

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů



Bakalářská práce

Metody a nástroje komplexní produktivní údržby

Martin Baičev

© 2021/2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Baičev

Zemědělské inženýrství
Inženýrství údržby

Název práce

Metody a nástroje komplexní produktivní údržby

Název anglicky

Methods and tools of total productive maintenance

Cíle práce

Vypracovat přehled metod a nástrojů používaných při uplatňování koncepce komplexní produktivní údržby.

Metodika

- 1) Úvod
- 2) Cíl práce a metodika
- 3) Vlastní práce (rešerše literatury vztahující se k metodám a nástrojům používaných v rámci koncepce komplexní produktivní údržby)
- 4) Závěr

Doporučený rozsah práce

40 – 50 stran včetně obrázků, tabulek a grafů

Klíčová slova

preventivní údržba, celková efektivita zařízení, autonomní údržba

Doporučené zdroje informací

JURAN, J a Joseph A DE FEO. Juran's quality handbook: the complete guide to performance excellence. 6th ed. New York: McGraw Hill, 2010, xxi, 1113 p. ISBN 007162934.

LEGÁT, Václav a kol. Management a inženýrství údržby. Druhé doplněné vydání. Praha: Kamil Mařík – Professional Publishing, 2016. ISBN 978-80-7431-163-5.

LEGÁT, Václav a kol. Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2007. ISBN 978-800-2019-497.

LEVITT, Joel. Complete guide to preventive and predictive maintenance. 2nd ed. New York: Industrial Press, 2011. ISBN 9780831134419.

MYKISKA, Antonín. Bezpečnost a spolehlivost technických systémů. Vyd. 2., přeprac. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-010-2868-2.

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

NENADÁL, Jaroslav. Management kvality pro 21. století. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-561-2.

NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

PARMENTER, David. Klíčové ukazatele výkonnosti: rozvíjení, implementování a využívání vítězných klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI). 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008, xv, 242 s. ISBN 978-80-02-02083-7.

SMITH, Anthony M a Glenn R HINCHCLIFFE. RCM: gateway to world class maintenance. Boston: Elsevier Butterworth-Heinemann, c2004, xxiii, 337 p. ISBN 07-506-7461-X.

Předběžný termín obhajoby

2022/2023 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 4. 2. 2021

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D

Děkan

V Praze dne 13. 07. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Metody a nástroje komplexní produktivní údržby" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne datum odevzdání

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Panu docentovi Alešovi Zdeňkovi za poskytnutí informací ohledně bakalářské práce.

Metody a nástroje komplexní produktivní údržby

Abstrakt

Bakalářská práce pojednává o nástrojích a metodách údržby, jak by měla údržba fungovat a co vše se zahrnuje do údržby. Dále se zde bude řešit metoda TPM „Total Productive Maintenance“ a využití této metody v údržbě a její bloky. Dále bude tato práce pojednávat o autonomní údržbě, která zapojuje obsluhu strojů a zařízení do běžné údržby. Cíle preventivní a produktivní údržby.

Klíčová slova: TPM, Totální produktivní údržba, údržba, autonomní údržba

Methods and tools of total productive maintenance

Abstract

The bachelor's thesis discusses about maintenance tools and methods, how maintenance should work and everything related to maintenance. Furthermore, the TPM method "Total productive maintenance" and the use of this method in maintenance and its blocks will be discussed here. Furthermore, this work will discuss autonomous maintenance, which involves the operation of machines and equipment for routine maintenance. Objectives of preventive and productive maintenance.

Keywords: Total productive maintenance, TPM, maintenance, autonomous maintenance

1	ÚVOD.....	9
2	TPM - TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE.....	10
2.1	DEFINICE POJMU TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE	10
2.2	HISTORIE A VÝVOJ TPM.....	11
2.3	PRODUKTIVITA A TPM.....	11
2.4	ZÁKLADNÍ PRVKY TPM.....	12
3	AUTONOMNÍ ÚDRŽBA	13
4	PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA.....	15
5	PREVENTIVNÍ ÚDRŽBA	16
5.1	ČIŠTĚNÍ A MYTÍ STROJŮ.....	16
5.1.1	Účel čištění strojů	16
5.1.2	Mazání strojů – význam a způsoby.....	17
6	PREDIKTIVNÍ ÚDRŽBA	18
7	DIAGNOSTICKÁ ÚDRŽBA.....	19
8	VZDĚLÁVÁNÍ A TRÉNINK PRACOVNÍKŮ.....	20
8.1	SYSTÉM ÚDRŽBY A INFORMAČNÍ SYSTÉM	20
9	CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ.....	21
9.1	SBĚR DAT PRO VÝPOČET OEE.....	21
9.2	STRUKTURA OEE.....	21
9.3	VÝPOČET OEE.....	22
9.4	VZTAH PRODUKTIVITY A OEE	23
10	METODA 5S.....	25
10.1	PRVNÍ KROK SEIRI.....	25
10.2	DRUHÝ KROK SEITON.....	25
10.3	TŘETÍ KROK SEISO	25
10.4	ČTVRTÝ KROK SEIKETSU.....	25
10.5	PÁTÝ KROK SHITSUKE.....	25
11	VIZUÁLNÍ MANAGMENT.....	27
12	TÝMOVÁ PRÁCE.....	28
13	IMPLEMENTACE TPM.....	29
13.1	PŘÍPRAVNÁ FÁZE	29
13.2	ZKUŠEBNÍ IMPLEMENTACE.....	29
13.3	IMPLEMENTACE TPM V PODNIKU.....	29
13.4	STABILIZACE.....	30
14	FMEA ANALÝZA	31
14.1	MTTR, MTBF	32
15	TPM SHRnutí.....	33
16	ZÁVĚR.....	34
17	CITOVANÁ LITERATURA	35
	SEZNAM GRAFŮ A OBRÁZKŮ.....	36
	SEZNAM TABULEK	37

1 Úvod

V této bakalářské práci budeme jednat o nástrojích a metodách komplexní produktivní údržby. V počátcích probereme totální produktivní údržbu (TPM), která je hlavní metoda nebo filozofie zajišťující dosahování tří základních cílů souvisejících s efektivností zařízení. Vysvětlíme nástroje realizace TPM, postup TPM a další důležité kroky. Vysvětlíme i část historie a jak vlastně TPM vznikla.

Následně si představíme jeden z hlavních pilířů TPM, a to konkrétně autonomní údržbu, která v dnešní době je zavedena ve všech podnicích, kde je třeba udržovat stroje v nepřetržitém provozu. Dopodrobna si vysvětlíme 7 základních kroků autonomní údržby a v čem spočívá jejich plnění a co je výsledkem.

Dalším velkým dílem budou preventivní a prediktivní a plánovaná údržba, které jsou velkou součástí filozofie TPM. Zjistíme, co tyto údržby v podniku dělají a jakou práci zastupují a jaký to má dopad na výslednou efektivitu a produkci podniku.

Rozebrány tu budou některé metody, které jsou s filozofií TPM silně spojeny a bez aplikace těchto metod by TPM neměla žádný smysl. Hlavní bude metoda 5S a další bude FMEA analýza.

Řeč padne i na důležité koeficienty, které pomáhají aplikaci TPM a udávají velmi důležité údaje, pomocí kterých se následně dokáže podnik ve své implementaci TPM zdokonalovat. Těmi důležitými jsou koeficient OEE.

2 TPM - Total Productive Maintenance

V dnešní době se vyskytuje mnoho moderních přístupů, které slouží k udržování a neustálému zvyšování účinnosti výrobních systémů. Mezi těmito moderními přístupy se najdou i přístupy, které jsou zaměřeny na oblast údržby, které je jednou z nejdůležitějších oblastí v provozu podniku. Podniky si často ani neuvědomují, jak důležitá pro ně údržba vlastně je a jaký má význam a dopad na výrobu. Total Productive Maintenance nebo ve zkratce TPM se právě stará o údržbu v celém podniku a propojuje vzájemně oblasti údržby, výroby, technického zabezpečení konstrukce a nakonec technologie. (1)

TPM je, co se týče přístupu, naprostým opakem přístupu, který vymyslel Frederick Winslow Taylor, který se snažil co nejvíce práci odlišit. Jeho názor spočíval v tom, že pracovníci mají své pohyby při práci na stroji naučené a ty jsou postupem času neustálým opakováním dovedeny téměř až k dokonalosti. Veškeré pohyby pracovníků se dají lehce zkontrolovat a následně přizpůsobit tak, aby pracovníci nepotřebovali speciální výcvik. Ve velkých firmách s hromadnou výrobou, se s pracovníky zacházelo jako se stroji, kteří obdrželi pracovní úkol a ten vykonali s vysokou přesností a kvalitou. (2) TPM je se svým zaměřením je přesným opakem názoru Fredericka Winslowa. V TPM podnik nerozděluje své pracovníky na obsluhu a údržbu, ale podporuje myšlenku toho, že pracovníci u stroje mají jako první možnost odhalit jakoukoliv závadu a myšlenka TPM právě z tohoto důvodu přesměrovává spoustu údržbářských činností na operátory výroby. (3)

2.1 Definice pojmu Total Productive Maintenance

Mnohokrát se setkáváme s mylným pochopením TPM, a to díky svému překladu Totálně Produktivní údržba. Český překlad má za příčinu to, že spousta lidí chápe a bere TPM tak, že se tato koncepce týká pouze údržby a pouze údržbou se zabývá. Toto je ovšem velmi špatné pochopení, jelikož TPM je zaměřena na celkovou údržbu, které se účastní i pracovníci u stroje. Do celého systému je zapojen každý pracovník v podniku, a to i manažerské pozice. Hlavním cílem myšlenky je hlavně redukce a snížení prostojů a ztrát po kompletní dobu životního cyklu zařízení. (4)

V roce 1971 byla TPM velmi detailně a trefně definována japonským institutem pro podnikovou službu (JIPM) konkrétně pěti body:

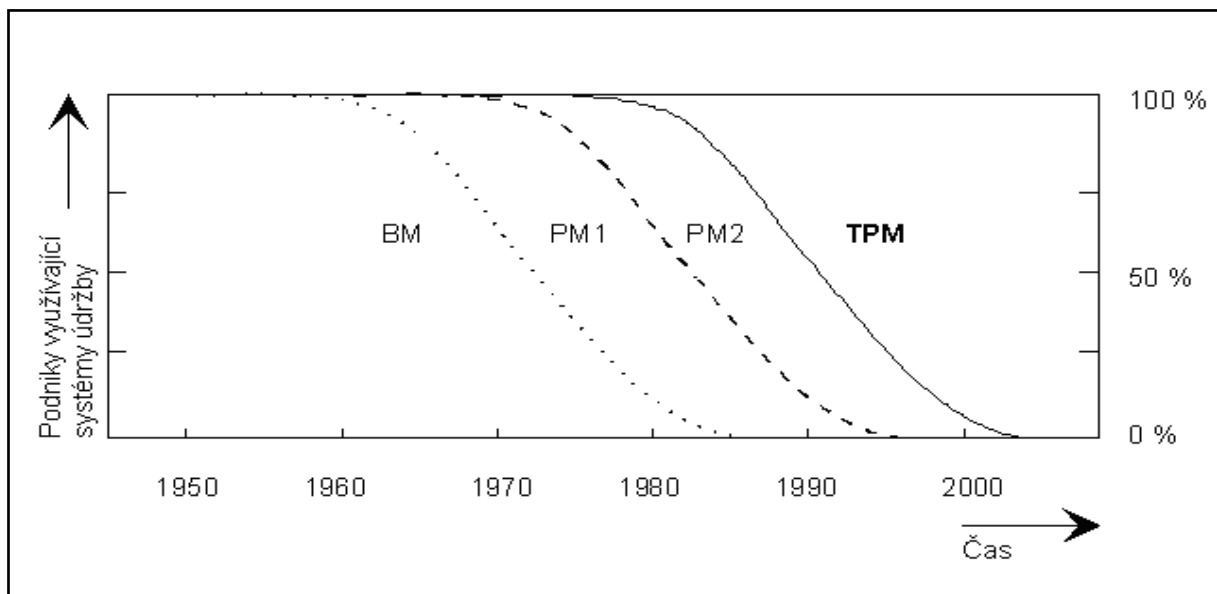
1. Soustředí se na maximalizaci efektivnosti zařízení.
2. Využívá analýzu preventivní údržby v celém životním cyklu zařízení.
3. Je zavedena v jednotlivých útvarech podniku.
4. Zapojuje do aktivit všechny pracovníky od managementu až po operátory.
5. Je založena především na produktivní údržbě vycházející z motivace managementu a práce autonomních týmů. (5)

2.2 Historie a vývoj TPM

S TPM se v průběhu doby potkáme prvně již v 50. až 60. letech v Japonsku, kde autor dělal s preventivní údržbou ve Spojených Státech Amerických a v Evropě. Veškeré poznatky a zkušenosti, které za danou dobu nasbíral následně zkompletoval do návrhu, který pojmenoval Total Productive Maintenance. Jeho celá myšlenka následně spočívala v rozvoji dalších druhů údržeb. Zavedeny byly nové prvky a mezi asi nejznámějšími byla autonomní údržba. (6) Aplikace metod Just in Time (JIT) stála za vznikem TPM, kde v JIT je hlavním cílem nepřetržitý provoz a minimalizace ztrát. (7)

Vývoj systémů údržby ve světě názorně ukazuje **Error! Reference source not found.**. Jednotlivé fáze jsou označeny zkratkami tvořenými z anglických názvů etap:

- ✓ BM - Break-down Maintenance = údržba po poruše,
- ✓ PM1 - Preventive Maintenance = preventivní údržba,
- ✓ PM2 - Productive Maintenance = produktivní údržba, (5)



- ✓ TPM - Total Productive Maintenance = totálně produktivní údržba.

Obrázek 1 - Vývoj v oblasti systémů údržby

2.3 Produktivita a TPM

Dnes firmy zakládají svůj úspěch hlavně na faktu ochoty hledat nová a lepší řešení, které zvýší i efektivitu a kvalitu produkce. Na veškeré tyto problémy je nejlepší možnost používat správný přístup s tím se nebát přizpůsobit se a nabrat nové zkušenosti, metody a techniky.

S velkým množstvím nedostatků se setkává řízení výroby a ty mají svou souvislost s otázkami ohledně produktivity. Z těchto otázek jsou asi nejvíce důležité a nejznámější tyto tři otázky:

- ✓ Nedostačující strategie v přístupu k řízení výroby
- ✓ Používání již zastaralých nebo špatných metod řízení a organizace výroby
- ✓ Nedostatečná podpora řízení výroby informačními technologiemi.

Ke zvýšení produktivity dochází díky zásahům, které přináší investice podniku, do řízení podniku a díky podmínkám, které jsou specifické pro naši ekonomiku, jsou tyto zásahy jeden z nejlepších způsobů, které vylepší organizaci řízení výroby. (8)

Pokud v dnešní době chce podnik, aby se mu dařilo a měl jistotu své existence, je zapotřebí odstranit plýtvání nebo ho co nejvíce zredukovat. V trhu probíhají neustále změny a pod neustálou změnou jsou také požadavky na produkty nebo jiné služby, které vyhovují přání zákazníka. Aby výroba byla co nejlevnější pro výrobce, tak je třeba provádět výrobu v hromadné výrobě, což způsobí velké snížení ceny výroby a zároveň se výrobce snaží při hromadné výrobě udržovat co nejvyšší možnou kvalitu a spolehlivost. (3)

2.4 Základní prvky TPM

TPM jako takové má několik hlavních cílů. Tím nejdůležitějším je odstranění poruchy a co největší redukce prostojů stroje. Díky tomu se zvyšuje produktivita stroje. O veškeré poruchy na výrobním zařízení nebo na jiné části stroje, se postará úsek údržby podniku. TPM má své pole působnosti i v jiných oblastech práce v podniku. Jeden z dobrých příkladů je ztráta času při práci s poškozenou součástí nebo použití jiného nevyhovujícího technologického postupu, které následně způsobují velmi dlouhé seřizovací časy.

Filosofie TPM je tvořena následujícími programy

- ✓ Program autonomní péče o zařízení
- ✓ Program plánované údržby
- ✓ Program vzdělávání a tréninků
- ✓ Program plánování pro nové zařízení a díly
- ✓ Systém údržby a informační systém
- ✓ Program zvyšování celkové efektivity zařízení. (5)

Obrázek 2 - Základní pilíře TPM



3 Autonomní údržba

Jeden z nejvíce důležitých pilířů celého TPM je Autonomní údržba a je také nejznámějším a nejvíce používaným druhem údržby, který se užívá v podnicích po celém světě. Systém, který se využívá v dnešních podnicích, se nazývá systém člověk – stroj. Do tohoto systému se řadí veškerá práce operátorů a specialistů údržby a autonomní údržba se snaží celý systém co nejvíce optimalizovat. Propojení mezi prací operátorů a výkonem stroje vysoce ovlivňuje kvalitu výroby. Provoz stroje je třeba co nejvíce využít a největšího využití se dosáhne jen tak, že se splní veškeré podmínky pro provoz bez jakýchkoliv poruch. A zde hraje klíčovou roli obsluha stroje.

Autonomní údržba tedy znamená:

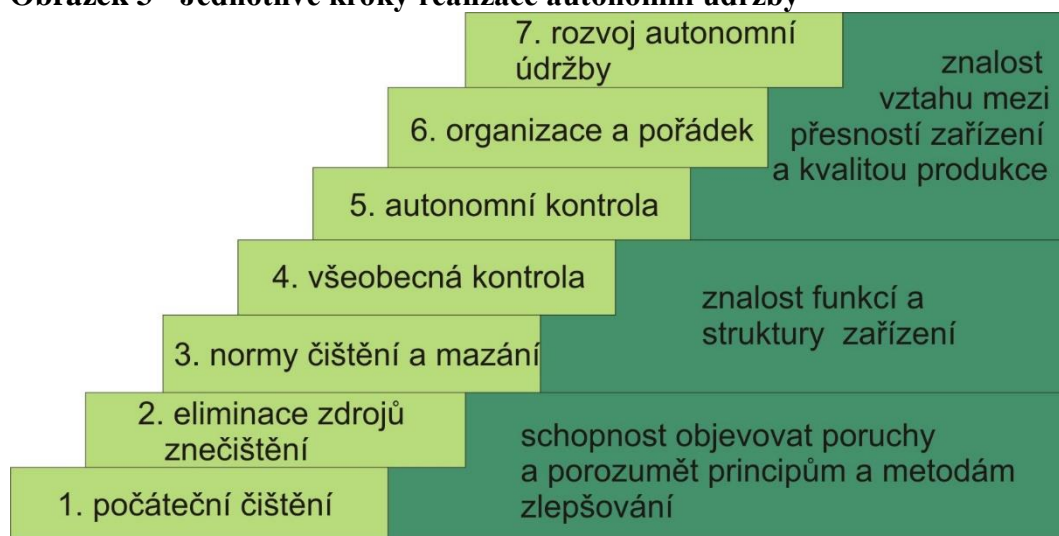
- ✓ Samostatné provádění některých údržbářských činností obsluhou.
- ✓ Účast obsluhy na údržbě a zlepšování stroje/zařízení.
- ✓ Spoluodpovědnost obsluhy za provozuschopnost stroje/zařízení. (5)

K tomu, aby nedošlo k přerušení výroby, mohou předejít operátoři, kteří stroj obsluhují, protože jsou první, kteří se mohou nějakých abnormalit všimnout a díky tomu i prodloužit životnost daného výrobního zařízení. K tomuto jevu ovšem dojde pouze a jen tehdy, pokud má obsluha se strojem blízký vztah a ví přesně, co se kde nachází a jak co má vypadat nebo se chovat. Velmi malé množství akcí, které obsluha provádí, jsou produktem intuice a zbytek je třeba se naučit na školení nebo praxi v provozu. (9) Čím lépe zná operátor stroj, na kterém pracuje, tak se i více posouvá vztah operátora ke stroji, a to vše se poté ukazuje na péči o stroj. Autonomní údržba nepřevádí úkoly a povinnosti údržby na obsluhu, ale provádění určitých opravárenských činností a kontrol. Mezi další úkoly obsluhy patří:

- ✓ Poznání zařízení.
- ✓ Čištění strojů a zařízení a opatření proti zdrojům znečištění.
- ✓ Tvorba standardů pro čištění, mazání a kontrolu zařízení.
- ✓ Monitorování a identifikování zdrojů poruch.
- ✓ Zlepšování zařízení.
- ✓ Spoluúčast na prevenci.
- ✓ Provádění některých jednoduchých oprav.
- ✓ Spolupráce s údržbáři-specialisty při větších závadách. (5)

Autonomní údržba je rozdělena do sedmi hlavních úkolů/kroků a tří hlavních fází

Obrázek 3 - Jednotlivé kroky realizace autonomní údržby



Pod první tři kroky lze zařadit i nezmíněný krok analýza počátečního stavu. Tato analýza se používá ke zjištění těch nejdůležitějších podmínek, které jsou pro zařízení a jeho provoz nutné. Další mezikroky, které do této fáze patří je například odhalení zdroje znečištění nebo záznam výchylek na stroji. Tato fáze také dává dohromady další činnosti, jako vylepšení prostředí, kde stroj pracuje nebo ochrana proti dalšímu znečištění a probíhá uplatnění metody 5S. Následující dva kroky jsou spojovány s úvodními prohlídkami a činnostmi, které jsou k nim spojeny a jejich hlavním cílem je stanovit určitá opatření, ověřit všechny provizorní standardy a vyřešit všechny nalezené nedostatky a učení se rozpoznání abnormalit. V případě, že obsluha usoudí, že daný problém již nezvládne sama vyřešit, tak nastává situace, kdy je přivolán kvalifikovaný údržbář nebo elektrikář. (5)

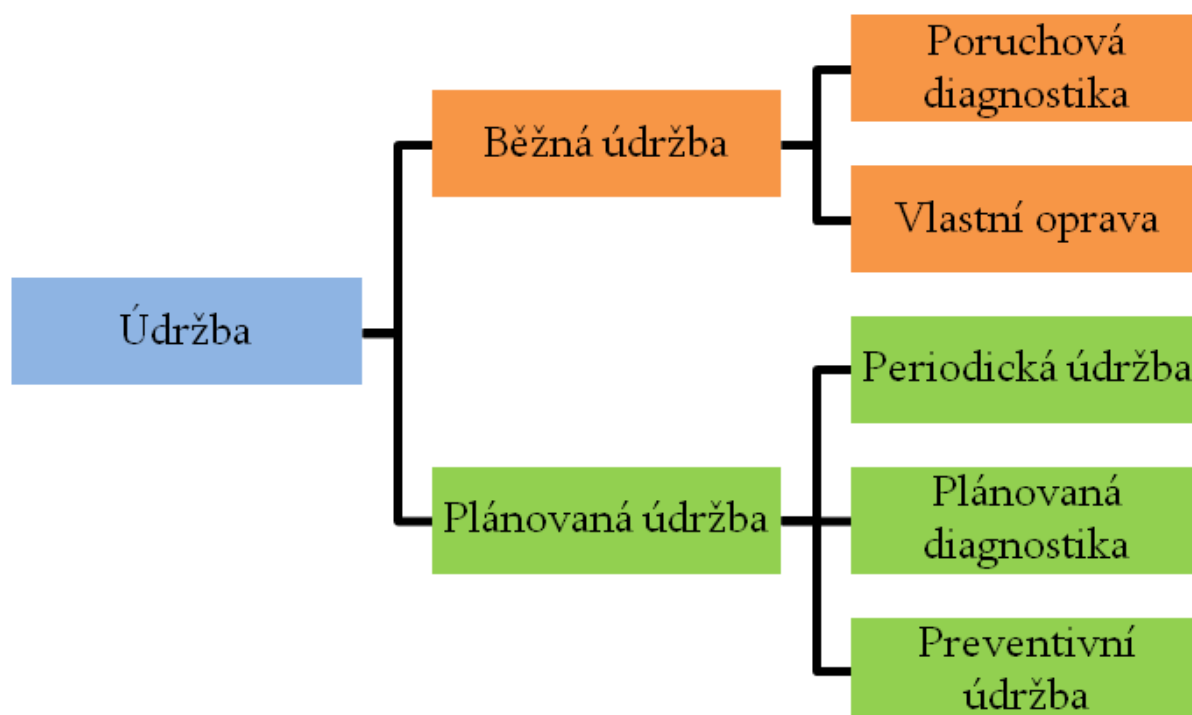
Při posledních dvou krocích v autonomní údržbě probíhá tvorba standardů, které jsou zaměřené na vylepšování kvality a bezpečnosti. Celkově se vylepšují veškeré činnosti, které se provádějí při autonomní údržbě. V posledním bodě této fáze se snažíme vylepšit ergonomické uspořádání pracoviště, a hlavně snaha pochopit význam autonomní údržby a jaký má dopad na snižování nákladů ve výrobě.

Tím, že se v podniku začne aplikovat autonomní údržba, je přineseno do podniku spousta velkých přínosů. Mezi hlavní je masivní zlepšení využívání zdrojů, bráno ve smyslu, že

kvalifikovaný údržbář nemusí chodit ke každé preventivní kontrole, mazání apod., ale má dostatek času se soustředit se svou prací tam, kde je nejvíce potřeba. Druhým velkým přínosem při aplikaci autonomní údržby je vyvrácení mýtu „já obsluhuji – ty udržuješ“, který se hojně v podnicích vyskytuje a špatně se odstraňuje. V průběhu praxí bylo dokázáno, že pracovníci nejsou po celou svou pracovní dobu zabráni do své práce, a tudíž přesunem některých údržbářských činností na pracovníky jsou mezery v pracovním vytížení vyplněny a díky tomu se i spoří náklady. Díky každodennímu kontaktu se strojem se operátoři naučí všimnout si jiného chování stroje a jiných abnormalit a tím zabránit výrobě zmetků nebo poruchy zařízení. (9)

4 Plánovaná údržba

Když mluvíme o plánované údržbě, tak se plánuje buď preventivní nebo prediktivní údržba, které jsou prováděny vyškolenými údržbáři. Cílem plánované údržby je zajistit, aby výrobní zařízení si zachovalo bezporuchový režim a předešlo se vyřazení zařízení nebo jeho poškození. Tudíž jsou prováděny různé opravy na základě inspekcí, které jsou také součástí náplně plánované údržby, aby se předcházelo jakémukoliv možné poruše.



Obrázek 4 - Rozdělení údržby

5 Preventivní údržba

Veškeré činnosti, které míří k bezporuchovosti a aby nenastávaly poruchy, má na starost preventivní údržba. Všechno je řízeno předem stanoveným plánem, který určuje intervaly pravidelných prohlídek. Díky těmto prohlídkám je kolikrát odhalena možná příčina problému nebo poruch stroje a mají za úkol vytvořit patřičné kroky k opatřením, aby nedocházelo k poruchám. Celá tato koncepce preventivní údržby je takto poskládána, aby byla zachována efektivnost a co největší využití kapacity výroby a řídí se třemi kroky:

- ✓ Zachování normálních podmínek.
- ✓ Odhalit možné problémy včas.
- ✓ Včasné a rychlé vyřešení abnormalit.

Preventivní údržba vyžaduje provedení následujících kroků s ohledem na individuální stroje a zařízení:

- ✓ Náhodně určit výrobní zařízení do programu.
- ✓ Vysvětlit a určit činnosti prováděné v rámci programu.
- ✓ Určit v jakých časových rozmezích se budou dané činnosti provádět.
- ✓ Stanovit systém efektivního plánování dílčích činností preventivní údržby.
- ✓ Vytvořit standardy pořizování a řízení dokumentace plynoucí z preventivní údržby.

Jeden z velkých záporů preventivní údržby je, že je třeba stroj odstavit, aby mohla údržba proběhnout. Díky tomu dochází ke ztrátám času a je kvůli tomu nutné, aby bylo vše správně navrženo a provedeno, aby tyto ztráty byly minimální.

Je typické pro preventivní údržbu, že činnosti prováděné na všech strojích, jsou takřka totožné a moc se od sebe neodlišují. Velmi často se jedná o činnosti jako je například mazání stroje nebo jeho vyčištění. Celkově všechny tyto činnosti mají dosáhnout toho, aby zařízení bylo v dokonalém stavu a minimalizovalo se množství poruch.

5.1 Čištění a mytí strojů

Jedna z nejvíce známých činností preventivní údržby je čištění a mytí strojů. Při běžném provozu vzniká v různých místech zařízení různé nečistoty například prach, zbytky materiálů apod. Veškeré tyto nečistoty jsou často důvodem zhoršení funkčnosti zařízení nebo i jeho poškození a celkově mohou způsobit:

- Zhoršení chlazení zařízení tím, že zvyšují tepelné namáhání
- Zvýšení opotřebení funkčních ploch
- Brání normální funkci zařízení – zanesení sít nebo potrubí
- Mohou zvýšit nebo dokonce být příčinou požáru a někdy i výbuchu

5.1.1 Účel čištění strojů

Účelem čištění strojů je se znavit všech cizích částic ve strojním zařízení, aby mohl jeho provoz opět probíhat na nejvyšší výkon. Většinou se tyto akce provádějí na konci směny, kdy se zařízení odstaví z provozu a veškeré sbíhavé prostory se kontrolují a čistí, aby nedošlo k vysokému nahromadění nečistot nebo nedošlo dokonce ke korozi. Čištění strojů je velmi důležitou částí preventivní údržby a provádí se převážně:

- ✓ Mechanické šetrnění, seškrábání a ometení nečistot
- ✓ Vyfoukání úzkých prostorů stlačeným vzduchem
- ✓ Vysávání vysavačem
- ✓ Mytí strojů

Jak takové mytí strojů může probíhat je vyobrazeno na následujícím obrázku. Veškeré mytí nebo čištění může probíhat přímo na pracovním místě nebo na speciálních místech, která jsou k tomu určená a patřičně vybavená.



Obrázek 5 - čištění strojů v provozu

5.1.2 Mazání strojů – význam a způsoby

Mazání je jedna z důležitých a častých prací prováděných při údržbě zařízení. Velmi závažně ovlivňuje rychlost opotřebení funkčních ploch a tím vysoce ovlivňuje celkovou životnost výrobního zařízení. Pokud se na to podíváme z fyzikálního hlediska, tak mazání ovlivňuje tření a má další velmi důležité funkce:

- Namazáním funkčních ploch se snižuje tření
- Chrání namazané povrchy před korozi

- Odvádí třecí teplo a tím chladí mazané povrchy
- Může působit jako těsnění a tím zabránit vnik cizích částic do namazaného prostoru
- Zabráňuje abrazivnímu opotřebení (10)

6 Prediktivní údržba

Pomocí metod založených na diagnostice, podrobuje prediktivní údržba stroje různým metodám testů, které mají za úkol odhalit chyby ve stavu zařízení. Velkou výhodou těchto metod je, že na jejich aplikaci není třeba zastavit provoz stroje, což u preventivní údržby nelze. Kvalitní soubor prediktivní údržby pracuje se známými a ověřenými technologiemi testování jako jsou:

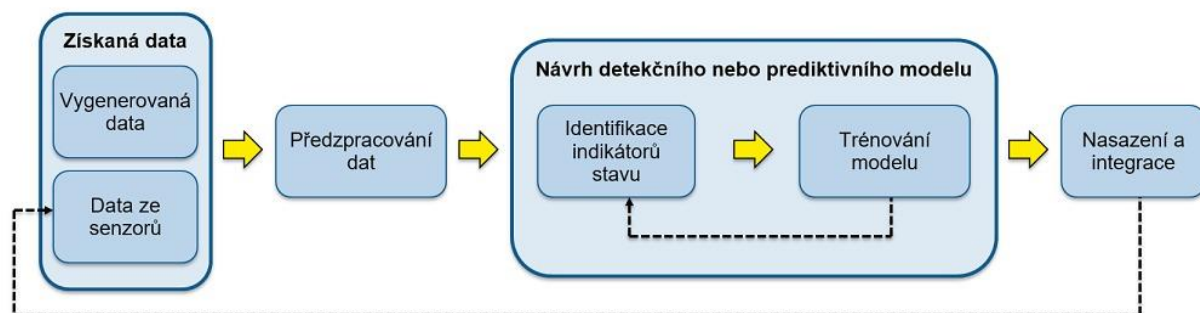
- Měření a kontrola vibrací
- Kontrola opotřebení a kvality oleje
- Testování pomocí ultrazvuku
- Vizualizace teplotních polí pomocí infračervené termografie

Díky testovacím zařízením je možnost včas a přesně zjistit problém nebo možnou příčinu poruchy a pracovníci s patřičnou kvalifikací pak mohou vymyslet ten nejlepší možný postup, jak tyto problémové části odstranit a tím prodlužovat životnost stroje a zlepšit výkon všech prováděných operací. Další velkou výhodou prediktivní údržby je, že je málo náročná na náklady a oproti preventivní údržbě je velmi spolehlivá a přesná.

Prediktivní údržba nám zjišťuje díky svým možnostem:

- ✓ Zkoušení a zjištění provozuschopnosti stroje
- ✓ Nalezení místa nebo důvodu poruchy stroje
- ✓ Předpověď další provozuschopnosti

Obrázek 6 - kroky prediktivní údržby



Monitorování chodu strojů v rámci prediktivní údržby je především využíváno u strojů, které mají strategický, případně střední význam pro zabezpečení plynulého chodu výroby. (11)

7 Diagnostická údržba

Další druh údržby, který se váže k TPM a zároveň i k preventivní a prediktivní údržbě. Už z názvu je nám napovězeno k čemu se tato údržba váže a na základě čeho je prováděna. Údržba je prováděna na základě diagnostických signálů, které jsou základním zdrojem informací potřebných pro správné naplánování údržby.

Diagnostická metoda využívá hned několik základních postupů, díky kterým získává potřebné údaje ke zjištění technického stavu zařízení. Používají se:

- Subjektivní metody (čich, zrak, hmat, sluch)
- Defektoskopie – zjištění vad materiálu
- Vibrodiagnostika – analýza vibrací vyvolaných silami při práci strojů
- Termodiagnostika – zjištění a vyhodnocení teploty
- Tribotechnická diagnostika – analýza vzorku oleje



Obrázek 7 - diagnostická údržba

8 Vzdělávání a trénink pracovníků

V každém podniku, který používá metody TPM je třeba, aby pracovníci v provozu prohlubovali své vědomosti a zlepšovali své schopnosti ohledně práce s výrobním zařízením. Tento učební a tréninkový režim je hlavní stavební kámen celého TPM a jsou na něm postaveny veškeré pilíře celého TPM. Operátoři jsou časem vzděláváni a vedeni k nezávislé péči o stroj a některé činnosti údržby jsou na obsluhu převedeny. Obsluha se tím stává samostatnější a pomoc pracovníků údržby je nutná v závažnějších situacích. Celý tento program vede také k tomu, že samotní operátoři mohou přijít s návrhy na zlepšení chodu výroby nebo jiné součásti pracoviště.

Díky tomu je možné následně hlouběji proškolit pracovníky údržby ohledně strojů a veškerých technických informacích o nich. Následně jsou údržbáři zapojováni do práce s analyzováním rizik a poruch a následně výsledky analýz jsou použity k odstraňování dlouhotrvajících problémů stroje.

8.1 Systém údržby a informační systém

K tomu, abychom věděli, jaké činnosti údržba dělá v reálném čase, slouží informační systém. Je zapotřebí neustále činnosti údržby vylepšovat, ať už z hlediska nákladů nebo provést zpětnou vazbu. Jsou zde tři hlavní body, které je třeba, aby informační systém splňoval:

- ✓ Schopnost automatizovat plánování údržby, generovat pracovní příkazy.
- ✓ Umožnit snadné provádění analýz a vyhodnocování statistických přehledů.
- ✓ Poskytuje podporu k identifikaci kritických oblastí. (12)

9 Celková efektivita zařízení

Koeficient celkové efektivnosti zařízení (ve zkratce CEZ), v práci se bude spíše vyskytovat anglická zkratka z názvu Overall Equipment Effectiveness (OEE). Jedná se o koeficient, který nám dává možnost spočítat produktivitu zařízení.

Koeficient je sledován a převážně na zařízeních, která produkují velké procento zmetků. U těchto míst nebo strojů je také snaha, aby hodnota koeficientu rostla. Pro výpočty platí, že jsou provedeny v co možná nepřehlednějším a nejjednodušším provedení. Sběr dat a vyhodnocení je velmi důležitý a je na to kladen velký důraz, protože následně z daného vyhodnocení se míří na navýšení hodnot OEE. Všechny tyto činnosti mají jeden stejný cíl, a to zvyšování produktivity. (3)

9.1 Sběr dat pro výpočet OEE

Data, která se následně vyhodnocují a zpracovávají, je potřeba správně a přesně určit, aby bylo jasné pro pracovníky, která data shromáždit. Pro sběr se používají tři hlavní postupy:

- ✓ Shromažďování dat pomocí formulářů nebo jiných metod, které se nazývají tzv. ruční a následně jsou zpracovávány v tabulkových procesorech.
- ✓ Poloautomatický sběr dat pomocí terminálů nebo off-line automatického vyhodnocení v informačním systému.
- ✓ Sběr pomocí systémů Manufacturing Executive System a poté vyhodnocení on-line s možností vylepšení procesu. Jedná se o plně automatický sběr dat. (3)

9.2 Struktura OEE

V uvedené tabulce Tabulka 1 jsou uvedeny některé negativní vlivy, které mohou nastat v průběhu provozu stroje a z jejichž původu a množství vychází OEE.

Tabulka 1 - Negativní vlivy OEE

CEZ	=	DOSTUPNOST	X	VÝKON	X	KVALITA
OEE	=	availability	X	performance rate	X	quality rate
negativní vlivy		↓		↓		↓
	➤ ztrátové časy		➤ nedodržení výkonových parametrů		➤ nekvalitní výroba	
	- výpadky po poruše - seřizování - výměny náradí - organizační prostoje		- chod naprázdno - krátká přerušení - rozdíly mezi projektovanou a skutečnou rychlostí		- zmetky - vícepráce - kusy používané při seřizování	

OEE měří podíl Efektivní doby provozu výrobního zařízení bez jakýchkoliv ztrát a je součástí souhrnu pracovní doby, který vede ke kvalitní produkci.

9.3 Výpočet OEE

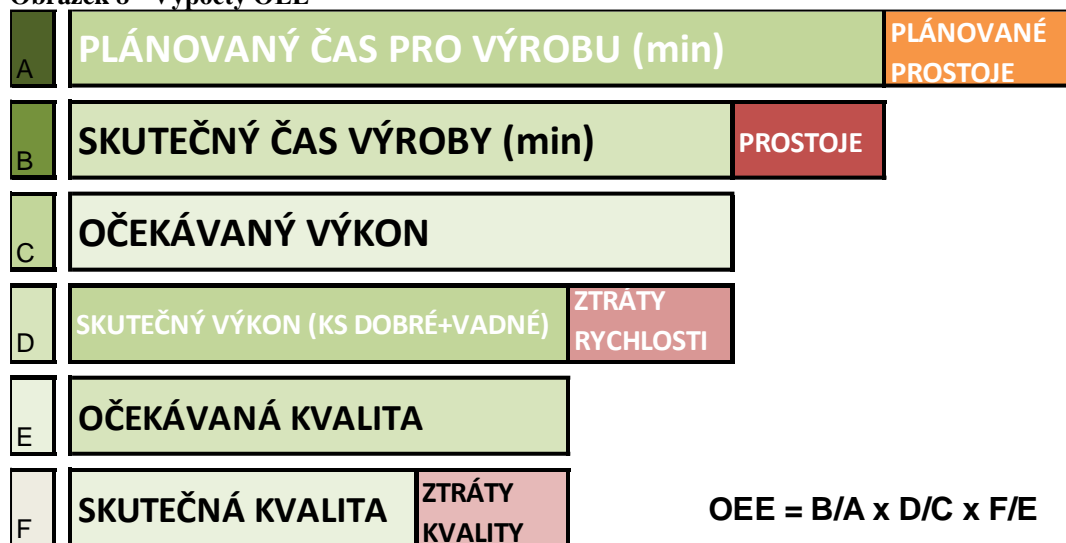
Podle toho, jaký cíl je pozorován, tak je mu odpovědně nastavena metoda výpočtů a za cíl má nalezení vysokých ztrát ve výkonnosti stroje a postupně tyto ztráty odstraňovat. Ve výpočtech se řeší tři ukazatele:

✓ Dostupnost (využitelnost)

Dostupnost (využitelnost) nám určuje podíl pracovní doby, kdy stroj pracuje. Na obrázku Obrázek 8 je vidět rozdělení tohoto času a celkový plán.

$$\text{DOSTUPNOST} = \frac{\text{CPPČ} - \text{PLÁNOVANÉ PROSTOJE} - \text{PROSTOJE}}{\text{CPPČ} - \text{PLÁNOVANÉ PROSTOJE}}$$

Obrázek 8 - Výpočty OEE



✓ Výkon

Pro vyjádření ztrát, které vznikají nedodržáním norem, používáme výkon. Při výpočtu použijeme čistý čas provozu, dle použitého schématu se jedná o celkový plánovaný pracovní čas, od kterého odečteme plánované i neplánované prostoje.

$$\text{VÝKON} = \frac{\text{SKUTEČNÝ POČET VYROBENÝCH KUSŮ} \times \text{PLÁNOVANÝ ČAS NA 1 KUS}}{\text{CPPČ} - \text{PLÁNOVANÉ PROSTOJE} - \text{PROSTOJE}}$$

✓ Kvalita

Posledním ukazatelem je kvalita. Pro to, abychom mohli kvalitu vypočítat, je potřeba několik nezbytných údajů. Prvním je celková produkce (množství), která vyjadřuje počet vyrobených kusů zboží. Druhý údaj vyjadřuje znehodnocené kusy, které byly vyrobeny při seřizování. Poslední údaj nám udává množství zmetků, což jsou kusy kvalitně nevyhovující. Mezi zmetky lze i zařadit kusy, které je možné následně upravit, aby vyhovovali podmínkám kvality.

$$\text{KVALITA} = \frac{\text{SKUTEČNÝ POČET VYROBENÝCH KUSŮ} - \text{ZMETKY}}{\text{SKUTEČNÝ POČET VYROBENÝCH KUSŮ}}$$

Na základě získaných dílčích výpočtů je možné určit celkovou efektivitu zařízení (výsledek se běžně vyjadřuje v procentech):

$$\text{OEE} = \text{DOSTUPNOST} \times \text{VÝKON} \times \text{KVALITA}$$

Abychom koeficient získali, tak lze použít i jiné vzorce pro jeho vypočítání. Ovšem tyto vzorce používají například počet skutečně vyrobených bez zmetků k fondu pracovní doby. Problém je, že výsledky z těchto možností výpočtů bývají nepřesné a neukazují důvody nízké efektivity. Proto je nejvíce přívětivé spočítat koeficient OEE tak, aby z jeho výsledků bylo možné zjistit ty nejvíce ztrátové složky, které jej ovlivňují.



Obrázek 9 - OEE

9.4 Vztah produktivity a OEE

Když se podíváme na obecnou definici produktivity, tak lze vidět, že velikost OEE je silně spjata s produktivitou práce, která je na stroji dosahována. Jde o produktivitu, která je měřena množstvím počtem vyrobených kusů zboží za určitou časovou jednotku. (13) Když při chodu výrobního zařízení dochází ke ztrátám na výrobě, tak je třeba tyto problémy dobře prověřit a zjistit proč ke ztrátám dochází. Pokud tyto problémy podnik po zjištění řeší, je velká pravděpodobnost, že kusová produkce bude navýšena. Vztah OEE a změny produktivity je tedy lineární funkcí.

10 Metoda 5S

Pod názvem Metoda 5S se v tomto tématu představují pojmy, které vystihují dobré a efektivní pracovní postupy a hospodaření v podniku. 5S právě proto, protože názvy jsou všechna v japonštině začínající na písmeno „S“. Pod touto metodou se usiluje o tvorbu uspořádaného a výkonného pracoviště a snahou odstranit plýtvání a ztráty. (14) Tato metoda je často považována za jeden ze základů metody TPM, tím že klade úsilí na neustále zlepšování. (8)

10.1 První krok seiri

Veškeré přípravy, třídění předmětů a další přípravné aktivity souvisí s prvním krokem metody 5S. Veškeré nepotřebné věci, které se běžně nepoužívají na pracovišti, se v průběhu prvního kroku třídí a přesouvají do prostorů, které jsou pro ně určené nebo popřípadě se přebytečné položky likvidují. Tímto krokem jsou ovlivněny všechny věci, které mohou být například stroje nebo nářadí, tak i skříňky nebo i osobní věci operátorů. (15)

10.2 Druhý krok seiton

Při druhém kroku probíhá uspořádání pracoviště stejně jako v prvním kroku. Odlišují se mezi sebou tím, že druhý krok je zaměřen na rozdělení věcí, které se běžně používají při práci na pracovišti, aby byly tyto věci rychle a jednoduše dostupné. Veškeré položky mají své úložné místo, které je jasně vyznačeno, aby bylo jasné, kde se co nachází. Součástí tohoto kroku je i systematizace veškerého nářadí a nástrojů.

10.3 Třetí krok seiso

Ve třetím kroku se zaměřujeme na úklid pracoviště. V tomto kroku je cílem zanechat po sobě pracoviště, které je bez jakékoliv špíny, prachu nebo materiálového odpadu. Díky uklizenému pracovišti lze následně jednodušeji odhalovat původní znečištění nebo poruchy a tento krok vede svým zaměřením k příjemnějším pracovním podmínkám a motivuje k lepším výkonům.

10.4 Čtvrtý krok seiketsu

Při čtvrtém kroku plní každý pracovník své povinnosti, a hlavně ty povinnosti zná. Povinnosti jsou plněny tak, aby byly naplněny předchozí tři kroky a všechny pracovní postupy jsou standardizovány. Proto v češtině tomuto kroku říkáme standardizace. (3)

10.5 Pátý krok shitsuke

Pátý a poslední krok se místy odlišuje v podání, ale činnosti jsou totožné. V pátém kroku se po splnění předchozích čtyř kroků zaměřuje na neustále zlepšování standardů 5S. Do tohoto kroku lze i zařadit případné audity nebo používání kontrolních dotazníků.

Konečným výsledkem a cílem při dodržování a plnění všech kroků 5S, je vytvoření pracoviště, které je uspořádané a je v něm zaveden pořádek. Je možné narazit i na možnost dalšího kroku, který je zaměřen na bezpečnost pracoviště, ovšem plněním všech kroků 5S se díky úklidu, organizaci a uspořádání pracoviště, zvyšuje samotná bezpečnost a tudíž se ve většině případů setkáme s verzí, která obsahuje pět kroků.



Obrázek 10 - pět kroků metody 5S

11 Vizuální management

Tato technika slouží k tomu, aby informovala o jednotlivých částech práce a k těmto částem poskytla návod ve kterém jsou všechny části jasně vysvětleny a pracovník pak mohl zvýšit svou produktivitu na nejvyšší možnou úroveň. (15)

Většinou se jedná o tabule nebo vývěsky s jednotlivými výsledky výkonů, které jsou uváděny v barevných grafech. Touto metodou mohou být i zviditelněné užívané metody nebo pracovní činnosti a snadno je popisuje, aby bylo vše jasné a zřetelné. Může se také jednat o zvýrazněné značení, které dává jasně najevo, co se v tom místě nachází nebo co se musí/nesmí nosit nebo používat.



Obrázek 11 - příklad vizuálního managementu

12 Týmová práce

Dnes se podniky a organizace snaží držet krok nebo dokonce si nahnat náskok před konkurencí právě pomocí týmové práce. Týmy mohou být pro různé účely, ale většinou podniky tvoří dočasný tým, který se zaměřuje na určitou problematiku a po odstranění problému tým zaniká. Tým bývá složen z maximálně deseti pracovníků, kteří jsou z různých oblastí podniku tak, aby byla vytvořena jistá spojitost mezi členy, aby byli schopni vytvořit efektivní řešení problému týkajícího se dané oblasti. (4)

13 Implementace TPM

Při zavádění TPM je třeba počítat s určitými podmínkami, aby vůbec jeho implementace měla smysl. Zavádění TPM není na krátkou dobu a výsledky zlepšení, které TPM sebou nosí, nejsou vidět hned, ale až po určité době a postupně. Na tomto programu nelze, aby pracoval pouze jeden nebo několik lidí, ale musí se zapojit i management spolu se všemi pracovníky a usilovat o zlepšení společně. Začátky aplikace metod TPM bývá kolikrát frustrující, protože ze začátku to nese více práce než užitku, což se v průběhu času mění a výsledky se dostávají.

Hlavní složkou TPM je spolupráce operátorů s údržbou. Obsluha spolu s údržbáři pracují na stejném cíli, a to celkovému snížení počtu poruch nebo nenaplánovaných oprav hlavně tím, že se některé činnosti údržby přenášejí na obsluhu stroje. Pracovníci si musí uvědomovat, že je pro ně lepší, aby stroje vyráběli kvalitní výrobky a byly provozuschopné, než aby trávili několik hodin nad opravami. (3)

Implementace TPM je rozřazena do celkově čtyř fází:

- ✓ Přípravná fáze
- ✓ Zkušební implementace
- ✓ Implementace TPM v podniku
- ✓ stabilizace

13.1 Přípravná fáze

V první fázi je třeba implementaci řádně a pečlivě naplánovat. Na naplánování a přípravu k implementaci TPM v podniku se většinou vyhrazuje doba mezi 3 až 6 měsíci. V této době probíhají veškeré přípravy v podniku na implementaci TPM. Probíhají činnosti od přípravy pracovišť až po proškolení zaměstnanců ohledně zavedení TPM a proč se vlastně bude TPM zavádět. V průběhu fáze, kdy se všichni školí a probíhají přípravy, probíhá také postupné vytvoření plánu, jak TPM v podniku zrealizovat. (4)

13.2 Zkušební implementace

V průběhu druhé fáze je program TPM vyzkoušen na jednom vybraném pracovišti v podniku a probíhá získávání prvních zkušeností s metodikou TPM. Často se v průběhu druhé fáze do aplikace TPM zapojují i externí pracovníci, aby pomohli a spolupracovali.

13.3 Implementace TPM v podniku

Následující fáze implementace slouží převážně ke zdokonalování efektivnosti strojů a výrobních zařízení. Probíhá rozdělení do týmů a výběr zařízení a také probíhá tvorba týmů. V neposlední řadě s v této fázi začínají plánovat kroky a programy autonomní a plánované údržby. Vytvořené týmy jsou následně také trénovány, aby zvládali řešit jednotlivé problémy ve svém týmu.

13.4 Stabilizace

Při poslední etapě se již snaží podnik vylepšovat a zakořenit program TPM a zároveň se kontrolují a hodnotí výsledky z předchozích tří fází. (3)

Obrázek 12 Postup implementace programu TPM



14 FMEA analýza

Pod zkratkou FMEA je vystižena metoda, která má v českém znění název Analýza možných poruch a jejich důsledků. S touto metodou přišlo jako první NASA při projektu Apollo, kde jej do tohoto projektu zavedla. Následně byla tato metoda uplatňována i v letectví a po několika letech byla aplikována v automobilce. Zde následně získala své uplatnění po celém světě. Tuto metodu lze využít v několika odvětvích, například FMEA vyskytujících se poruch. FMEA se vyznačuje několika specifickými znaky:

- ✓ Je využívána týmová práce vyznačuje se systémovým přístupem k prevenci poruch,
- ✓ Systémový přístup k prevenci
- ✓ Udává informace k příčinám
- ✓ Udává informace o odhalitelnosti poruch
- ✓ Říká nám, z jakého důvodu vznikla porucha
- ✓ Sbírá informace ke zpětné vazbě preventivní a proaktivní údržby
- ✓ Podporuje správné zacházení se zdroji

Praktické užití metody v oblasti údržby znamená v první řadě identifikaci potenciální možné poruchy a poté analyzuje její možné projevy, důsledky a příčiny. Takto identifikované poruchy jsou dále kvantifikované pomocí míry rizika, priority, kritičnosti. Zjistí se koeficient míry rizika vynásobením výskytu, významu a zjistitelnosti poruchy, dle předem stanovené škály hodnocení od 1 do 10 (názorně viz. praktická část práce, s. **Error! Bookmark not defined.**). Následně se provede seřazení podle velikosti zjištěné míry rizika a jsou navržena opatření dle konkrétních podmínek podniku. Na závěr je vhodné provést hodnocení realizace nápravných opatření opět metodou FMEA. (13)

FMEA/FMECA

Ukázka

Kvalitativní matice kritičnosti		Závažnost			
		Malá	Okrajová	Velká	Katastrofická
Možnost výskytu	Vysoká	2	3	4	4
	Střední	2	3	4	4
	Nízká	2	3	4	4
	Velmi nízká	2	3	3	4
	Velmi slabá	1	2	2	3

Kategorie kritičnosti	
4	Nepřijatelná
3	Nežádoucí
2	Přijatelná
1	Malá

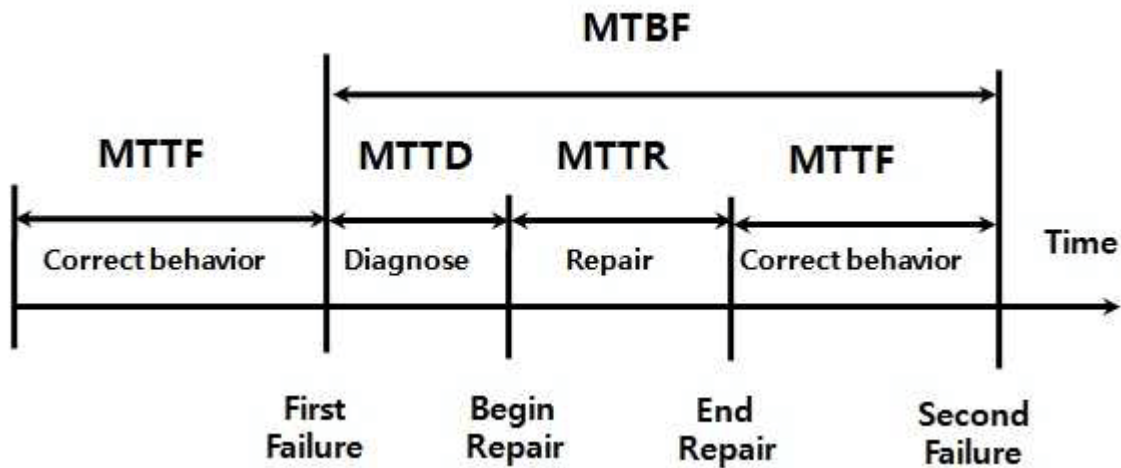
KCM Consulting s.r.o

Obrázek 13 - Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti

14.1 MTTR, MTBF

MTTR nebo v češtině střední doba poruchy ve vztahu s údržbou určuje, jak dlouho trvá oprava poruchy. Používá se k určení doby, která uplyne od doby, kdy vznikla porucha až do doby, kdy je porucha odstraněna. Následně se tento čas průměruje a tento údaj je MTTR.

MTBF nám určuje takzvanou střední dobu mezi poruchami. Vyjadřuje časovou jednotku, která uplyne mezi jednotlivými poruchami strojního zařízení. Stejně jako u MTTR je tento čas následně zprůměrován a tento údaj vyjadřuje MTBF.



Obrázek 14 - Vyjádření MTTF a MTBF

15 TPM shrnutí

Pro TPM jsou všechny cíle tvořeny podle toho, jaká je konkurence a v čem proti konkurenci podnik ztrácí. Jak se již psalo v předchozích kapitolách, tak hlavní cíle TPM jsou:

- I. Prostoje při poruše
- II. Časová délka seřizování a nastavování parametrů
- III. Běh stroje bez výroby, nepotřebné zastavení stroje
- IV. Nízká rychlost, která je nižší než doporučená výrobcem
- V. Výrobní vady (zmetky)
- VI. Snižování výkonů při výrobě.

Podnik reaguje na konkurenci tím, že tvoří cíle, které jsou zaměřeny většinou pro oblast údržby.

Při zavedení TPM může podnik očekávat velké množství zlepšení jako jsou:

- ✓ snížení poruchovosti (min. 15 až 20 % za rok),
- ✓ zvýšení pohotovosti strojů a zařízení,
- ✓ zvýšení OEE (min. 4 až 5 % za rok),
- ✓ zlepšení střední doby do poruchy,
- ✓ zlepšení střední doby údržby,
- ✓ přínos minimálně jednoho zlepšení na pracovníka za rok,
- ✓ změna poměru plánované údržby k údržbě po poruše,
- ✓ zachování nebo snížení nákladů na údržbu,
- ✓ zkrácení průběžné doby výroby,
- ✓ zlepšení kvality výrobků, procesů, služeb,
- ✓ zvýšení motivace zaměstnanců,
- ✓ zvýšení bezpečnosti na pracovišti,
- ✓ zkrácení času návratnosti investic do zařízení a
- ✓ zvýšení zisku společnosti. (5)

16 Závěr

Cílem této práce bylo seznámit se s metodikou a koncepcí TPM a všechny cíle, na které se koncepce TPM zaměřuje. Metodika TPM má velmi kladný dopad na produktivitu v podniku. Ovšem ne vždy a všude je TPM aplikováno a není to pravidlo pro funkčnost podniku. Jedná se však o velké plus pro celý chod výroby, protože jak je v práci vysvětleno, TPM díky své metodice ulevuje například údržbě díky převodu činností na obsluhu výrobního stroje. Celkově je TPM zaměřena na bezporuchovost, odstranění prostojů a další důležité úpravy.

Metodika TPM je zároveň provázaná s dalšími metodami, které svou činností nebo svými kroky napomáhají k průběhu a zlepšování TPM. Jedná se například o metodu 5S, která svými kroky dává jasně najevo, že pořádek, organizace a přehled na pracovišti značně ulehčují práci a pokud se budou jednotlivé kroky aplikovat na všech pracovištích a budou se utemovat a vylepšovat časem, tak to značně usnadní práci opět například údržbě, která díky pořádku snadněji najde zdroj poruchy nebo nečistot.

Při určení cíle, používá podnik i různé koeficienty, například OEE, který udává tři možné prvky výroby. Tyto prvky následně ukazují, jak dobře výroba probíhá nebo kde vznikají ztráty. Zvyšováním hodnoty těchto koeficientů poté podnik dosahuje zvýšení efektivity výroby.

Podnik aplikací metody TPM a všech propojených koncepcí dokáže zvýšit svou konkurenceschopnost a zajistit, aby ve výrobě nedocházelo ke zbytečným materiálovým ztrátám nebo poruchám.

17 Citovaná literatura

1. **Rakya, M.** Management údržby vyžaduje projektové řízení. [Online] [Citace: 21. 01 2023.] <http://modernirizeni.ihned.cz/c1-20362570-management-udrzby-vyzaduje-projektove-rizeni>.
2. **Truneček.** *Management znalostí.* Praha : C.H.Beck, 2004. 80-7179-884-3.
3. **Košturiak, J., Frolík Z. a kolektiv.** *štitlý inovativní podnik.* Praha : Alfa Publishing, 2006. 80-86851-38-9.
4. **Mašín, I., Vytlačil, M.** *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství.* Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1996. 80-902235-0-8.
5. **Mlčochová, Petra.** Aplikace metod just in time a TPM. [Online] [Citace: 14. 03 2023.] https://is.muni.cz/th/skxb0/DP_Mlcochova.doc.
6. **Rakya.** Management údržby projektové řízení, moderní řízení. [Online]
7. **Rakya, M.** Kocept TPM. [Online] [Citace: 16. 02 2023.] http://www.tpm.sk/index_files/Page1400.htm.
8. **Gregor, M. - Košturiak, J.** *Just-in-time.* Bratislava : ELITA, 1994. 80-85323-64-8.
9. **Mobley, K.** Autonomous maintenance. [Online] [Citace: 18. 01 2023.] <http://www.plantservices.com/articles/2004/185.html>.
10. **Levitt, Joel.** *Complete guide to preventive and predictive maintenance.* New York : Industrial Press, 2011. 9780831134419.
11. **Roether, M.** Abeceda prediktivní údržby. [Online] [Citace: 5. 02 2023.] [http://udrzbaopodniku.cz/index.php?id=47&tx_ttnews\[tt_news\]=2293&tx_ttnews\[backPid\]=31&cHash=2be577b35d](http://udrzbaopodniku.cz/index.php?id=47&tx_ttnews[tt_news]=2293&tx_ttnews[backPid]=31&cHash=2be577b35d).
12. **Sodomka, O.** *Informační systémy v podnikové praxi.* Brno : Computer Press, 2007. 80-251-1200-4.
13. **Buzik, P. et al.** *Manažer údržby.* Praha : Česká společnost pro údržbu, 2004.
14. **Quirence, P.** Metoda "5S". [Online] [Citace: 12. 02 2023.] <http://www.pavelquirenc.euweb.cz/1.html>.
15. **Masaaki, I.** *Kaizen metoda, jak zavést úspěšnější a flexibilnější výrobu v podniku.* Brno : Computer Press, 2004. 80-251-0461-3.
16. **Truneček.** *J. Management znalostí.*
17. **kol., Legát a.** *Management a inženýrství údržby.* Praha : Professional Publishing, 2016. ISBN 978-80-7431-163-5.

SEZNAM GRAFŮ A OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Vývoj v oblasti systémů údržby	11
Obrázek 2 - Základní pilíře TPM.....	12
Obrázek 3 - Jednotlivé kroky realizace autonomní údržby	14
Obrázek 4 - Rozdělení údržby	15
Obrázek 5 - čištění strojů v provozu.....	17
Obrázek 6 - kroky prediktivní údržby	18
Obrázek 7 - diagnostická údržba.....	19
Obrázek 8 - Výpočty OEE	22
Obrázek 9 - OEE.....	23
Obrázek 10 - pět kroků metody 5S.....	26
Obrázek 11 - příklad vizuálního managementu.....	27
Obrázek 12 Postup implementace programu TPM.....	30
Obrázek 13 - Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti	31
Obrázek 14 - Vyjádření MTTF a MTBF.....	32

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Negativní vlivy OEE.....	21
--------------------------------------	----