jedním z hlavních pilířů metodiky TPM. Jak bylo zjištěno během analýzy současného stavu, není tento ukazatel v současné době ve firmě sledován. Součástí projektu zavádění metodiky TPM by tedy mělo být zavedení sledování tohoto ukazatele. Jelikož se ale ve firmě chystá přechod na úplně nový informační systém během června 2019, není zavedení sledování CEZ součástí tohoto projektu. Vedení firmy se rozhodlo s tímto zaváděním počkat až po přechodu na nový informační systém. Poté bude rozhodnuto, zda bude možné ukazatel CEZ efektivně sledovat v novém informačním systému a pokud ano bude této možnosti využito. Další možností je pořízení některého z informačních systémů pro řízení údržby typu CMMS (Computerized Maintenance Management System). Společnost je v budoucnu nakloněna oběma těmito řešeními.

9.2 Počáteční čištění

Na začátku projektu bylo provedeno počáteční čištění veškerého zařízení automatické lakovny. Zařízení bylo uvedeno do ideálního stavu, který by měl být dodržováním stanovených postupů a standardů udržován. Na základě tohoto čištění byl aktualizován plán údržby a byly také pečlivě zaznamenávány postupy jednotlivých činností při čištění, na základě čehož pak byly vytvořeny jednotlivé pracovní instrukce, které slouží jako standardy pro provádění údržbových činností. Podrobněji bude toto popsáno v následujících kapitolách.

V kapitole analýzy současného stavu, byly uvedeny příklady znečištění některých částí automatické lakovny před provedením čištění. Pro srovnání zde uvádím fotografie zařízení po provedení počátečního čištění.



Obr. 19. Aretace po provedení čištění (vlastní zpracování)



Obr. 20. Splachová stěna po provedení čištění (vlastní zpracování)

9.3 Plánovaná údržba – aktualizace údržbového plánu

Na základě provedení počátečního čištění byl také zaktualizován plán údržby (Obr.21.). V rámci této aktualizace byly doplněny některé činnosti údržby, které v předchozím stavu nebyly jeho součástí, ale přesto tyto činnosti byly údržbáři prováděny. Dále byl do plánu údržby doplněn sloupec, kde je uvedeno, kdo danou údržbářskou činnost provádí a také kdo

kontroluje její provedení. Funkci kontroly provádění údržby převzal Technolog lakovny, který se na pracovišti lakovny denně nachází a má prostor ověřit si, zda byla údržba náležitě provedena. Co se týká odpovědnosti za dané údržbářské práce, tak bylo snahou přenést většinu údržbářských činností na předáka lakovny, který zde zastává obsluhu lakovny a také částečně na operátory na pracovištích navěšování a svěšování. Některé z činností však museli zůstat v kompetenci údržbářů z důvodů jejich složitosti nebo odborné náročnosti. Konkrétně bude toto téma vysvětleno v další podkapitole o autonomní údržbě.

ZARÍZ.	ČÍS.	ČINNOST	ČETNOST	PROVÁDÍ	KONTROLUJE
LK	1.	Očištění a namazání aretace	1 x za 8 hodin	předák	technolog
AL	2.	Kontrola elektrostatického pole dle PI 058	1 x za 8 hodin	předák	technolog
FJ	3.	Kontrola čerpadel vodní stěny a floatační jednotky	denně	předák	technolog
BH+I	4.	Kontrola materiálové hadice od dodávacích čerpadel k Intellimixu	denně	předák	technolog
AL	5.	Kontrola funkčnosti blokování vstupu do kabiny	denně	předák	technolog
FJ	6.	Vyčištění floatační jednotky a údržba	denně	předák +údržba	technolog
I	7.	Vyčištění filtrů u čerpadel barvy a při umývání okruhu	denně	předák	technolog
I	8.	Kontrola funkčnosti dopr. čerpadel	denně	předák	technolog
LK	9.	Kontrola trysek vodní stěny	denně	předák	technolog
PS	10.	Kontrola signalizace pracovních stavů na ovládacím panelu celé linky	denně	předák	technolog
LK	11.	Vyčištění podlahy v lakovací kabině	denně	předák	technolog
AL	12.	Kontrola tlakových ztrát (green, kapsáč, přísávací filtry)	denně	předák	technolog
BH+I	13.	Vyčištění pistole	denně	předák	technolog
AL	14.	Výměna žaluzií pod greeny filtry	2 x týdně	předák +údržba	technolog
CHT	15.	Vyčištění ionizačního, vytěkáčového a chladicího tunelu	2 x týdně	předák	technolog
AL	16.	Čištění splachové stěny, žlabu a trysky protipožárního systému	2 x týdně	předák +údržba	technolog
BH+I	17.	Vylitování, případně kallbrace	2 x týdně	předák	technolog
AL	18.	Čištění vrtulí ventilátorů (nad green filtry)	týdně	předák +údržba	technolog
D	19.	Promazání dopravníku	týdně	údržba	technolog
AL	20.	Vyčistit odtokovou trubici z flotace do kabiny	týdně	údržba	technolog
AL	21.	Dotazení, kontrola, případně srovnání aretace	týdně	údržba	technolog
LK	22.	Přidání 1 l přípravku HEROCID W12 do vody	týdně	předák	technolog
AL	23.	Vyčištění a ofukání trysek automatického ofuku	týdně	předák	technolog
AL	24.	Vyčištění dopravníku	týdně	POH	technolog
BH+I	25.	Kontrola zpětných ventilů vzd.proplachování	týdně	údržba	technolog
BH+I	26.	Vyčištění dump ventilu a držáku pistole	týdně (12 bar)	předák+ technolog	technolog
BH+I	27.	Výměna trubiček od dump ventilu k pistoli	týdně (12 bar)	předák+ technolog	technolog
AL	28.	Vyfoukání/Vyčištění rekuperátoru	měsíčně	údržba	technolog
II	29.	Vyčištění směšovacího bloku (Intellimix)	měsíčně	údržba	technolog
AL	30.	Očištění závěsů (cěček)	měsíčně	POH/předák+údr- zba	technolog
AL	31.	Výměna všech filtrů v tunelech - ionizač. Kab, vytěk. Tunel,	měsíčně	údržba	technolog
AL	32.	Výměna kapsových filtrů před rekuperátorem po dosažení dle kapalového manometru (odtah)	měsíčně (400 Pa)	předák +údržba	technolog
BH+I	33.	Vyčištění kostky statického mísiče, výměna mísících trubiček	měsíčně (12 bar)	předák+ technolog	technolog
AL	34.	Výměna filtrů odsávání ofuku	měsíčně	předák +údržba	technolog
PE	35.	Měření teploty v peci	měsíčně	technolog	technolog
AL	36.	Výměna filtrů v peci	měsíčně	předák +údržba	technolog
BH+I	37.	Výměna silikagelu pro tlakový zásobník tvrdidla	čtvrtletně	předák	technolog
AL	38.	Kontrola elektrifikace aretace(konc.čidla, vzduchové ventily)	čtvrtletně	údržba	technolog
AL	39.	Výměna filtrů přísávání - stěna za robotem	půlročně	předák +údržba	technolog
AL	40.	Vyčištění pece	půlročně	předák	technolog
AL	41.	Výměna green	při signalizaci zařízení TECO / 2 x týdně	předák +údržba	technolog
AL	42.	Výměna filtrů přísávání - před vlhčícími kazetami	při signalizaci	předák +údržba	technolog

Obr. 21. Plán údržby – aktualizovaný (interní materiály)

9.3.1 Typy údržeb dle četnosti

Údržbářské činnosti jsou dle frekvence jejich provádění rozděleny na ty, které jsou prováděny 1x za směnu, denně, 2x týdně, týdně, měsíčně, čtvrtletně, půlročně, anebo při určité signalizaci.

Údržba 1x za směnu

Mezi činnosti, které je dle plánu provádět 1x za 8 hodin patří následující:

- Očištění a namazání aretace
- Kontrola elektrostatického pole dle PI058

Denní údržba

Činnosti, které je třeba dělat jednou denně jsou tyto:

- kontrola čerpadel vodní stěny a flotační jednotky
- kontrola materiálové hadice od dodávacích čerpadel k Intelimixu
- kontrola funkčnosti blokování stupu do kabiny
- vyčištění flotační jednotky a údržba
- vyčištění filtrů u čerpadel barvy a při umývání okruhu
- kontrola funkčnosti dopravních čerpadel
- kontrola trysek vodní stěny
- kontrola signalizace pracovních stavů na ovládacím panelu celé linky
- vyčištění podlahy v lakovací kabině
- kontrola tlakových ztrát (green, kapsáč, přísávací filtry)
- vyčištění pistole

Údržba 2x týdně

Následné činnosti je nutné provádět 2x týdně:

- výměna žaluzií pod greeny filtry
- vyčištění ionizačního, vytěkáčového a chladičového tunelu
- čištění splachové stěny, žlabu a trysky a protipožárního systému
- vylitování, případná kalibrace

Týdenní údržba

1x týdně jsou prováděny tyto činnosti:

- čištění vrtulí ventilátorů (nad green filtry)
- promazání dopravníku
- vyčištění odtokové trubice z flotace do kabiny
- dotažení, kontrola, případné srovnání aretace
- přidání 1l přípravku HEROCID W12 do vody
- vyčištění a ofoukání trysek automatického ofuku
- vyčištění dopravníku
- kontrola zpětných ventilů vzduchového prolachování
- vyčištění dump ventilu a držáku pistole
- Výměna trubiček od dump ventilu k pistoli

Měsíční údržba

- vyfoukání/Vyčištění rekuperátoru
- vyčištění směšovacího bloku (Intellimix)
- očištění závěsů (céček)
- výměna všech filtrů v tunelech
- výměna kapsových filtrů před rekuperátorem
- vyčištění kostky statického mísiče, výměna mísících trubiček
- výměna filtrů odsávání ofuku
- věření teploty v peci
- výměna filtrů v peci

Čtvrtletní údržba

- výměna silikagelu pro tlakový zásobník tvrdidla
- kontrola elektrifikace aretace (koncová čidla, vzduchové ventily)

Půlroční údržba

- výměna filtrů přísávání
- vyčištění pece

Údržba při signalizaci

- výměna greenu
- výměna filtrů přísávání – před vlhčícími kazetami

9.3.2 Standardizace údržbářských činností

Problémem předchozího údržbového plánu bylo, že činnosti údržby byly prováděny pouze na základě zkušenosti údržbářů a nebyly stanoveny a popsány žádné oficiální postupy a standardy, jak dané činnosti provádět. To může představovat problém v tom, že každý z údržbářů provede údržbu jiným způsobem a údržbářská činnost pak nemusí být provedena korektně. Problém také nastává v případě změny zaměstnanců v údržbě, jelikož nový údržbář nemá k dispozici žádný popis toho, jak jednotlivé údržbářské činnosti provádět a musí se tedy spolehnout na zaškolení od kolegů nebo na své vlastní schopnosti. Z těchto důvodů byly v rámci projektu vytvořeny standardy v podobě pracovních instrukcí pro všechny činnosti uvedené v údržbovém plánu.

<u>PRACOVNÍ INSTRUKCE</u> <u>WORK INSTRUCTION</u>							
PRACOVIŠTĚ / WORK AREA	Lakovna						
POPIS PROCESU / PROCESS DESCRIPTION	Čištění lakovací pistole						
<i>Jednou za denně je nutno vyčistit lakovací pistol a namazat jehlu</i>							
Postup:							
1. odšroubovat zadní kryt	2. odšroubovat zadní šroub	3. odšroubovat trysku					
							
4. vytáhnout celou jehlu z těla pistole	5. očistit kartáčkem a namazat vazelinou	6. jehlu nasunout zpět do těla pistole					
							
7. zkontrolovat a vyčistit trysku	8. zkompletovat do původního stavu						
							
<p>Frekvence: denně Odpovědnost: předák</p> <p>Pokud bude uvnitř pistole zatečená barva ihned vyměnit za novou!!!!</p>							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DATUM / DATE</th> <th>PODPIS / SIGNATURE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11.01.2019</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11.01.2019</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DATUM / DATE	PODPIS / SIGNATURE	11.01.2019		11.01.2019	
DATUM / DATE	PODPIS / SIGNATURE						
11.01.2019							
11.01.2019							
Procesní inženýr / Process engineer							
Vedoucí lakovny / Paint shop manager							

1/1

Obr. 22. Standard pro čištění lakovací pistole (vlastní zpracování)

Jako příklad je zde uvedena pracovní instrukce pro čištění lakovací pistole viz obrázek výše (Obr. 22.). Na standardu je uvedeno, jakého pracoviště se týká, jeho název a podrobný postup pro provedení této údržbářské činnosti doplněný o fotodokumentaci k jednotlivým krokům. Dále je zde uvedena frekvence provádění a odpovědný pracovník.

Postup při čištění lakovací pistole je následující:

1. odšroubování zadního krytu,
2. odšroubování zadního šroubu,
3. odšroubování trysky,
4. vytažení celé jehly z těla pistole,
5. očištění jehly kartáčkem a namazání vazelínou,
6. zasunutí jehly zpět do těla pistole,
7. kontrola a vyčištění trysky,
8. kompletace pistole do původního stavu.

Stejným způsobem jsou zpracovány i všechny ostatní údržbářské činnosti uvedené v údržbovém plánu. Tyto standardy ve formě pracovních instrukcí jsou pracovníkům k dispozici přímo na pracovišti lakovny a v případě potřeby se do nich mohou snadno a rychle podívat. Z důvodu rozsahu těchto pracovních instrukcí není možné v této práci uvádět všechny. Některé další standardy jsou uvedeny v přílohách této práce.

9.4 Autonomní údržba

Autonomní nebo také samostatná údržba, je jedním ze stěžejních pilířů zavádění metodiky TPM. Účelem je zapojení pracovníků obsluhy do činností údržby, zejména ve formě základního čištění a inspekčních činností. Přenést některé základní činnosti čištění a inspekce na pracovníky obsluhy a zavést tedy principy autonomní údržby bylo také jedním z cílů v rámci zavádění TPM na automatické lakovně. Obsluhu automatické lakovny tvoří kromě operátorů na pracovišti navěšování a svěšování také pracovník, jehož pozice je interně nazvaná jako “předák lakovny“ a který má na starosti obsluhu lakovací linky. Předák je přítomen na všech směnách. V rámci zavádění autonomní údržby byly právě na předáka převedeny činnosti zejména denní údržby a údržby, která je prováděna 1x za směnu. Tyto činnosti spočívají zejména v jednoduchém čištění zařízení a inspekční prohlídce. Výčet těchto činností je uveden na obrázku níže (Obr. 23.).

Během úvodního čištění, kterého se účastnili jak údržbáři, tak předáci, byly provedeny veškeré údržbové činnosti a předáci byli důkladně proškoleni, jak mají činnosti autonomní údržby provádět. Pro všechny údržbářské činnosti byly zároveň na základě úvodního čištění vytvořeny standardy pro jejich provádění. Tyto standardy jsou podrobněji popsány v kapitole týkající se plánované údržby a aktualizace údržbového plánu. V rámci úvodního čištění byly také na základě měření stanoveny časy nutné na provedení jednotlivých činností. Tyto časy budou v nadcházejících měsících provádění autonomní údržby podrobeny

kontrole, aby bylo možné ověřit, zda jsou časy odpovídající a nejsou pro provedení údržby příliš krátké nebo naopak.

ZARÍZ.	čís.	ČINNOST	ČETNOST	ČASOVÁ NÁROČNOST	PROVÁDÍ	KONTROLUJE
LK	1.	Očistění a namazání aretace	1 x za 8 hodin	10 min	předák	technolog
AL	2.	Kontrola elektrostatického pole dle PI 058	1 x za 8 hodin	1 min	předák	technolog
FJ	3.	Kontrola čerpadel vodní stěny a floatační jednotky	denně	1 min	předák	technolog
BH+I	4.	Kontrola materiálové hadice od dodávacích čerpadel k Intellimixu	denně	1 min	předák	technolog
AL	5.	Kontrola funkčnosti blokování vstupu do kabiny	denně	1 min	předák	technolog
I	7.	Vyčištění filtrů u čerpadel barvy a při umývání okruhu	denně	3 min	předák	technolog
I	8.	Kontrola funkčnosti dopr. čerpadel	denně	1 min	předák	technolog
LK	9.	Kontrola trysek vodní stěny	denně	1 min	předák	technolog
PS	10.	Kontrola signalizace pracovních stavů na ovládacím panelu celé linky	denně	2 min	předák	technolog
LK	11.	Vyčištění podlahy v lakovací kabině	denně	10 min	předák	technolog
AL	12.	Kontrola tlakových ztrát (green, kapsáč, přísávací filtry)	denně	2 min	předák	technolog
BH+I	13.	Vyčištění pistole	denně	7 min	předák	technolog
CELKOVÝ ČAS ZA DEN:				62 min		

Obr. 23. Činnosti autonomní údržby (vlastní zpracování)

Jak je vidět na obrázku (Obr. 23.) zavedením autonomní údržby a převedením činností z údržbářů na pracovníky obsluhy se údržbářům ušetří denně přibližně 1 hodina práce. Tento čas mohou údržbáři využít pro provádění jiných činností, které vyžadují jejich specializované znalosti a schopnosti. Dalším benefitem je také zvyšování kvalifikovanosti předáků a jejich znalosti veškerého zařízení.

Zaznamenávání a kontrola autonomní údržby

Pro účely zaznamenávání autonomní údržby byly vytvořeny záznamové tabulky, které jsou umístěny přímo na pracovišti lakovny, tak aby ji měli pracovníci stále na očích a po ruce pro provádění záznamů. Na obrázku níže (Obr. 24.) je uvedena jako příklad záznamová tabulka pro činnosti, které jsou prováděny 1 x za směnu. Z důvodu rozsahu tabulek je zobrazena pouze její část. V reálu tabulka samozřejmě pokračuje dále a jsou zde uvedeny dny až po číslo 31. Provedení jednotlivé činnosti stvrzuje pracovník podpisem do pole pro jednotlivý den a směnu. Pod podpis předáka se podepisuje technolog po provedení kontroly, zda byla činnost skutečně provedena. Obdobně vypadá také tabulka pro činnosti prováděné denně.

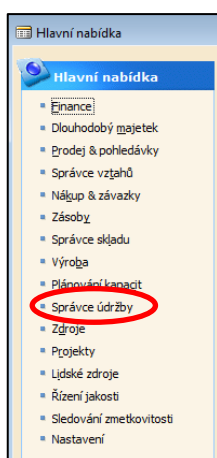
ZAŘÍZENÍ	Číslo	ČINNOST	FREKVENCE	ČAS	PROVÁDÍ	KONTROLUJE	SMĚNA	Měsíc																				
								Den	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.												
LK	1.	Očistění a namazání aretace	1 x za 8 hodin	10 min	předák	technolog	RANNÍ	Provedl:										Zkontroloval:										
							ODPOLEDNÍ	Provedl:												Zkontroloval:								
							NOČNÍ	Provedl:												Zkontroloval:								
AL	2.	Kontrola elektrostatického pole dle PI 058	1 x za 8 hodin	1 min	předák	technolog	RANNÍ	Provedl:										Zkontroloval:										
							ODPOLEDNÍ	Provedl:												Zkontroloval:								
							NOČNÍ	Provedl:												Zkontroloval:								

Obr. 24. Tabulka pro záznam autonomní údržby (vlastní zpracování)

9.5 Zlepšení zaznamenávání informací o údržbě a opravách

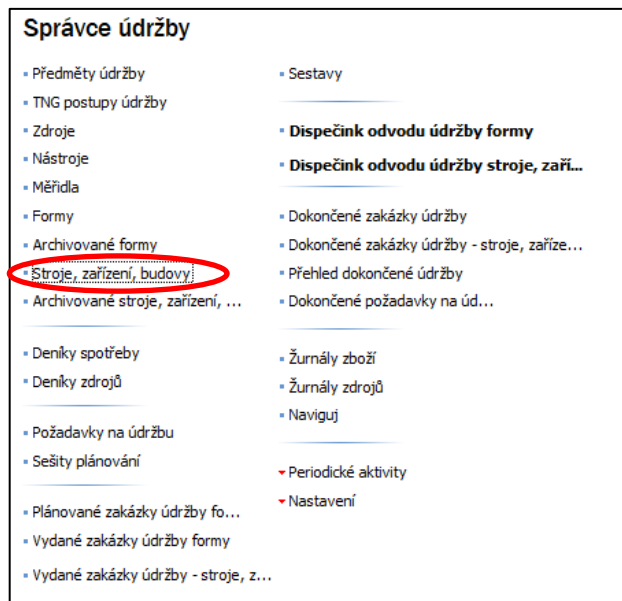
Jedním ze zjištěných nedostatků při analýze současného stavu bylo také nedostatečné využívání interního informačního systému při zaznamenávání a vedení evidence údržby. Součástí projektu zavádění metody TPM bylo také zlepšení tohoto stavu. Pracovníci údržby jsou nyní povinni při provádění oprav a údržeb veškeré informace zaznamenávat kromě provozního deníku automatické lakovny také do interního systému. Tento způsob zaznamenávání poskytne důležité informace nutné ke správnému řízení a rozhodování vedoucích pracovníků.

Zaznamenávání údržbových činností bude v interním systému probíhat v sekci správce údržby.



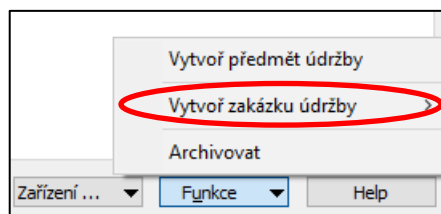
Obr. 25. Zaznamenávání údržby I (interní systém)

V této sekci musí údržbáři zvolit odrážku stroje, zařízení, budovy.



Obr. 26. Zaznamenávání údržby 2 (interní systém)

V dalším kroku je nutné, aby údržbáři zvolili správný stroj nebo zařízení, kterého se údržba nebo oprava týká. V našem případě se bude jednat o automatickou lakovnu. Jakmile mají zvolené správně zařízení, musí pro vytvoření záznamu o údržbě zvolit v pravém dolním rohu programu tlačítko funkce a vybrat možnost "Vytvoř zakázku údržby".



Obr. 27. Zaznamenávání údržby 3 (interní systém)

Po vytvoření údržbářské zakázky, mohou údržbáři vyplnit veškeré detaily, které se dané opravy nebo údržby týkaly. Veškeré takto zadané údržbářské zakázky pak lze jednoduše dohledat v historii údržeb u jednotlivých strojních zařízeních.

Datum	Poznámka
12. 12. 18	velká údržba lakovny
	při údržbě lakovny došlo k narušení potrubí lepeného spoje.
	tento spoj byl znovu slepen a zatím drží
	výměna přídržné páky na aretaci u automatického ofuku a
	a výměna jejího pístu za píst s větším zdvihem

Obr. 28. Zaznamenávání údržby 4 (interní systém)

10 ZHODNOCENÍ OČEKÁVANÝCH PŘÍNOSŮ PROJEKTU

V této kapitole jsou shrnuty veškeré návrhy opatření, které byly v rámci tohoto projektu implementace metody TPM na pracovišti automatické lakovny navrženy případně přímo zavedeny a také jejich očekávané nebo již viditelné přínosy.

- **Autonomní údržba**

Jedním z hlavních pilířů metody TPM je autonomní nebo také samostatná údržba. V rámci tohoto projektu byl zpracován návrh na zavedení autonomní údržby do systému údržby na automatické lakovně. Tento návrh byl následně také přímo uveden do praxe. V rámci údržbového plánu byla zodpovědnost za některé činnosti zejména charakteru čištění a inspekce převedena z údržbářů na pracovníky obsluhy na automatické lakovně. Zároveň byly vytvořeny záznamové a kontrolní tabulky autonomní údržby, ve kterých lze jednoduše zaznamenávat provedení činností autonomní údržby a také jejich kontrolu. Díky zavedení autonomní údržby, ušetří denně údržbáři 62 minut svého času, který mohou využít na provádění jiných více specializovaných údržbových prací. Zároveň se zvyšuje kvalifikace obsluhy automatické lakovny a také spolupráce a komunikace mezi úsekem výroby a údržby. Benefitem autonomní údržby je také rychlejší detekce možných závad a abnormalit.

- **Plánovaná údržba**

Zlepšení stavu v rámci plánované údržby se týkalo především aktualizací stávajícího údržbového plánu, tak aby v něm byly zahrnuty veškeré činnosti, které se při údržbě lakovny provádějí a bylo z něj jasné kdo je za jejich provádění odpovědný a kdo má na starosti kontrolu provedení těchto činností.

- **Standardizace**

V rámci zlepšení systému plánované údržby byli vytvořeny také standardy ve formě pracovních instrukcí pro provádění jednotlivých údržbářských činností uvedených v údržbovém plánu. Vytvořením těchto standardů se sjednotily postupy provádění daných činností, tak aby všichni pracovníci prováděli tyto údržby stejně. Díky tomu bylo docíleno také zkrácení času nutného na tyto činnosti. Další výhodou je zjednodušení procesu zaškolování nových zaměstnanců údržby a obsluhy lakovny. Podle jednotlivých pracovních instrukcí dokáže údržbu provést i člověk, který tento typ údržby nikdy neprováděl.

- **Vykazování údržby v interním informačním systému**

V rámci projektu byl také zaveden nový systém zaznamenávání údržeb do interního informačního systému. A to jak údržeb plánovaných, tak údržeb po poruše. V případě údržeb plánovaných slouží tento systém pro ověření, zda byly tyto údržby provedeny a také pro zaznamenávání případných zjištěných abnormalit. V případě údržeb po poruše je zde zaznamenáváno, o jakou poruchu se jednalo, kdo prováděl opravu, jak dlouho to trvalo, popřípadě co bylo pro uvedení zařízení do původního stavu potřeba. Díky tomuto systému jsou veškeré důležité informace o údržbách přehledně zaznamenány do interního systému, kde s nimi mohou vedoucí pracovníci náležitě pracovat.

Dalšími očekávanými přínosy výše zmíněných opatření a zavádění metodiky TPM jsou:

- zvýšení efektivity zařízení – ukazatele CEZ,
- snížení poruchovosti zařízení,
- snížení nákladů na údržbu.

Zlepšení těchto ukazatelů prozatím není možné vyhodnotit, a to z důvodu toho, že jejich sledování nebylo prozatím na pracovišti lakovny zavedeno. Dalším důvodem je časové hledisko. Pro vyhodnocení těchto ukazatelů jsou potřeba data za delší časové období, které nebylo možné do projektu zahrnout.

Z výše uvedených výsledků a vyhodnocených přínosů vyplývá, že v rámci projektu byly prozatím zavedeny alespoň některé stěžejní části metody TPM a byl zlepšen systém údržby na pracovišti automatické lakovny, a tudíž byly stanovené cíle projektu naplněny. Pozitivním faktem je i to, že firma hodlá v zavádění metodiky TPM pokračovat, jak na pracovišti lakovny, tak i na dalších pracovištích a zlepšovat tak systém údržby i nadále.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navržení implementace metody TPM na pracovišti automatické lakovny ve vybrané společnosti. Diplomová práce se skládá ze tří částí – teoretické, analytické a projektové.

V teoretické části práce byla zpracována literární rešerše k problematice údržby strojů a zařízení. Nejdříve byly popsány ztráty v provozu strojů, které se mohou u zařízení vyskytovat. Následně byla rozebrána problematika hodnocení celkové efektivity zařízení a postup výpočtu ukazatele CEZ. Stěžejní částí teorie byla samotná metoda TPM. Popsána byla její definice, historický vývoj této metodiky, její základní pilíře, cíle a také postup její implementace.

Na základě získaných informací v teoretické části byla zpracována také část praktická. V jejím úvodu byla charakterizována společnost, ve které byl projekt realizován. Následovalo představení projektu a provedení analýzy současného stavu systému údržby. Součástí této analýzy byla analýza pracoviště automatické lakovny a také analýza celkového fungování systému údržby. Byla uvedena organizační struktura údržby, analyzovány jednotlivé činnosti prováděné údržbou a také byl vyplněn a vyhodnocen dotazník vytvořený speciálně pro analýzu výchozího stavu údržby. Na závěr analýzy byly shrnuty hlavní nedostatky ve fungování údržby, které byly během analýzy zjištěny. Následoval projekt implementace metody TPM ve formě návrhů a realizace nápravných opatření pro jednotlivé zjištěné nedostatky. Hlavní důraz byl kladen na zavedení dvou základních pilířů totálně produktivní údržby, samostatné a plánované údržby. Na závěr byly implementované zlepšení a jednotlivé části projektu sumarizovány a byl vyhodnocen jejich přínos, jak aktuální, tak očekávaný v budoucnu.

Společnost plánuje v zavádění metody TPM pokračovat i po dokončení tohoto projektu, jak na pracovišti lakovny, kde bude dále rozvíjet již zavedené části, tak zavést systém totálně produktivní údržby i na dalších pracovištích. Důvodem je jak to, že systém totálně produktivní údržby začíná být v automobilovém průmyslu vyžadovaným standardem, ale i to, že si vedení firmy od zavedení této metodiky slibuje zlepšení výrobního procesu, která povedou ke snížení nákladů, zvýšení efektivity, ziskovosti a tedy i celkové konkurenceschopnosti na trhu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

BRAU, Sebastian J, 2016. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean : practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD, 132 s. ISBN 978-15-393-2294-8.

BOLEDOVIČ, L'udovít, 2010. *Totálne produktívna údržba - TPM*. Žilina: IPA Slovakia, 46 s.

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press. Business books (Computer Press), 314 s. ISBN 80-251-0850-3.

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

LEGÁT, Václav, 2013. *Management a inženýrství údržby*. Praha: Professional Publishing, 570 s. ISBN 978-80-7431-119-2.

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

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *TPM: management a praktické zavádění*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 246 s. ISBN 8090223559.

NAKAJIMA, Seiichi, c1988. *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Cambridge, Mass.: Productivity Press, 129 s. ISBN 0-915299-23-2.

NAKAJIMA, Seiichi, c1989. *TPM development program: implementing total productive maintenance*. Cambridge, Mass.: Productivity Press, 403 s. ISBN 0-915299-37-2.

SALVENDY, Gavriel, 2001. *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. 3rd ed. New York: Wiley, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.

TPM for every operator, 1996. Portland, Or.: Productivity Press, 123 s. ISBN 1-56327-080-3.

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

VOŠTOVÁ, Věra, František HELEBRANT a Karel JEŘÁBEK, 2002. *Provoz a údržba strojů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 124 s. ISBN 80-01-02531-4.

WIREMAN, Terry, 2004. *Total productive maintenance*. 2nd ed. New York: Industrial Press, 196 s. ISBN 0-8311-3172-1.

Internetové zdroje:

Asklean: 5S Success Tips [online], [cit. 2019-02-03]. Dostupné z: <http://asklean.com/5s-success-tips-apply-it-to-your-office-home-and-factory-too/>

Ikvalita: Metoda 5S [online], [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=128>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TPM	Total Productive Maintenance
TQM	Total Quality Management
5S	Five S
OEE	Overall Equipment Effectiveness
CEZ	Celková efektivnost zařízení
RIPRAN	Metoda pro analýzu projektových rizik (Risk PRoject ANalysis)
CMMS	Computerized Maintenance Management System

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Trojdimenzionální rozměr průmyslového inženýrství (Chromjaková, 2013, s. 6).....</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 2. Sporadické a chronické ztráty (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 21)</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 3. Výpočet CEZ (vlastní zprac. dle Mašína, 2000, s. 232)</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 4. Základní pilíře TPM (vlastní zprac. dle Tučka a Bobáka, 2006, s. 280)</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 5. Šest bloků TPM (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 58)</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 6. Metoda 5S (Asklean)</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 7. Sedm kroků autonomní údržby (vlastní zprac. dle Legáta, 2013, s. 147)</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 8. Organizační struktura společnosti (vlastní zpracování dle interních dokumentů)</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 9. Harmonogram projektu (vlastní zpracování)</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 10. Aretace před čištěním (vlastní zpracování)</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 11. Splachová stěna před čištěním (vlastní zpracování)</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 12. Layout pracoviště navěšování (vlastní zpracování dle interních materiálů)</i>	<i>57</i>
<i>Obr. 13. Layout pracoviště svěšování (vlastní zpracování dle interních materiálů) ..</i>	<i>58</i>
<i>Obr. 14. Organizační struktura oddělení údržby (vlastní zpracování).....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 15. Plán údržby – původní stav (interní materiály).....</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 16. Provozní deník automatické lakovny (interní materiály)</i>	<i>61</i>
<i>Obr. 17. Hlavní nabídka interního systému (interní informační systém)</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 18. Příklad nevyplněné údržby v systému (interní systém).....</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 19. Aretace po provedení čištění (vlastní zpracování)</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 20. Splachová stěna po provedení čištění (vlastní zpracování)</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 21. Plán údržby – aktualizovaný (interní materiály).....</i>	<i>68</i>
<i>Obr. 22. Standard pro čištění lakovací pistole (vlastní zpracování)</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 23. Činnosti autonomní údržby (vlastní zpracování)</i>	<i>74</i>
<i>Obr. 24. Tabulka pro záznam autonomní údržby (vlastní zpracování)</i>	<i>75</i>
<i>Obr. 25. Zaznamenávání údržby 1 (interní systém).....</i>	<i>75</i>
<i>Obr. 26. Zaznamenávání údržby 2 (interní systém)</i>	<i>76</i>
<i>Obr. 27. Zaznamenávání údržby 3 (interní systém).....</i>	<i>76</i>
<i>Obr. 28. Zaznamenávání údržby 4 (interní systém)</i>	<i>76</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Program TPM (Mašín a Vytlačil, 2000, s.60)</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 2. Výsledková tabulka dotazníku pro analýzu výchozího stavu údržby (vlastní zpracování dle interních materiálů)</i>	<i>64</i>

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Vývoj počtu zaměstnanců (vlastní zpracování dle interních materiálů)47

SEZNAM PŘÍLOH

P I: Dotazník pro analýzu stavu údržby v podniku

P II: Standardy údržby

P III: Logický rámec

P IV: RIPRAN

PŘÍLOHA P I: DOTAZNÍK PRO ANALÝZU STAVU ÚDRŽBY V PODNIKU

Dotazník pro analýzu stavu údržby v podniku

Legenda k hodnocení	
1	Ve velmi malém rozsahu
2	V uspokojivém rozsahu
3	Ve velmi dobrém rozsahu

Identifikace oddělení (zaškrtněte)

Údržba	
Výroba	
Ostatní	

Management zdrojů:







Č.	Otázky:	Ohodnocení:		
		1	2	3
1.	Myslíte, že údržba je personálně dostatečně obsazena pro to, aby mohla dělat svou práci?	1	2	3
2.	Je celková struktura a organizace údržby schopna vykonávat požadovanou práci?	1	2	3
3.	Pomáhá organizace odstraňovat bariéry, na které naráží údržbáři při výkonu své práce?	1	2	3
4.	Podporuje vedení podniku údržbu při řešení potřeb výroby?	1	2	3
5.	Podporuje vedení podniku výrobu, aby pomáhala údržbě provádět její práci?	1	2	3
6.	Jsou vytvořeny společné týmy výroby a údržby zaměřené na zjišťování a řešení záležitostí obou úseků?	1	2	3
7.	Podporuje vedení podniku údržbáře a operátory ke společné práci?	1	2	3
8.	Dostávají údržbáři trénink, který jim pomáhá dělat jejich práci?	1	2	3
9.	Jsou údržbáři ve vašem podniku dostatečně způsobilí pro děláni své práce?	1	2	3
10.	Jsou údržbáři ve vašem podniku dostatečně motivováni pro nejlepší provádění své práce?	1	2	3
11.	Dodržují údržbáři bezpečnostní předpisy a postupy?	1	2	3
12.	Sleduje management situaci v oblasti údržby a hovoří o ní s údržbáři?	1	2	3
13.	Používá vaše organizace počítačový systém pro aktivity údržby?	1	2	3
Management informací				
14.	Je každý díl na zařízení označen číslem zařízení?	1	2	3
15.	Aktualizovala vaše organizace počítačový systém pro údržbu?	1	2	3
16.	Jsou údržbáři dostatečně vyškoleni pro používání počítačového systému?	1	2	3
17.	Provádí údržba precizní záznamy o historii oprav a výměn na strojích?	1	2	3
18.	Jsou sklady údržby počítačově řízeny?	1	2	3
19.	Jsou rozhodnutí managementu prováděna na základě počítačových	1	2	3

	reportů údržby?			
20.	Sleduje vaše organizace celkové výdaje a náklady údržby?	1	2	3
21.	Sleduje vaše organizace časy prostojů a měření efektivity strojů?	1	2	3
22.	Porovnává vaše údržba své výkony s jinými podniky, aby měla srovnání toho, jak je výkonná? (benchmarking)	1	2	3
23.	Je zaznamenávána doba, kterou tráví údržbáři na zařízeních?	1	2	3
24.	Používá management údržby ukazatele pro srovnávání výkonů?	1	2	3
Preventivní údržba a technologické vybavení				
25.	Používá vaše organizace směrnice pro preventivní údržbu?	1	2	3
26.	Provádí vaše organizace u preventivní údržby periodické sledování správnosti, zvyšování/snižování doby, tréninkových potřeb atd.	1	2	3
27.	Používá vaše organizace v údržbě specializované odborníky na preventivní údržbu?	1	2	3
28.	Pomáhají operátoři při preventivní údržbě, čištění, mazání, seřizování a kontrolách?	1	2	3
29.	Využívá vaše organizace prediktivní údržbu na základě vibrací, analýze oleje, nebo za podpory infračervené nebo termální technologie, ultrazvuku nebo optických nebo laserových zařízení?	1	2	3
30.	Sleduje vaše organizace náklady na preventivní a prediktivní údržbu?	1	2	3
31.	Umožňuje výroba údržbě provádění preventivní údržby na základě harmonogramu?	1	2	3
32.	Usiluje organizace o prevenci v případě opakovaných selhání zařízení a závad?	1	2	3
33.	Jsou výrobní operátoři a údržbáři zapojeni do rozhodování o výběru zařízení?	1	2	3
34.	Jsou lidé dostatečně způsobilí a vyškoleni pro ovládání nových zařízení?	1	2	3
35.	Jsou lidé dostatečně způsobilí a vyškoleni pro provádění servisu a údržby na nových zařízeních?	1	2	3
36.	Sleduje vaše organizace to, jak vysoké jsou náklady na údržbu konkrétních zařízení? (náklady životního cyklu)	1	2	3
Plánování				
37.	Jsou stanovovány priority pro úkoly údržby?	1	2	3
38.	Používá vaše organizace pracovní příkazy pro pracovní aktivity údržby?	1	2	3
39.	Je systém jakým jsou vyžadovány, plánovány a odhadovány pracovní příkazy údržby efektivní?	1	2	3
40.	Rídí vaše organizace přesčasy?	1	2	3
41.	Zaznamenává vaše organizace informace z pracovních příkazů a vede si přehled o historii zařízení?	1	2	3
42.	Jsou pracovníkům údržby přidělovány úkoly na základě jejich speciálních znalostí a schopností?	1	2	3
43.	Jsou nenaléhavé činnosti dobře plánovány před začátkem práce?	1	2	3

44.	Používá vaše organizace plánovače pro plánování a přípravu plánovaných údržbových prací, generálních či velkých oprav a odstávek zařízení?	1	2	3
45.	Využívá vaše organizace smluvní dodavatele pro provádění údržby v případě nadměrného pracovního vyčerpání vlastní údržby a v případech, kdy je potřeba specializovaných dovedností?	1	2	3
46.	Pokud máte plánovače, provádí přípravu plánu práce před tím, než je daná práce na programu?	1	2	3
47.	Pokud máte plánovače, provádí přípravu práce pomocí kompletace, předvýběru a uspořádání dílů pro údržbáře?	1	2	3
48.	Jsou odstávky a generální opravy plánovány s předem?	1	2	3
Podpora pro údržbu				
49.	Jsou náhradní díly k dispozici, když je potřeba?	1	2	3
50.	Je sklad na všech směnách uzavřen a zajištěn?	1	2	3
51.	Je pro řízení skladu používán ukazatel poměr obrátky zásob?	1	2	3
52.	Jsou sledovány denní úrovně počtu a hodnoty spotřebovaných dílů?	1	2	3
53.	Jsou všechny skladové položky účtovány například podle ceny nebo doby procesu?	1	2	3
54.	Jsou roční cíle údržby sdíleny s pracovníky údržby?	1	2	3
55.	Jsou pracovníci údržby zapojeni do přípravy cílů oddělení a účastní se porad, kde se o těchto cílech hovoří?	1	2	3
56.	Je pro údržbu kvalita řemeslné zručnosti pracovníků důležitým cílem?	1	2	3
57.	Má vaše organizace reálný zájem na spokojenosti zaměstnanců?	1	2	3
58.	Je dobrý výkon pracovníků a oddělení sledován a oceňován?	1	2	3
59.	Souvisí dobrý pracovní výkon s jistotou zaměstnání ve vaší organizaci?	1	2	3
60.	Je pravděpodobné, že špatný pracovní výkon povede k ukončení pracovního poměru?	1	2	3

Kategorie:	Body:
Management zdrojů	
Management informací	
Preventivní údržba a technologické vybavení	
Plánování	
Podpora pro údržbu	
Celkový součet bodů:	

PŘÍLOHA P II: STANDARDY ÚDRŽBY

<u>PRACOVNÍ INSTRUKCE</u> <u>WORK INSTRUCTION</u>							
PRACOVNÍ MÍSTO / WORK AREA	Lakovna						
POPIS PROCESU / PROCESS DESCRIPTION	Čistění splachové stěny, koryta a trysky protipožárního systému						
<p><u>Postup:</u> Při každé údržbě se musí oškrábat splachová stěna včetně roštů, krycích plechů, které se natřou bílou vazelinou. Dále se musí vypustit a vyčistit přeřadová koryta.</p>							
PŘED							
							
PO							
							
<p>Frekvence: 2x týdně Odpovědnost: předák, údržba</p>							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DATUM / DATE</th> <th>PODPIS / SIGNATURE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11.01.2019</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11.01.2019</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DATUM / DATE	PODPIS / SIGNATURE	11.01.2019		11.01.2019	
DATUM / DATE	PODPIS / SIGNATURE						
11.01.2019							
11.01.2019							
Procesní inženýr / Process engineer	11.01.2019						
Vedoucí lakovny / Paint shop manager	11.01.2019						

PRACOVNÍ INSTRUKCE
WORK INSTRUCTION

PRACOVNÍ MÍSTO / WORK AREA

Lakovna - pracoviště navěšování

POPIS PROCESU /
PROCESS DESCRIPTION

Očistění a namazání aretace

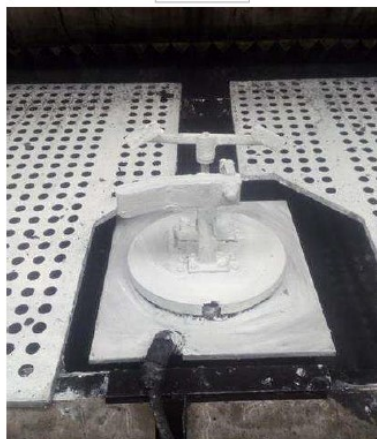
Postup:

Očistíme aretaci špachtlí od laku a natřeme bílou vazelinou.

PŘED



PO



Frekvence: 1x za 8 hodin

Odpovědnost: předák

	DATUM / DATE	PODPIS / SIGNATURE
Procesní inženýr / Process engineer	11.01.2019	
Vedoucí lakovny / Paint shop manager	11.01.2019	

PŘÍLOHA P III: LOGICKÝ RÁMEC

STROM CÍLŮ	OBĚKTIVNĚ OVĚŘITELNÉ UKAZTELE	PROSTŘEDKY OVĚŘENÍ	PŘEDPOKLADY A RIZIKA
ZÁMĚR PROJEKTU: Zlepšení systému údržby ve firmě a zvýšení konkurenceschopnosti firmy	Výsledky interních, externích a certifikačních auditů	Výsledkové reporty provedených auditů	
CÍL PROJEKTU: Impelemntace metodiky TPM na pracovišti automatické lakovny	Pravidelné provádění autonomní a plánované údržby, zlepšení stavu zařízení	Interní informační systém, Záznamové a kontrolní tabulky údržby	RIZIKA: 1. Nezájem vedení firmy 2. Opatření neovedou ke zlepšení systému údržby 3. Chybně zpracovaná analýza současného stavu 4. Odpor pracovníků vůči změnám 5. Odložení realizace projektu
VÝSTUPY: Analýza současného stavu Zavedení autonomní údržby Zlepšení plánované údržby Standardizace údržbářských činností	Výsledky analýzy současného stavu Začlenění obsluhy do činností údržby Vytvoření nového plánu údržby Standardy údržbářských činností	Praktická část diplomové práce Systémová dokumentace firmy Nástěnky ve firmě Standardy na pracovištích	
AKTIVITY: 1. Dohoda s vedením firmy na realizaci projektu 2. Start projektu a vytvoření projektového týmu 3. Analýza současného stavu 4. Zhodnocení analýzy současného stavu 5. Návrh zavedení metody TPM na pracovišti automatické lakovny 6. Provedení navrhovaných opatření 7. Zhodnocení projektu	VSTUPY A ZDROJE: Interní dokumenty Interní informační systém Projektový tým Fotoaparát PC, MS Office Mobilní telefon Literární zdroje Konzultace s procesním inženýrem, údržbáři, technology, operátory a vedoucím výroby	DOBA TRVÁNÍ: 1. prosinec 2018 2. leden 2019 3. leden 2019 4. únor 2019 5. únor 2019 6. únor - duben 2019 7. duben 2019	PŘEDBĚŽNÉ PODMÍNKY: Schválení projektu společností, ochota spolupracovat a poskytovat informace

PŘÍLOHA P IV: RIPRAN

Č.	Hrozba	Pst. Hrozby	ID	Scénář	Pst. Scénáře	Celková pst.	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Nezájem vedení firmy	10%	1.1	Projekt nebude realizován	90%	SP	VD	VHR	Udržování komunikace s firmou
			1.2	Nekompletní informace	30%	MP	VD	SHR	
2	Opatření nepovedou ke zlepšení systému údržby	20%	2.1	Nedojde ke zlepšení	80%	MP	SD	SHR	Kontrola navržených opatření, dodatečná úprava
			2.2	Nenaplnění cílů projektu	75%	MP	SD	sHR	
3	Chybně zpracovaná analýza	25%	3.1	Výsledky nebudou korespondovat s realitou	80%	VP	SD	VHR	Průběžná kontrola, pravidelná konzultace s vedoucím ve firmě
4	Odpor pracovníků vůči změnám	30%	4.1	Navržená opatření nebudou dodržována	60%	SP	SD	SHR	Motivovat pracovníky k přijetí změny, naslouchat jejich názorům
5	Odložení realizace projektu	10%	5.1	Neaktuálnost analyzovaných dat	60%	MP	SD	MHR	Akceptace rizika