



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

PRINCIPY ÚDRŽBY METODOU TPM

PRINCIPLES OF MAINTENANCE OF THE TPM METHOD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jana Šulková

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Hana Opočenská

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Studentka:	Jana Šulková
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce:	Ing. Hana Opočenská
Akademický rok:	2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Principy údržby metodou TPM

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V současné době existuje řada moderních přístupů, které vedou ke zvyšování efektivity výrobního systému. Tento nepřetržitý proces zlepšování se týká i údržby, která má význam nejen pro zvyšování produktivity práce, ale i pro snižování nákladů.

Cíle bakalářské práce:

Zpracujte rešerši na dané téma. Soustředte se na teorii údržby a systémy údržby, se zaměřením na princip údržby metodou TPM.

V rámci možností alespoň naznačte řešení konkrétního problému na příkladu ze strojírenské praxe.

Seznam literatury:

ČSN EN 13306. Údržba - Terminologie údržby. Praha: Český normalizační institut, 2011.

MYKISKA, Antonín. Bezpečnost a spolehlivost technických systémů. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2006, 206 s. Učební texty ČVUT v Praze. Fakulta strojní. ISBN 80-01-02868-2.

FAMFULÍK, Jan a Jana MÍKOVÁ. Teorie údržby. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2008, 1 CD-ROM. ISBN 978-80-248-1509-1.

LEGÁT, Václav. Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě. Praha: Česká společnost pro jakost, 2007, 192 s. ISBN 978-80-02-01949-7.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

.....

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

.....

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Cieľom predkladanej bakalárskej práce s názvom „Princípy údržby metódou TPM“ je oboznámenie sa s teóriou údržby a s jej základným rozdelením. Práca sa podrobnejšie sústreďuje na totálnu produktívnu údržbu, jej vznik, ciele a piliere, na ktorých je celá metóda postavená. Praktická časť je zameraná na porovnanie používania TPM v dvoch firmách.

ABSTRACT

The aim of proposed bachelor thesis with title „Principles of maintenance of the TPM method“ is an introduction of maintenance theory and its basic typology. This thesis focuses on total productive maintenance, its origin, aims and pillars on which the whole method is based on. Practical part concerns with comparison of usage of TPM in 2 different companies.

KLÍČOVÁ SLOVA

Údržba, preventívna údržba, prediktívna údržba, totálna produktívna údržba, plánovaná údržba, autonómna údržba, celková efektívnosť zariadenia.

KEYWORDS

Maintenance, preventive maintenance, predictive maintenance, total productive maintenance, planned maintenance, autonomous maintenance, overall equipment effectiveness.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠULKOVÁ, J. *Principy údržby metodou TPM*, Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. 2017, 56 s., Vedoucí bakalářské práce Ing. Hana Opočenská

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto mieste by som chcela poďakovať svojej školiteľke Ing. Hane Opočenskej za odborné rady a čas strávený pri konzultovaní tejto práce. Ďalej moje veľké poďakovanie patrí rodičom za podporu a tolerovanie môjho pracovného režimu počas celého semestra, a tiež za pomoc s finálnou úpravou textu. Za pomoc a trpezlivosť pri prekladaní z anglického jazyka ďakujem Petre Danovej.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracovala jsem ji samostatně pod vedením Ing. Hany Opočenské a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 22.5.2017

.....

Jana Šulková

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	ÚDRŽBA	17
2.1	Definícia údržby	17
2.2	Ciele údržby	18
2.3	Opotrebenie strojných súčastí a vznik poruchových stavov	18
2.4	Údržba v podniku.....	19
2.5	Vývoj údržby	20
3	METÓDA TPM	27
3.1	Vznik a história TPM.....	27
3.2	Niekoľko parafrázovaných výrokov priamo z prednášok Seichiho Nakajimy ...	28
3.3	Definície TPM	28
3.4	Ciele TPM.....	29
3.5	Metóda 5S	29
3.6	Piliere TPM.....	30
3.6.1	Autonómna údržba (JISHU HOZEN)	31
3.6.2	Neustále zlepšovanie zariadení a procesov (KAIZEN).....	32
3.6.3	Preventívna, plánovaná a prediktívna údržba.....	34
3.6.4	Management údržby (materiálový tok)	35
3.6.5	Management vývoja a zavádzanie nového zariadenia.....	35
3.6.6	Vzdelávanie a tréning	35
3.6.7	TPM v administratíve	36
3.6.8	Kvalita, bezpečnosť, management životného prostredia	36
3.7	Implementácia TPM	37
4	TPM V PRAXI	39
4.1	Siemens s. r. o. odštepny závod Elektromotory Mohelnice.....	39
4.2	Federal Mogul Powertrain, CZ	39
4.3	Údržba vo firme	39
4.4	TPM v Siemens s. r. o. odštepny závod Elektromotory Mohelnice	40
4.4.1	Zavedenie programu na zvyšovanie CEZ.....	40
4.4.2	Zavedenie programu autonómnej údržby	41
4.4.3	Zavedenie programu plánovanej údržby	43
4.4.4	Zhodnotenie zavedenia TPM pre Siemens s. r. o.	44
4.5	TPM v Federal-Mogul Powertrain, CZ.....	45
4.5.1	Rozdelenie TPM v spoločnosti	45
4.5.2	Riadenie TPM 1	47
4.5.3	Riadenie TPM 2 a 3	48
4.5.4	Zhodnotenie zavedenia TPM do Federal-Mogul Powertrain, CZ	49
4.6	Porovnanie TPM vo vybraných firmách.....	49
5	ZÁVĚR	51
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	53
7	SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A ZKRATEK	55
7.1	Seznam tabulek	55
7.2	Seznam obrázků	55
7.3	Seznam zkratek	56

1 ÚVOD

Vznik údržby nevieme presne určiť. Prvýkrát bola údržba použitá našimi predkami, ktorí si opravovali prvé nástroje potrebné na získanie potravy. Odvtedy už ľudstvo prešlo dlhú cestu. Naučili sme sa vytvárať pomôcky na uľahčenie každodennej práce ako napríklad koleso, ktoré sa v prípade prelomenia opravilo alebo vymenilo za nové.

Neskôr, ako vznikali prvé stroje, vznikla aj pozícia operátora, ktorý mal na starosť prevádzku aj údržbu stroja. Kvôli zvyšujúcej sa frekvencii používania, nebolo možné tento systém dlhodobo udržať, a tak sa zodpovednosť za údržbu strojov preniesla na jedného špecializovaného pracovníka – údržbára.

Úlohou údržbára bolo udržanie stroja v čo najdlhšej prevádzke. To sa dalo docieľiť výmenou často kaziacich sa súčastí ešte pred ich pokazením. Toto je definíciou údržby s vopred stanovenými intervalmi, ktorá je však finančne veľmi náročná.

Snaha o zníženie nákladov na údržbu bez poklesu výkonnosti podnietila vznik systémového riadenia údržby. Spolu s ním vznikala aj technická diagnostika, ktorá sa snažila o určenie dôvodu vzniku poruchy, a tým sa stala účinným prostriedkom prevencie porúch.

Aktuálne sa do mnohých firiem zavádzajú komplexné metódy údržby. Medzi tie patrí aj metóda TPM, ktorá je hlavným predmetom tejto práce. Cieľom TPM je zapojenie všetkých zamestnancov firmy do údržby, a tým dosiahnutie eliminácie všetkých prestojov a porúch strojných zariadení. TPM nie je len metóda údržby, ale aj akýsi typ filozofie, ktorá nehľadá na údržbu len ako na opravu, ale všima si aj okolité prostredie, ktoré ovplyvňuje poruchovosť, a následne tiež stratovosť v celej firme.

Táto práca má dve časti. V teoretickej časti definuje údržbu a jej základné delenie. Následne popisuje metódu TPM spolu s jej základnými piliermi. Praktická časť rozoberá už aplikovanú metódu TPM v dvoch firmách a následne ju porovnáva. Konkrétne ide o firmu Siemens s. r. o. závod Elektromotory Mohelnice a firmu Federal-Mogul Powertrain, CZ, v ktorej podmienila zavedenie metódy ich zákaznícka firma Toyota (v Toyote bola metóda aplikovaná po prvýkrát, jej autorom Seichim Nakajimom). V oboch firmách prebieha zavádzanie metódy už niekoľko rokov s cieľom zníženia poruchovosti, a tým poklesu finančných nákladov na údržbu.

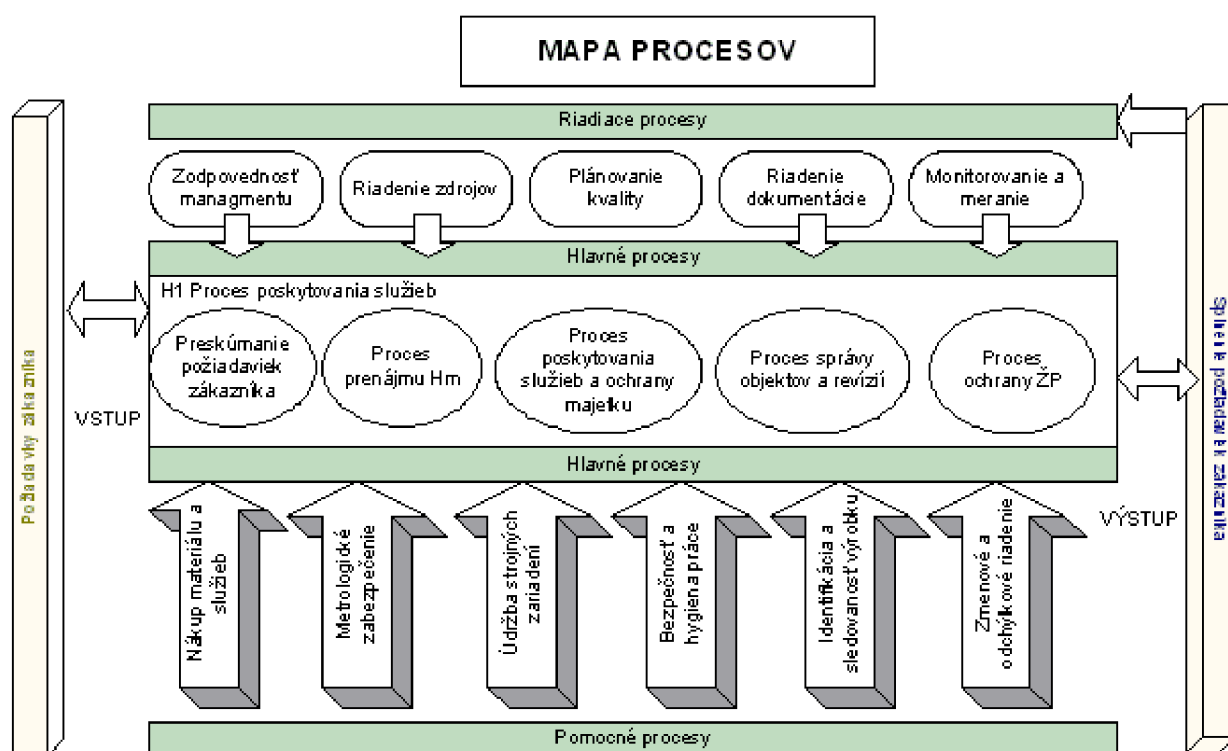
Rovnako ako údržba v porovnávaných firmách aj údržba ako taká, je ešte stále vo vývoji. Cieľom údržby je v maximálnej možnej, ale efektívnej miere eliminovať poruchy, čo nie je jednoduché.

2 ÚDRŽBA

Nové požiadavky zákazníkov, snaha o zlepšenie konkurencieschopnosti a neustále zmeny vo firme a jej okolí nútia manažerov hľadať spôsoby, ako zvýšiť výkonnosť procesov aj celej spoločnosti. Medzi podporné procesy, ktoré významne zlepšujú produktivitu zariadení patrí aj údržba hmotného majetku. [1]

2.1 Definícia údržby

Údržba je neoddeliteľnou zložkou starostlivosti o hmotný majetok aj keď je na mape procesov zaradená medzi podporné pomocné procesy (zobrazené na obr. 1). Pri permanentnej prevádzke je na údržbu kladený väčší nárok a to vyžaduje zložitejší a nákladnejší prístup k nej. [1]



Obr. 1) Mapa procesov v podniku [2]

Mapa procesov je nástroj, popisujúci podnikové procesy. Hierarchicky najvyššie sú riadiace procesy, ktoré sú tvorené rozhodnutiami podnikového vedenia. Hlavné procesy slúžia k tvorbe pridanej hodnoty a pomocné procesy podporujú hlavné procesy, no pridanú hodnotu nevytvárajú. [2]

Podľa normy ČSN EN 13306 Údržba – terminológia údržby, údržba predstavuje proces riadenia definovaný ako kombinácia všetkých technických, administratívnych a manažérskych opatrení počas životného cyklu objektu, zamerané na jeho udržanie v stave alebo jeho navrátenie do stavu, v ktorom môže vykonávať požadovanú funkciu. Pritom musíme brať ohľad aj na vhodné náklady, požiadavky na kvalitu, bezpečnosť a životné prostredie.[1]

2.2 Ciele údržby

Údržba má za úlohu monitorovať a udržiavať továrne a zariadenia funkčné po čo možno najdlhšiu dobu. Vytvára, organizuje, vykonáva a kontroluje procesy na udržanie nominálnej funkcie objektu počas pracovného cyklu a na minimalizovanie prestojov spôsobenými poruchami.

Cieľom údržby akéhokoľvek technického zariadenia je znížiť alebo úplne vylúčiť straty, ktoré vznikajú na základe nevhodného spôsobu výroby, prevádzkovania a údržby daného zariadenia, ale tiež na základe ľudských chýb. Pri tomto úsilí je potrebné najprv analyzovať druhy strát, ktoré sa pri prevádzke zariadení vyskytnú. Ku mnohým veľkým poruchám príde len preto, že si nikto nevšíma zdanlivé maličkosti.

Údržba má za úlohu plánovanie nákladov na prevádzku zariadení a manažovanie sortimentu a množstva náhradných dielov tak, aby nezadržiaval kapitál firmy.

Aby sa mohlo zariadenie maximálne využívať, je potrebné poznať ideálne podmienky pre chod každej súčiastky stroja a aj hodnoty reprezentujúce nominálny výkon stroja. V prípade, že tieto podmienky poznáme, je úlohou človeka ich dodržiavať. Čím zložitejšie zariadenie máme, tým je zodpovednosť za dodržiavanie týchto podmienok väčšia. [1]

2.3 Opatrenie strojných súčastí a vznik poruchových stavov

Počas prevádzky dochádza na súčiastiach každého stroja k opotrebeniu. Snahou operátora, konštruktéra, údržbára (každého, kto sa na vzniku a chode stroja podieľa), je zamedziť opotrebeniu, a tým minimalizovať vznik poruchy. Množstvo strojov je kontrolovaných preventívnymi prehliadkami. Cieľom tohto systému údržby je zaistenie bezpečnej prevádzky, a eliminovanie porúch, čím sa zvyšuje efektívnosť stroja.

Používaním súčiastok dochádza k opotrebeniu a tým dochádza k vzniku medzných stavov.

Základné rozdelenie medzných stavov:

- **Skutočný medzný stav** - pri dosiahnutí tohto stavu skutočne vzniká porucha.
- **Menovitý medzný stav** - v tomto stave dosiahne príslušný parameter prvku medznú hodnotu, dosiahnutím tohto stavu nemusí bezprostredne vzniknúť porucha.

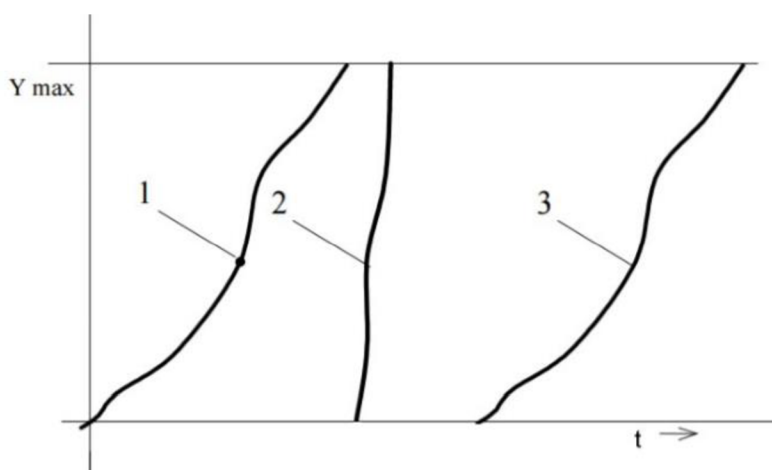
Snahou konštruktérov a prevádzkovateľov je opotrebeniu zamedziť, alebo ak je to možné, úplne ho odstrániť. Následky opotrebenia sa prejavujú týmito základnými spôsobmi:

- **Dotykom funkčných plôch** - pri tomto opotrebení je možné pomerne ľahko sledovať rozmerové a povrchové zmeny.
- **Zmenou vo vnútri súčiastky** - vplyvom opakovaného zaťaženia dochádza ku zmenám v štruktúre materiálu, ich dôsledkom môžu vznikať mikrotrhliny prípadne až lomy materiálu.

Na výpočty priebehov opotrebenia aj na určenie medzných stavov je potrebné rozdeliť poruchy podľa spôsobu ich vzniku.

Rozdelenie porúch podľa spôsobu vzniku (Graf popisujúci závislosť vzniku poruchy na čase je uvedený na obr. 2):

- **Postupné poruchy** – sú následkom degradačného procesu. Základným znakom týchto porúch je závislosť pravdepodobnosti vzniku na čase (čím dlhšie je súčasť používaná, tým je väčšia pravdepodobnosť poruchy). Vo všeobecnosti tieto poruchy nastávajú pomaly, preto je dostatok času ich identifikovať s využitím preventívnych údržbových systémov a diagnostiky a zamedziť ich vzniku, alebo aspoň obmedziť následky vzniku poruchy.
- **Náhle poruchy** – vznikajú ako následok vplyvu vonkajšieho prostredia. Objavujú sa náhle bez predchádzajúcich príznakov. Dôvodom vzniku často bývajú materiálové alebo konštrukčné vady, ktoré môžu spôsobiť lomy, trvalé deformácie zapríčinené preťažením konštrukcie. Náhle poruchy sú ľahko identifikovateľné, nakoľko priamo súvisia so svojim vznikom. Na ich prevenciu nie sú potrebné preventívne systémy údržby, dostačujúca je dôsledná kontrola.
- **Kombinované poruchy** – vznikajú kombináciou oboch procesov. Degradácia je zapríčinená pôsobením vonkajších vplyvov. Vznik degradácie je závislé na dobe využívania súčiastky. [3]



Obr. 2) Priebeh 1.postupnej, 2.náhlej, 3. kombinovanej poruchy [3]

2.4 Údržba v podniku

V minulosti bola údržba v podnikoch chápaná ako podporný proces, a aj pridelované zdroje boli o to nižšie. Toto však spôsobovalo dlhodobé riziká. Údržba bola totiž chápaná ako proces, ktorý mal zariadenie čo najdlhšie udržať v prevádzke. Bola posudzovaná podľa doby opravy a schopnosti dodržať plán údržby.

Modernejšie metódy sa snažia o prepojenie výroby majetku a jeho údržby. Zameriavajú sa na zvýšenie spoľahlivosti, spravovanie hmotného majetku a jeho využívanie a na riadenie možných rizík. Toto vyžaduje aj nový riadiaci útvar schopný starať sa o hmotný majetok, zamedziť poruchám a riadiť údržbu. Útvar má na starosti určovanie cieľov, stratégií a zodpovednosti údržby.

V súčasnosti sa metódy riadenia zameriavajú na riadenie hmotného majetku (konceptia managementu údržby sa mení na koncepciu managementu majetku a údržby). Orientuje sa na zlepšovanie vplyvu nákladov, výkonnosti a rizík, ktoré sú spojené s hmotným majetkom,

pomocou nových pravidiel, metód a postupov. To sú hlavne pozorovanie a analýza prevádzky, voľný tok informácií a komplexné systémy na monitorovanie strojov. [1]

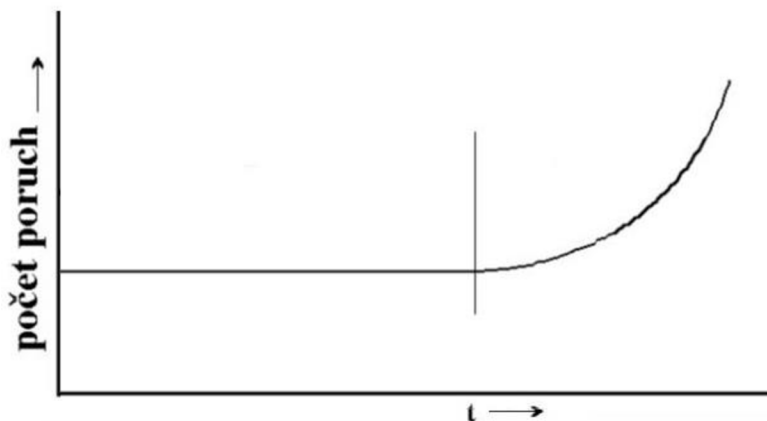
2.5 Vývoj údržby

Začiatky údržby siahajú až ku vzniku prvých nástrojov, ktorými si naši predkovia zjednodušovali život. Vývoj systémov údržby je možné sledovať od vzniku prvých strojov. Pôvodne existovala silná väzba medzi strojom a jeho operátorom, ktorý sa súčasne staral aj o jeho údržbu. To malo niekoľko výhod, ako napr. znalosť okamžitého technického stavu stroja a potrebu malého počtu pracovníkov. Kvôli narastajúcim požiadavkám na intenzitu využívania stroja, tento systém nemohol vydržať dlhodobo. Počas priemyselnej revolúcie začala vznikať pozícia špecializovaného pracovníka – údržbára. Bol to systém údržby po poruche, ktorý nemohol zaručiť ani bezpečnosť, a ani spoľahlivosť stroja. Neskôr, pre zrastajúce množstvo výrobných procesov, vznikli špecializácie a útvary údržby. Časom začala jej riadenie a organizácia (plány mazania, pravidelné technické kontroly, ktorých intervaly boli stanovované podľa skúsenosti). [1, 3]

V tridsiatych rokoch 20. storočia sa začína rozvíjať matematická štatistika týkajúca sa spoľahlivosti strojov. Po 2. svetovej vojne vzniká výskum zameraný na vznik porúch a príčiny, ktoré tento proces spúšťajú, čo vedie ku vzniku odboru technickej diagnostiky. Časom začala byť technická diagnostika vnímaná ako prostriedok na prevenciu proti poruchám a vzniká systém produktívnej údržby. [3]

Tri generácie údržby popísané John-om Moubray-om:

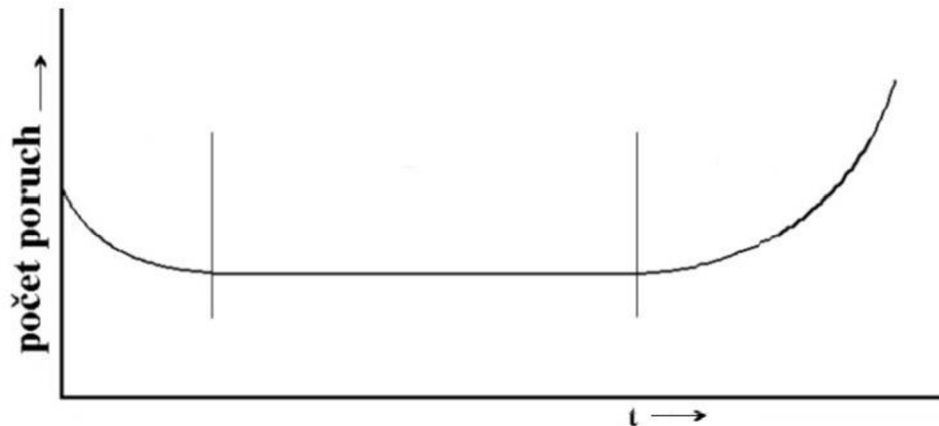
- **1.generácia (reaktívna údržba):** Majiteľ zariadenia očakával rýchle odstránenie poruchy bez plytvania nákladov. Časový priebeh je charakterizovaný Krivkou úmrtnosti na obrázku č. 3: po dlhom čase bezporuchovosti sa intenzita porúch zvyšuje exponenciálne. Systém údržby neexistoval, prebiehala len údržba po poruche.



Obr. 3) Krivka úmrtnosti [3]

- **2.generácia (plánovaná údržba):** Začínajú vznikať zložitejšie zariadenia, pri ktorých sa dbá na pohotovosť a životnosť (schopnosť výrobku plniť požadovanú funkciu v daných podmienkach používania a údržby do dosiahnutia medzného stavu). Pohotovosť je schopnosť výrobku byť v stave schopnom plniť požadovanú funkciu v daných podmienkach, v danom časovom okamihu alebo v danom časovom intervale za predpokladu, že sú zaistené požadované

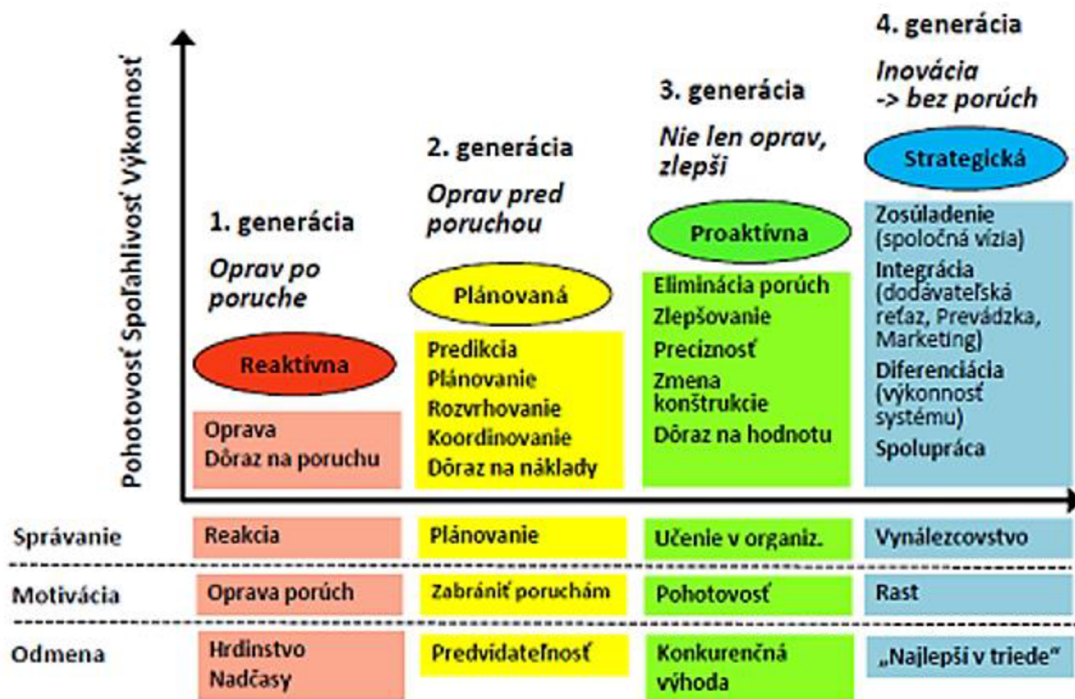
vonkajšie prostriedky. Navyše sa rozširuje snaha o čo najnižší negatívny vplyv na životné prostredie a bezpečnosť ľudí, a to bez neopodstatneného zvyšovania nákladov. Priebeh porúch môžeme popísať Vanovou krivkou (zobrazená na obr.4), ktorá začína obdobím včasných porúch (tu sa prejavujú nedostatky v konštrukcii, výrobe a montáži), potom nasleduje obdobie konštantnej intenzity porúch (v tomto období vznikajú poruchy len náhodným mechanizmom), a ako posledné je obdobie dožívania (tu množstvo porúch narastá kvôli starnutiu a opotrebeniu). Z dôvodu zmeny očakávaní začala vznikáť preventívna údržba ako systém. Zavedené bolo plánovanie, zavádzanie nových činností a ich kontroly. Údržba začala byť braná ako samostatná disciplína.



Obr. 4) Vanova krivka [3]

- 3. generácia (proaktívna údržba):** Naďalej je očakávaná vysoká životnosť, pohotovosť, spoľahlivosť (všeobecná vlastnosť výrobku spočívajúca v schopnosti plniť požadované funkcie pri zachovaní hodnôt stanovených prevádzkových parametrov) taktiež zvyšovanie bezpečnosti a pokles vplyvov na životné prostredie. To všetko pri zvyšovaní životnosti zariadenia a efektívnosti zariadenia. Zmenou cieľov a systémov údržby sa zmenil aj priebeh vzniku porúch. Boli objavené ďalšie štyri priebehy porúch. V tretej generácii sa začala využívať počítačová technika, ktorá podnietila vývoj nových nástrojov a druhov údržby. Pri snahe plniť očakávania, bolo vyvinutých množstvo prístrojov na monitorovanie a diagnostikovanie stavov strojov. To prebiehalo spolu so vznikom prediktívnej údržby podľa aktuálneho stavu a údržby založenej na predpokladanom stave. V tejto generácii sa na údržbu pozerá ako na základnú aktivitu, ktorá vplyva na cenu výrobku. Údržba je dôležitá pre jej schopnosť zabezpečiť kvalitu a spoľahlivosť výstupného produktu. Vznikajú komplexné systémy údržby ako TPM (totálne produktívna metóda), alebo RCM (metóda zameraná na bezporuchovosť).
- 4. generácia (strategická údržba):** Dnes používané prvky údržby môžeme už pravdepodobne považovať za nasledujúcu 4. generáciu, tzv. strategickú údržbu (Obr. 5). Očakávame, že bude zameraná na prepojenie medzi požiadavkami na funkčnosť, konštrukciu a údržbu. Bude sa omnoho viac využívať počítačová technika a to hlavne výpočtové funkcie na predchádzanie poruchám a tiež na určovanie aktuálneho stavu zariadenia.

Všetky tieto etapy nie sú striktne ohraničené rokmi, a ani nejakými prelomovými zmenami. Množstvo úkonov používaných už v prvej generácii sú súčasťou modernejších metód údržby ako napríklad mazanie. Taktiež prirodzene nadobudnuté znalosti „prvogeneračných“ prevádzkovateľov a opravárov v jednom, ako napríklad správny zvuk motora, teraz získavame neprestajným monitorovaním. [1,3]

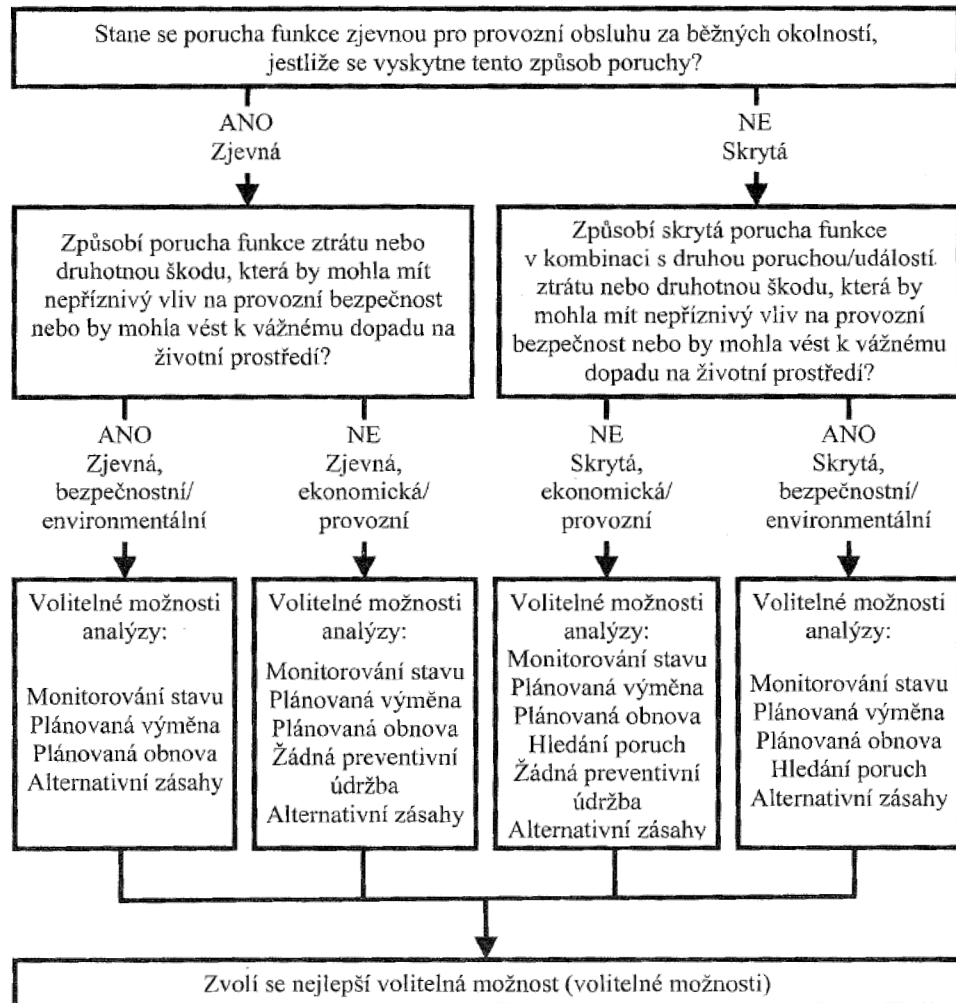


Obr. 5) Generácie údržby [4]

Pri riadení údržby sa často používajú pojmy ako strategický zámer (ten popisuje požadovanú zmenu) a strategický cieľ (popisujúci len jednu alebo viac úloh, pomocou ktorých je požadovaná zmena splňaná). Pri užšom pohľade sa môže za stratégiu údržby považovať rozhodnutie, či na daný objekt uplatniť údržbu po poruche, údržbu s vopred stanovenými intervalmi alebo typ prediktívnej údržby.

Najdôležitejšie pre určenie stratégie sú ciele údržby. Tie môžu byť napríklad vysoká životnosť, ochrana životného prostredia, bezpečnosť alebo znižovanie nákladov. Na vybratie základných úloh a tým najvhodnejšej stratégie údržby dáva odpoveď aj metóda RCM v rozhodovacom diagrame RCM, ktorý je zobrazený na obrázku 6. V diagrame sa postupuje zhora nadol odpovedaním na uvedené otázky. Začína analýzou možných porúch a ich následkov (FMEA), ku ktorým sa priradujú úlohy údržby, ktoré tieto poruchy riešia, od aplikovania údržby po poruche, preventívnej údržby alebo upravenia konštrukcie stroja. Rieši aj otázku intervalov vykonávania úloh. Pri používaní diagramu sa najprv určí, či ide o poruchu spôsobujúcu environmentálne a bezpečnostné následky (ujma na zdraví zamestnancov, ujma na životnom prostredí) alebo ekonomické a prevádzkové následky (strata funkcie). Následne dôjde k výberu stratégie údržby. K permanentnému monitorovaniu stavu objektu, k plánovanej obnove (práca nutná k navráteniu objektu do špecifického štandardného stavu), k plánovanej výmene (odstavenie objektu z prevádzky na špecifickú medznú dobu života a jeho nahradenie objektom splňujúcim všetky požadované normy výkonnosti), k hľadaniu porúch (určenie, či je objekt schopný plniť svoju zamýšľanú funkciu, prevažne na určenie skrytých porúch), k žiadnej preventívnej údržbe (údržba po poruche používaná pri poruchách nespôsobujúcich výrazné

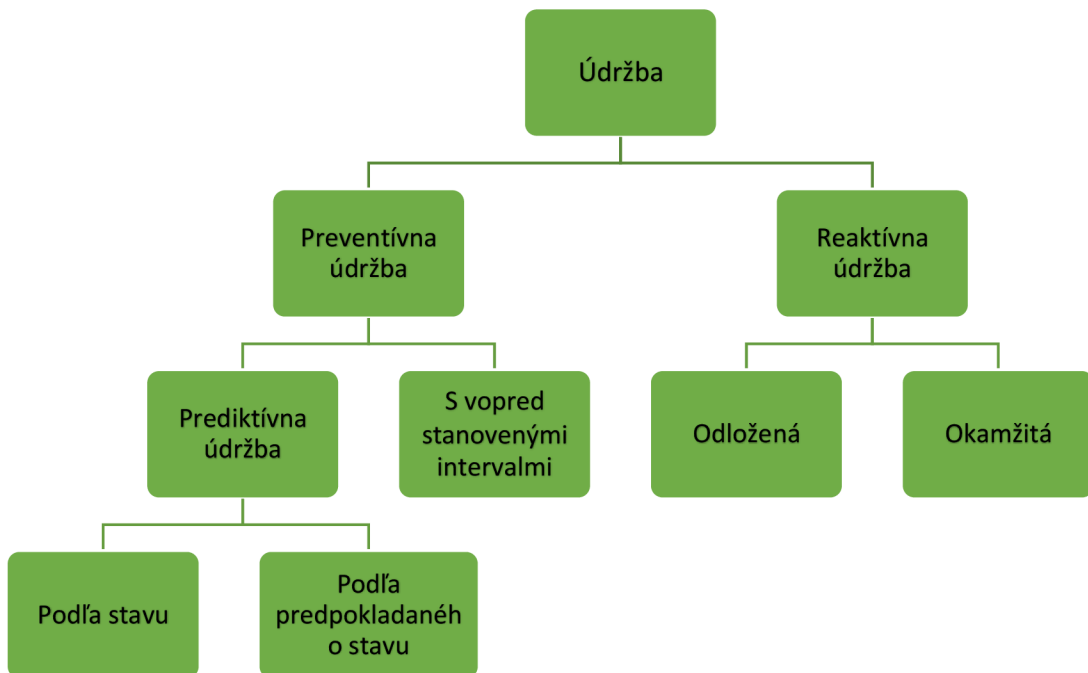
následky) alebo k alternativným zásahom (môžu vyplývať z použitia procesu rozhodovania RCM vrátane prepracovania návrhu, modifikácii existujúceho zariadenia, zmeny alebo obmedzenia prevádzkového či údržbárskeho postupu apod.). Kompletná metóda RCM je popísaná v norme EN 60300-3-11 2010 Management spoľahlivosti.



Obr. 6) Diagram rozhodovania RCM [1]

Rozdelenie stratégií údržby na základné typy je podľa normy EN 13 306 Údržba - Terminologie údržby. Pri delení sa hľadalo na základné rozhodnutie o možnosti vykonať údržbu až po vzniku poruchy alebo úplne zamedziť jej vzniku preventívnou údržbou. [1]

Základné typy stratégie údržby (na obrázku 7.):



Obr. 7) Rozdelenie údržby [1]

- **Reaktívna údržba (Údržba po poruche)**

Najstarší a stále dôležitý typ údržby, ktorý je vykonávaný na súčiastiach, ktoré majú žiadny alebo minimálny vplyv na pohotovosť objektu, bezpečnosť, kvalitu výrobku a životné prostredie. Využívaný je celý životný interval súčasti, no nevýhoda je časté zapojenie v zložitých výrobných zariadeniach, kde údržba po poruche vytvára dlhodobjšie neplánované odstávky a aj neplánované zvyšovanie nákladov.

Údržba po poruche môže byť okamžitá, je vyžadovaný okamžitý zásah na navrátenia do prevádzky, alebo odložená. Údržbu môžeme odložiť v prípadoch, kedy dochádza ku strate funkcie len čiastočne (napr. umožňuje plnenie funkcie pri menšom výkone). Tento stav nevyžaduje okamžitý zásah údržby a nespôsobí okamžitú odstávku. Odloženú údržbu môžeme vykonať aj v čase, keď činnosť stroja nie je potrebná. Je považovaná za druh plánovanej údržby. [1, 3]

- **Preventívna údržba**

Je všeobecne založená na výmene komponentu ešte pred jeho zlyhaním. Výrazne zlepšuje funkčnosť aj prevádzkyschopnosť zariadení, no aj ich predražuje, buď pravidelnými výmenami ešte pred stratou životnosti, alebo diagnostikou respektíve monitorovaním zariadení.

- **Preventívna údržba s vopred stanovenými intervalmi (Vopred determinovaná)**

Tento typ údržby zahŕňa kontroly a predpísané činnosti vo vopred určenom termíne, alebo po určitom počte použití. Frekvencia úkonov údržby by mala byť určovaná s využitím informácií o štatistickom sledovaní stroja, no často je stanovovaná len odhadom, a tak vôbec nekopíruje potreby objektu. V praxi sa stáva, že aj po vykonaní všetkých preventívnych činností dôjde k poruche. Tak sa ukáže, že niektoré úkony sú predimenzované a iné potrebné úkony zasa

zahrnuté vôbec nie sú. Navyše nepotrebnými zásahmi sa zvyšuje aj pravdepodobnosť poruchy pri montáži, či demontáži zariadenia. V prípade, že preventívna údržba na prvku je opodstatnená, je potrebné nájsť najvyhovujúcejší stav medzi nákladmi na údržbu a nákladmi, ktoré vzniknú pri možnom prestoji alebo strate vlastností mechanizmu. Používaním tejto metódy by sa mali viditeľne znížiť náklady na údržbu po poruche, a to by malo byť dosiahnuté plánovaním a precíznym dodržiavaním plánov údržby. Mnoho činností preventívnej údržby je daných aj zákonnými predpismi.

- **Preventívna údržba podľa stavu objektu (Prediktívna údržba s využitím diagnostických metód)**

Táto údržba využíva monitorovanie charakteristík alebo parametrov. Pôvodné metódy pozorovania aktuálneho stavu stroja záviseli na hluku, netesnosti, vibráciách a ďalších jednoducho pozorovateľných ukazovateľoch. Tradičné vnímanie zmien v práci mechanizmu pomocou zmyslov človeka nahradilo používanie senzorov a snímačov, čo nám dáva možnosť lepšie sledovať zmeny charakteristík zariadenia. S technickým pokrokom vzniklo veľa metód na vyhodnocovanie získaných informácií. Existuje niekoľko spôsobov ako získavať informácie a diagnostika môže byť sama o sebe veľmi nákladná. Preto treba dbať, aby sa vykonávala vtedy, keď je objektívne potrebná. Zbieranie údajov nepretržite by sa malo používať v prípade, že sa parameter môže zmeniť neočakávane, no v prípade pomalšej zmeny parametru v dlhšom časovom intervale by mala byť vykonaná plánovaná kontrola alebo kontrola na požiadanie. [1]

- **Preventívna údržba podľa predpokladaného stavu objektu (Prediktívna údržba s využitím prognostiky)**

Na základe správne vyhodnotených informácií sme schopní predvídať budúci vývoj stavu zariadenia, a tiež určiť postup, ako vzniku nežiaduceho stavu zamedziť.

Dôležitým pomocníkom na získanie informácií je technická diagnostika. Jej úlohou je zistenie aktuálneho stavu systému aj detekcia poruchy či rôznych anomálií. Na to je využívaných mnoho meraní, aktuálne hlavne nedeštruktívne a bezkontaktné metódy. Technická prognostika akoby dopĺňala a rozširovala schopnosti technickej diagnostiky. Ich spojením zistíme nielen aktuálny stav, ale aj očakávaný priebeh a zostávajúcu dĺžku životnosti zariadení.

Prognostické metódy na čo najefektívnejšie fungovanie potrebujú informácie nielen o súčiastke a vzniku poruchy, ale aj informácie o degradácii všetkých súvisiacich súčastí a ich význame pre celý systém. Aktuálne existuje množstvo metód pre prognostiku a rozdeliť ich môžeme do troch skupín (obr. 8.):

- ◆ Ako prvá je to prognostika založená na vyhodnocovaní dát, získaných z monitorovania zariadení (vibrácie, akustický signál, tlak, napätie atď.). Tieto metódy vychádzajú z predpokladu, že štatistická charakteristika dát je pomerne stála až do zlyhania systému. Snaží sa takto rozpoznať vzor, presný priebeh funkcie zariadenia, kde následne detekujú nepriaznivé zmeny ako degradácie. Efektívnosť metód závisí na kvalite a množstve dát.
- ◆ Druhá skupina je prognostika založená na modeloch. Pre metódu je potrebný matematický či fyzikálny model celého systému. Porovnávaním výstupov

z meraného zariadenia s matematickým modelom, ktorý vzniká na základe matematických výpočtov, dostaneme základný parameter zvaný reziduum. Ten je v prípade normálneho režimu malý, no v prípade poruchy veľký. Výhodou fyzikálnych modelov prognostiky, je zahrnutie fyzikálnej znalosti systému do modelu. Tým sa zníži počet sledovaných veličín na minimum, keďže systém vie veličiny odvodzovať z modelu. Model je schopný zahrnúť aj postupnú degradáciu zariadenia, a tým ešte presnejšie odhadnúť vznik chyby.

- ◆ Ako posledná je prognostika založená na štatistických metódach, ktoré sa zakladajú na predchádzajúcich skúsenostiach. Využívané sú málo podrobné dáta a rôzne distribučné funkcie pravdepodobnosti, s prispôbenými parametrami pre jednotlivé systémy/súčasti na základe údajov z výroby a prevádzky.

Samostatne majú prognostické metódy medzery, ktoré sa v praxi vyplňajú ich kombinovaním. Je to stále vyvíjajúci sa vedný odbor, ktorý sa zaoberá dosť problematickou oblasťou, a to snahe o predpoveď budúcnosti. [1, 5]



Obr. 8) Rozdelenie prediktívnej údržby [5]

3 METÓDA TPM

TPM, celým názvom komplexná produktívna údržba, je často používaná stratégia managementu údržby, ktorej cieľom je zvyšovanie výkonnosti zariadení v súvislosti so zvyšovaním efektívnosti procesu výroby. Dbá o zvyšovanie vedomostí o zariadeniach nielen personálu údržby, ale aj operátorov a rôznymi nástrojmi sa snaží o zvyšovanie pocitu spoluzodpovednosti. Ide predovšetkým o prekonanie delenia na operátorov a opravárov. Nakoľko pracovník obsluhujúci stroj má najväčšiu šancu rozpoznať abnormality stroja, a tým identifikovať možné zdroje budúcich porúch. Obsluha stroja sa má snažiť o pochopenie svojho stroja podľa motta: „Chráň si svoj stroj a staraj sa oň vlastnými rukami.“ [1, 6]

Pravidlo produktívnej údržby znie: „Údržba musí rovnako ako hlavné výrobné oblasti maximálne prispievať ku zvyšovaniu produktivity a stať sa produktívnou údržbou“. Pre zachovanie celosvetového trendu nepretržitého zlepšovania, a tým aj zabezpečenia konkurencieschopnosti, je potrebná údržba na vyššej úrovni. Často prevláda názor, že riešenie by malo byť zamerané na výrobné funkcie, požiadavky zákazníkov a akcionárov spoločností, a len minimálne na údržbu. Existuje viac metód, ktoré ukazujú priame prepojenie údržby a výrobných funkcií. Jednou z nich je aj komplexná produktívna metóda (TPM) – vzájomné prepojenie údržby a výroby s technickým zabezpečením udržateľnosti a zabezpečenia údržby. [1]

3.1 Vznik a história TPM

Vznik TPM môžeme sledovať späť do roku 1951, kedy bola preventívna údržba predstavená v Japonsku, avšak koncept metódy pochádzal z USA. Autorom metódy je Seichi Nakajima, ktorý študoval v 50. a 60. rokoch systémy pre preventívnu a produktívnu údržbu v USA a Európe. Tieto metódy ďalej rozvíjal a analyzoval. Veľkú časť života strávil priamo ako konzultant a učiteľ metódy TPM a údržby. [1]

Implementácia a rozvíjanie metódy TPM prebiehalo pod dozorom Seichiho Nakajimy vo firme Nippondeso (patriaca do skupiny Toyota). Táto firma používala širokospektrálnu preventívnu údržbu (PM) od roku 1960. Kvôli automatizácii vo firme sa stala údržba problémom, nakoľko bolo potrebných viac a viac pracovníkov údržby. Management vo firme rozhodol, že základné úlohy údržby budú plniť operátori (zavedenie autonómnej údržby, jeden zo znakov TPM). Nasledovala modifikácia zariadení na zvýšenie spoľahlivosti. Toto viedlo ku preventívnej údržbe. Tá spolu s preventívnymi úkonmi a zlepšovaním udržania prevádzkyschopnosti strojov vytvorila produktívnu údržbu. Cieľom produktívnej údržby bolo maximalizovať efektívnosť zariadení aj samotnej firmy. Do implementácie produktívnej metódy boli zapojení všetci zamestnanci s využívaním metódy krúžkov kvality. Vďaka vývoju a implementácii TPM bola firma Nippondenso ocenená Japonským inštitútom pre podnikovú údržbu (z ang. Japanese Institute of Plant Maintenance, bývalý Japanese Institute of Plant Engineers) a bol jej udelený prvý TPM certifikát. [7]

PM je vlastne predchodca TPM, ktoré je rozšírené o hlavne tieto úkony:

- Bežná údržba ako mazanie, doťahovanie uvoľnených súčastí, kontrola zariadenia je vykonávaná samotným operátorom zariadenia

- Efektívnosť zariadení je zvyšovaná vytváraním malých skupín, ktorých všetci členovia sa podieľajú na aktivitách danej skupiny. Tým sa reštrukturalizuje organizácia a do popredia sa dostáva tímová práca.
- Zavádzanie bezpečnostných prvkov na pracovisku a dôraz sa kladie aj na príjemné pracovné prostredie, ktoré podnecuje zamestnancov k vyššiemu výkonu. [1]

3.2 Niekoľko parafrázovaných výrokov priamo z prednášok Seichiho Nakajimy

- „Maximalizovanie efektívnosti zariadení si vyžaduje kompletnú elimináciu zlyhaní, porúch a ďalších negatívnych javov – inými slovami mrhanie a straty vznikajúce v procesoch zariadení.“
- „Slovo totálny má v metóde TPM tieto významy: Totálna účinnosť: snaha o ekonomickú efektívnosť a ziskovosť. Totálna PM: preventívne úkony, úsilie o zlepšenie a udržanie prevádzkyschopnosti strojov, spolu s preventívnou údržbou. Totálna účasť: autonómna údržba vykonávaná operátormi a malé skupinové aktivity vykonávané v každom oddelení na každej úrovni.“
- Ohľadom pilierov TPM: „Kultúra Japonska je veľmi odlišná od kultúry spojených štátov amerických. Japonsko bolo vždy vnútorne súdržnou krajinou, svoju kultúru si úzko stráži, kým Amerika sa hrdí svojou nezávislosťou. Piliere TPM sú od seba vzájomne závislé, teda lepšie fungujú spolu než osamote.“ [8]

3.3 Definície TPM

Existuje niekoľko definícií údržby TPM, najviac používanými sú však definície z Japonského inštitútu pre podnikovú údržbu (JIPM).

Definícia TPM inštitútom JIPM z roku 1971:

- Metóda TPM sa zameriava na maximalizáciu celkovej efektívnosti zariadenia. V celom životnom cykle využíva PM analýzu. Implementovaná je v rozličných oddeleniach podniku na všetkých úrovniach a všetci pracovníci podniku sú do nej zapojení (od vrcholového vedenia po pracovníkov v dielňach). TPM je založená na produktívnej údržbe, ktorá je založená na autonómnej údržbe a motivácia na jej zavedenie pochádza z managementu.

Od roku 1989 zaviedol inštitút JIPM novú definíciu, nakoľko sa metóda rozšírila na celý podnik (pôvodne bola len na výrobnom oddelení):

- TPM sa zaoberá celým systémom a snaží sa predchádzať stratám na pracovisku alebo na zariadení (zamedziť vzniku prestojov, eliminovať straty rýchlosti, eliminovať výrobu nezhodných výrobkov, zabrániť nehodám a úrazom). Metóda sa nezavádza len vo výrobných a s nimi spolupracujúcich oddeleniach, ale v celom podniku vrátane oddelenia nákupu, predaja, vývoja a pod. Zapojení sú všetci pracovníci podniku (vrcholové vedenie aj pracovníci v dielňach). Činnosťou v malých autonómnych tímoch sa metóda TPM snaží o eliminovanie strát v podniku. [1]

3.4 Ciele TPM

TPM sa snaží o minimalizovanie vstupov a maximalizovanie výstupov, tým je myslené, že dbá o zlepšenie kvality, pokles nákladov, splnenie termínov dodávok, zlepšenie morálky, bezpečnosti a celkovo aj pracovného prostredia.

Pre TPM je vo všeobecnosti dôležitá prevencia, ktorej snaha je dosiahnuť elimináciu prestojov a porúch zariadení, a aj všetkých strát výrobných zariadení a výrobných procesov (straty spojené s výmenou nástrojov a nastavovaním parametrov stroja, straty rýchlosti, nedokonalosti spojené s kvalitou produktov atď.). Medzi základné zásady prevencie patrí prevádzka strojných zariadení pri optimálnych podmienkach ako prevencia pred zhoršením stavu (pravidelné čistenie, kontrola presnosti atď.), taktiež včasné odstránenie abnormality. Abnormalita môže byť spozorovaná počas prevádzky, buď pomocou zmyslov, senzormi, alebo pravidelnou kontrolou. Potrebná je aj okamžitá reakcia operátorov a pracovníkov údržby na vzniknuté abnormality. [1]

3.5 Metóda 5S

5S je metóda ktorá sa snaží o efektívne usporiadané pracovisko. Je to základný stojan, na ktorom je celá metóda TPM postavená.

Metóda 5S vznikla v Japonsku a aj jej názov sa vzťahuje k piatim japonským pojmom so začínajúcim písmenom „s“ (Seiri = Rozdeľ, Seiton = Roztried' , Seiso = Usporiadaj, Seiketsu = Štandardizuj, Shitsuke = Dodržuj). Cieľom týchto krokov je eliminovanie plytvania na pracovisku - dobré hospodárenie a zefektívnenie pracovných postupov. Podnecovaná je tiež zmena prístupu pracovníkov k ich pracoviskám a strojom. Snaží sa aj o vytvorenie a udržanie organizovaného, čistého a výkonného pracoviska.

Seiri = Rozdeľ

Prvý krok metódy 5S sa týka rozdeľovania a organizovania položiek na kritické (potrebné), dôležité, často používané, aktuálne nepoužívané a nepotrebné. Kritické a často používané položky by mali byť ponechané priamo na pracovisku a aktuálne nepoužívané by mali byť uložené do skladu. Pri nepotrebných položkách by sa malo uvažovať o úplnom odstránení (likvidácii). Rozdelenie položiek popisuje tabuľka 1. Tomuto triedeniu je podrobené náradie, stroje, dokumentácia, materiál aj osobné veci pracovníkov a celkové vybavenie pracovísk ako skrinky a odkladacie plochy.

Tab 1) Rozdelenie položiek

Priorita	Pravidelnosť používania	Zadelenie
Nízka	Menej ako raz ročne, raz ročne	Úplne odstrániť, uskladniť mimo pracoviska
Priemerná	Každé 2/6 mesiaca, raz za mesiac, raz za týždeň	Uskladniť v blízkosti pracoviska
Vysoká	Aspoň raz denne	Umiestniť na pracovisku

Seiton = Roztried'

Táto fáza sa riadi myšlienkou, že každá položka má svoje miesto a to je iba jedno. Po rozdelení je nutné určiť presné miesto uloženia a to aj označiť spolu s položkou. Umiestnenie by malo byť plánované logicky: ťažké veci dole a tie ľahké navrchu, navyše všetko by malo

byť ľahko prístupné a ľahko dosiahnuteľné. Systematizácia by mala prebiehať priamo na pracovisku, v sklade a aj na vzdialenejších miestach, kde boli premiestnené položky.

Seiso = Usporiadaj

Tretí krok sa zaoberá čistotou a poriadkom na pracovisku, za ktorým stojí presný plán upratovania. Cieľom je pracovisko bež špiny, prachu, stôp maziva, neuchytených káblov, materiálového odpadu a podobne. Tento krok vedie ku zvýšeniu bezpečnosti a ku zlepšeniu pracovných podmienok na pracovisku.

Seiketsu = Štandardizuj

V tomto kroku by mali pracovníci poznať svoje povinnosti a plniť ich tak, aby boli dodržované všetky predchádzajúce kroky. Mali sa zaviesť štandardy na pracovisku aj pre celú organizáciu a ich dodržiavanie by malo byť náhodne kontrolované.

Shitsuke = Dodržiuj

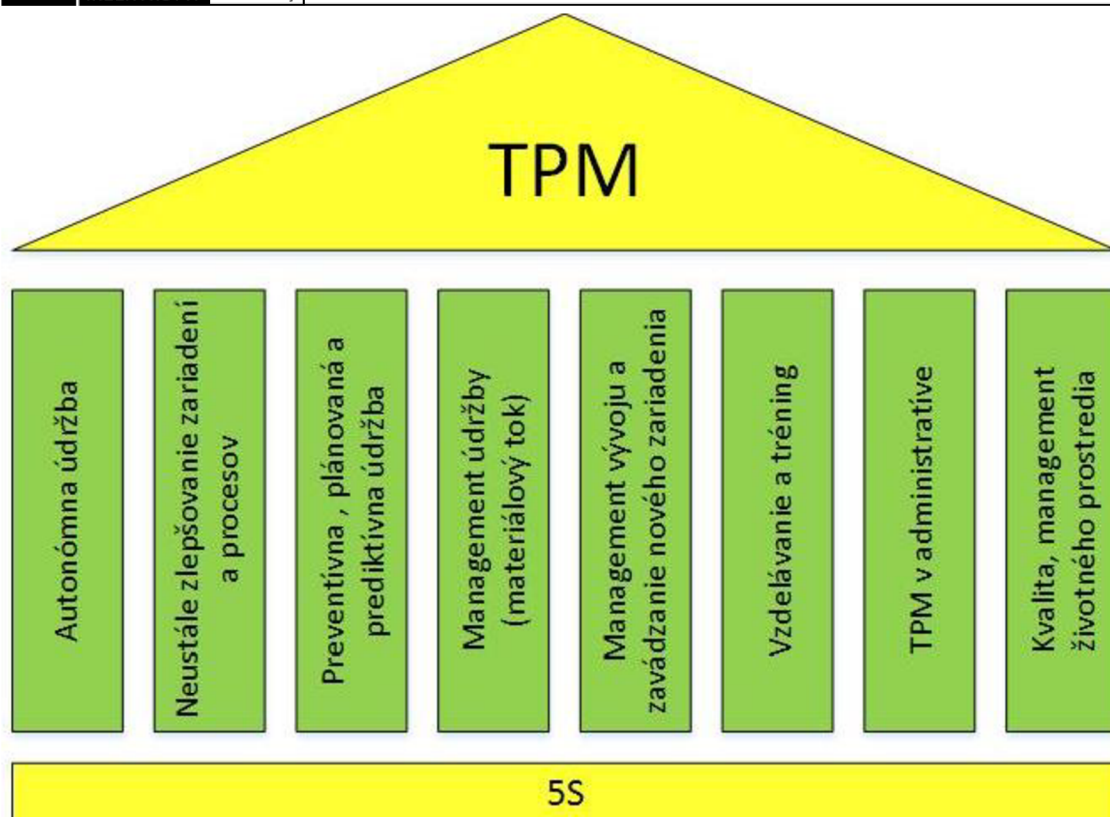
Posledná časť 5S je sebadisciplína v celej organizácii. To zahŕňa aj používanie kontrolných dotazníkov, vykonávanie pravidelných auditov a presnosť vo všetkých činnostiach. Po tom ako boli všetky kroky 5S uskutočnené, mali by sa stať každodennou činnosťou, dodržiavať sa a neustále zlepšovať. [7, 10]

3.6 Piliere TPM

Metóda TPM nespočíva len v predchádzaní porúch, ale do popredia kladie aj redukciu krátkodobých prestojov, elimináciu chýb a skracovanie doby potrebnej na prestavovanie. Celá metóda je postavená na ôsmich pilieroch, občas sa pre zjednodušenie udáva len základných 5.

8 pilierov metódy TPM na obrázku 9:

- Autonómna údržba (JISHU HOZEN).
- Neustále zlepšovanie zariadení a procesov (KAIZEN).
- Preventívna, plánovaná a prediktívna údržba.
- Management údržby.
- Management vývoju a zavádzanie nového zariadenia.
- Vzdelávanie a tréning.
- TPM v administratíve.
- Kvalita, bezpečnosť, management životného prostredia.



Obr. 9) 8 pilierov TPM [9]

3.6.1 Autonómna údržba (JISHU HOZEN)

Tento pilier sa snaží o optimalizovanie systému človek – stroj. Ide o prenesenie niektorých drobných prác údržby (čistenie, mazanie, uťahovanie uvoľnených súčastí) z pracovníkov údržby na operátorov a obsluhu stroja, ktorí vždy poznajú „svoj stroj“ najlepšie. Tak sa môže oddelenie údržby zamerať na komplikovanejšie opravy vyžadujúce špeciálnu kvalifikáciu. Autonómna údržba sa zavádza v siedmich krokoch. Rozdelené sú na obrázku 10:



Obr. 10) Obr. Sedem krokov autonómnej údržby [11]

V prvých troch krokoch dochádza k zabezpečeniu základných podmienok pre prácu zariadenia. Začína sa analýzou počítačového stavu, hodnotenie čistoty, abnormalít a pod. Nasleduje zlepšenie prostredia kde pracuje stroj a poctivé vykonávanie čistenia, mazania, uťahovania uvoľnených častí. Po implementácii prvých troch krokov by mali byť odstránené všetky nedostatky stroja, definované postupy čistenia a mazania, o ktoré sa bude starať vyškolená obsluha.

Následné kroky 4. a 5. obsahujú činnosti týkajúce sa základných prehliadok a z toho odvodených opatrení, ktorých cieľom je odhalenie abnormalít a ich odstránenie ešte pred vznikom poruchy. Dôležité je stanoviť štandardy autonómnej údržby, pozornosť pracovníkov namieriť na odchýlky chodu zariadenia od normálu a rozšíriť znalosti potrebné pre vykonávanie údržbárskych prác na zariadení.

Posledné dva kroky sú zameraná na zdokonaľovanie aktivít na základe získaných skúseností a nadobudnutých znalostí o prevádzke strojných zariadení. Keď sa obsluha stotožní s cieľmi firmy a sama sa začne snažiť o pokles strát na svojom pracovisku aj na celom pracovnom okolí.

Počas zavádzania autonómnej údržby je potrebné dbať nato, aby boli všetky fázy pochopené a následne dodržiavané. Kvôli tomu sa implementovanie každého kroku končí auditom, ktorý zhodnotí či môže nasledovať ďalší krok. [1, 11]

3.6.2 Neustále zlepšovanie zariadení a procesov (KAIZEN)

Metóda kaizen pochádza z Japonska a samotný názov je zložený z dvoch japonských slov „kai“ = zmena a „zen“ = dobrý, lepší, čo znamená neustála zmena k lepšiemu. Je to systém postupného zlepšovania v osobnom aj pracovnom živote, ktorý zahŕňa všetkých zamestnancov od managerov cez operátorov až ku robotníkom. Myšlienkou celého systému je zavádzanie veľkého množstva drobných zlepšení, ktoré bývajú často efektívnejšie pre organizáciu ako pár náhlych veľkých zmien.

Kaizen ako jeden z pilierov TPM sa snaží o efektívnosť zariadení, operátorov, materiálov a používania energií. Cieľom Kaizen-u je odstrániť všetky nedostatky označované ako šesť veľkých strát na zariadení:

Poruchy vyplývajúce z chýb na zariadení

Sem patria chyby zariadení so stratou schopnosti plniť funkciu vplyvom mechanického, elektrického, pneumatického alebo hydraulického efektu. Týmto poruchám sa dá predchádzať správnym nastavením plánovanej údržby. Najvhodnejšia býva prediktívna údržba používajúca diagnostiku ako napríklad vibrodiagnostiku, hydrodiagnostiku, tribodiagnostiku alebo termodiagnostiku, ktoré presne určia zdroj poruchy. Spolu s použitím prognostiky je možné takmer úplne predchádzať tomuto typu porúch.

Zorad'ovanie a nastavovanie

Ide o stratu času v období od prerušenia produkcie kvôli výmene prípravku, nástroja alebo zmeny nastavenia až do opätovného začatia výroby.

Nečinnosť, beh naprázdno a krátke prestávky

Straty v rýchlosti kvôli abnormálnej činnosti senzorov, blokovanie v sklzoch.

Redukcia rýchlosti

Vzniká keď zariadenie pracuje pomalšie ako je jeho optimálna rýchlosť. Napríklad kvôli opotrebeniu stroja, použitiu nevhodného materiálu, neefektívnosti práce operátorov, nesprávnom nadizajnovaní zariadenia a pod.

Chyby v procesoch a opravy

Straty nachádzajúce sa vo vzniknutých nezhodných výrobkoch, ktoré sú nižšej kvality ako je požadované.

Chyby vzniknuté v čase medzi štartom stroja a stabilnou prevádzkou

Ide o všetky nezhodné výrobky vyrobené v dobe, keď sa stroj zabiehal.

V priebehu posledných rokov bolo pridaných niekoľko ďalších strát, ktoré tieto zoznam rozšírili až na počet 16. Tie zahŕňujú ďalšie dôležité oblasti ako plánované odstávky strojov, straty spôsobené ľudským činiteľom a straty týkajúce sa informácií obsiahnutých v efektívnosti produkcie. Všetky tieto straty by mali byť identifikované a naplánovaný spôsob ich odstránenia alebo zlepšenia.

Pre efektívne zavádzanie metódy TPM je potrebné vykonávať hodnotenia efektívnosti ako napríklad CEZ (celková efektívnosť zariadení). CEZ je funkciou strát, ktoré boli spôsobené poruchami alebo inými stratami na výrobku vplyvom redukovanej rýchlosti a nízkou kvalitou výrobkov (6 hlavných strát).

Pri výpočte CEZ vyhodnocujeme tri čiastočné ukazovatele:

- **Pohotovosť (A)** – udáva podiel pracovnej doby, kedy zariadenie vyrába.

$$A = \frac{\textit{plánovaný čas prevádzky} - \textit{čas prerušení}}{\textit{plánovaný čas prevádzky}} \quad (1)$$

- **Výkonnosť (E)** – definuje straty spôsobené vplyvom nedodržania výkonových noriem. Pri výpočte použijeme skutočný operačný čas, to spočítame ako plánovaný čas, od ktorého odčítame plánované aj neplánované prestoje.

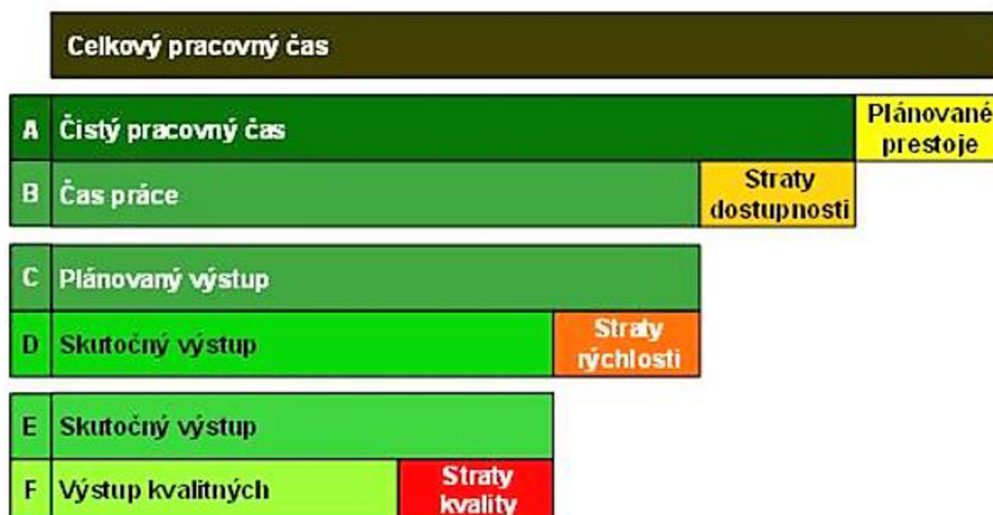
$$E = \frac{\textit{normovaný čas na kus} \times \textit{počet vyrobených kusov}}{\textit{skutočný operačný čas}} \quad (2)$$

- **Kvalitu (Q)** – pri výpočte potrebujeme poznať celkovú produkciu a počet chybných kusov (znehodnotených pri nastavovaní strojov aj kusy kvalitatívne nevyhovujúce).

$$Q = \frac{\textit{počet vyrobených kusov} - \textit{počet vadných kusov}}{\textit{počet vyrobených kusov}} \quad (3)$$

Po získaní čiastočných výpočtov môžeme určiť celkovú efektívnosť zariadení (rovnica 1.), schéma výpočtu je na obrázku 11 (často vyjadrované v percentách).

$$CEZ = A \times E \times Q \quad (4)$$



Obr. 11) Schéma výpočtu CEZ [12]

Existuje niekoľko spôsobov ako môžeme počítať CEZ s tým, že niektoré výpočty nezahŕňajú všetky faktory ovplyvňujúce efektívnosť zariadení. Ako napríklad príčinu nízkej efektivity zariadení pri počítaní kvality a tým množstva vád bez vzťahnutia na určitú dobu. CEZ by malo byť počítané tak, aby sme boli schopný určiť, ktorý stratový faktor najviac ovplyvňuje CEZ. [1, 7, 9]

3.6.3 Preventívna, plánovaná a prediktívna údržba

Plánovanou údržbou sa snažíme minimalizovať potrebu reaktívnej údržby a čo najviac používať preventívnu alebo, ešte vyšší stupeň, prediktívnu údržbu. Za cieľ si plánovaná údržba dáva dosiahnutie minimálnej ceny údržby, zlepšiť spoľahlivosť a životnosť stroja, znížiť hodnotu majetku držanú v náhradných dieloch. Nástrojmi plánovanej údržby sú preventívne inšpekcie a preventívne opravy, ktoré sú vykonávané na základe zistení v priebehu preventívnej inšpekcie.

Preventívna údržba je vhodná na činnosti, ktoré sú časovo závislé, ako napríklad pravidelné mazania a doplňovanie paliva. Preventívnosť by nemala prerásť do stavu výmeny súčastí dlho pred stratou funkcie. To môže byť veľmi nákladné finančne aj časovo, nakoľko odstávky strojov sú často nutné, skladové zásoby môžu byť prehnané a zaberať miesto. Nástrojmi preventívnej údržby sú inšpekcie, opravy a renovácie, ktoré sú vykonávané na základe zistení v priebehu preventívnej inšpekcie.

Prediktívna údržba sa snaží odhaliť nástup degradácie zariadenia ešte pred vznikom problému. Od preventívnej údržby sa líši tým, že reaguje na aktuálny stav a nie na vopred naplánovaný časový plán. Testovanie strojov väčšinou prebieha bez nutnosti odstávky stroja. Správne nastavený program prediktívnej údržby využíva všetky dostupné technológie testovania ako analýzu vibrácií, infračervenú termografiu, analýzu maziva a pod. Diagnostické testovanie uvoľňuje presne určiť problém vrátne jeho potencionálnej príčiny, ktorá je následne vhodným postupom odstránená a k neplánovanému prestoju nedôjde. Prediktívna údržba slúži na definovanie potrebných úloh údržby na základe stavu materiálu a zariadenia, poskytuje zvýšenú životnosť a dostupnosť komponentov, znižuje náklady na náhradné diely a prácu, zlepšuje bezpečnosť pracovníkov na pracovisku, menej zaťažuje životné prostredie a šetrí energiu, nakoľko zariadenie pracuje v optimálnom režime. Nevýhodou je nárast investícií do diagnostiky a vzdelávania zamestnancov. [13, 14]

3.6.4 Management údržby (materiálový tok)

Tento pilier je zameraný na získanie spokojnosti zákazníkov a to snahou o najvyššiu kvalitu používaním filozofie nulových väd a nulových sťažností od zákazníkov. Nutné je kontrolovanie interakcií medzi pracovníkom, materiálom, mechanizmom a postupmi, ktoré by mohli spôsobiť vadu.

Zaistiť bezchybnosť alebo nulové vady je princípom zabezpečujúcim neprenášanie chýb, ktoré sa stanú, na ďalšiu operáciu. Chyba sa musí odstrániť spolu s príčinou chyby tak, aby ku ďalšej rovnakej už nedošlo. Pre dosiahnutie nulových väd je potrebné: klasifikovať poruchové stavy, analyzovať ich a následne pripraviť údržbárske zásahy (naplánovať a vytvoriť rozvrh). Naďalej je nutné dodržiavať medze opotrebenia a detekovať ich, navrhovať nové intervaly výmeny a kontroly stavu zariadení a zlepšovať funkčnosť strojov. Redukovaním množstva chýb sa znižuje potreba financií na pravidelné kontroly s cieľom nájdania chýb.

Vady sa stávajú chybou systému organizácie a nie chybou operátora, nízka kvalita je neakceptovateľná. Každý je zodpovedný za udržiavanie optimálnych podmienok a dosiahnutie nulových väd. [7, 9]

3.6.5 Management vývoja a zavádzanie nového zariadenia

Názov a popis tohto piliera TPM je v rozličných literatúrach odlišný. V niektorých internetových zdrojoch sa uvádza pod názvom: Zavádzanie nového zariadenia a náklady na životný cyklus, no kniha z ktorej bolo čerpané [9] ho pomenúva „Development Manegement“, čo znamená management vývoja.

Management vývoja má za cieľ redukovať čas potrebný na vývoj do začatia novej produkcie. Tento proces má docieľiť využívanie praktických vedomostí a porozumenie už používaným výrobným zariadeniam na zlepšovanie a dizajnovanie nového vybavenia. Tieto znalosti by mali zahŕňať informácie o prevádzke, náklady na životný cyklus, spoľahlivosť a údržbárske ciele, testovacie plány zariadenia, dokumenty potrebné na prevádzku a zaškolenie pracovníkov.

Preventívna údržba musí byť zavádzaná hneď po inštalácii nového zariadenia, kvôli uisteniu sa, že zariadenie je bezpečné, ľahko použiteľné a udržiavateľné, bezchybné a bez príznakov, ktorých následkom môže byť vada. Tento proces vyžaduje spoluprácu všetkých zúčastňujúcich sa pri zabíhaní stroja. Zariadenie by malo následne nadobudnúť plánovaný výkon rýchlejšie a to aj vďaka poklesu problémov vznikajúcich pri zabíhaní. Údržba je jednoduchšia a masívnejšia vďaka praktickému posudzovaniu a zapojeniu zamestnancov priamo do inštalácie. [9, 15]

3.6.6 Vzdelávanie a tréning

Vzdelávanie a tréning pracovníkov je základným stavebným kameňom pri zavádzaní TPM, na ktorý sa nesmie zabudnúť pri implementácii každého piliera. Operátori by mali byť multifunkční a postupne by sa mali zapájať do autonómnej údržby a tak preberať niektoré jednoduchšie činnosti údržby. Vzdelávanie je dôležité a malo by sa dbať nielen o znalosť „Know-How“ ale aj „Know-Why“ – pochopenie dôvodov činností. Tým sa ich dodržiavanie stáva poctivejšie a naliehavé problémy môžu byť riešené ihneď osobným zásahom operátorov. S lepšími znalosťami sa operátori môžu zapájať do prestavby stroja aj do návrhov na zlepšovanie chodu stroja alebo do usporiadania pracoviska týkajúceho sa starostlivosti o stroj.

Tréning údržby je zameriavaný na prehĺbovanie technických znalostí o strojoch a zapájanie technikov do vyhodnocovaní analýz rizikovosti a poruchovosti, ktoré sú potrebné

na odstraňovanie stále sa opakujúcich problémov strojov. Cieľ vzdelávania a tréningu je vytvoriť firmu plnú expertov. [7]

3.6.7 TPM v administratíve

Tento pilier sa sústreďuje na všetky oblasti zabezpečujúce administratívne a podporné funkcie v organizácii. Aplikuje princípy TPM v eliminácii strát, vo zvyšovaní produktivity a uisťuje sa, že všetky procesy podporujú optimalizáciu výrobných procesov a tiež, že sú vykonávané za optimálnu cenu. Taktiež sa stará o dodávky materiálov, starostlivosť o zákazníka a udržuje dobrú povest' firmy.

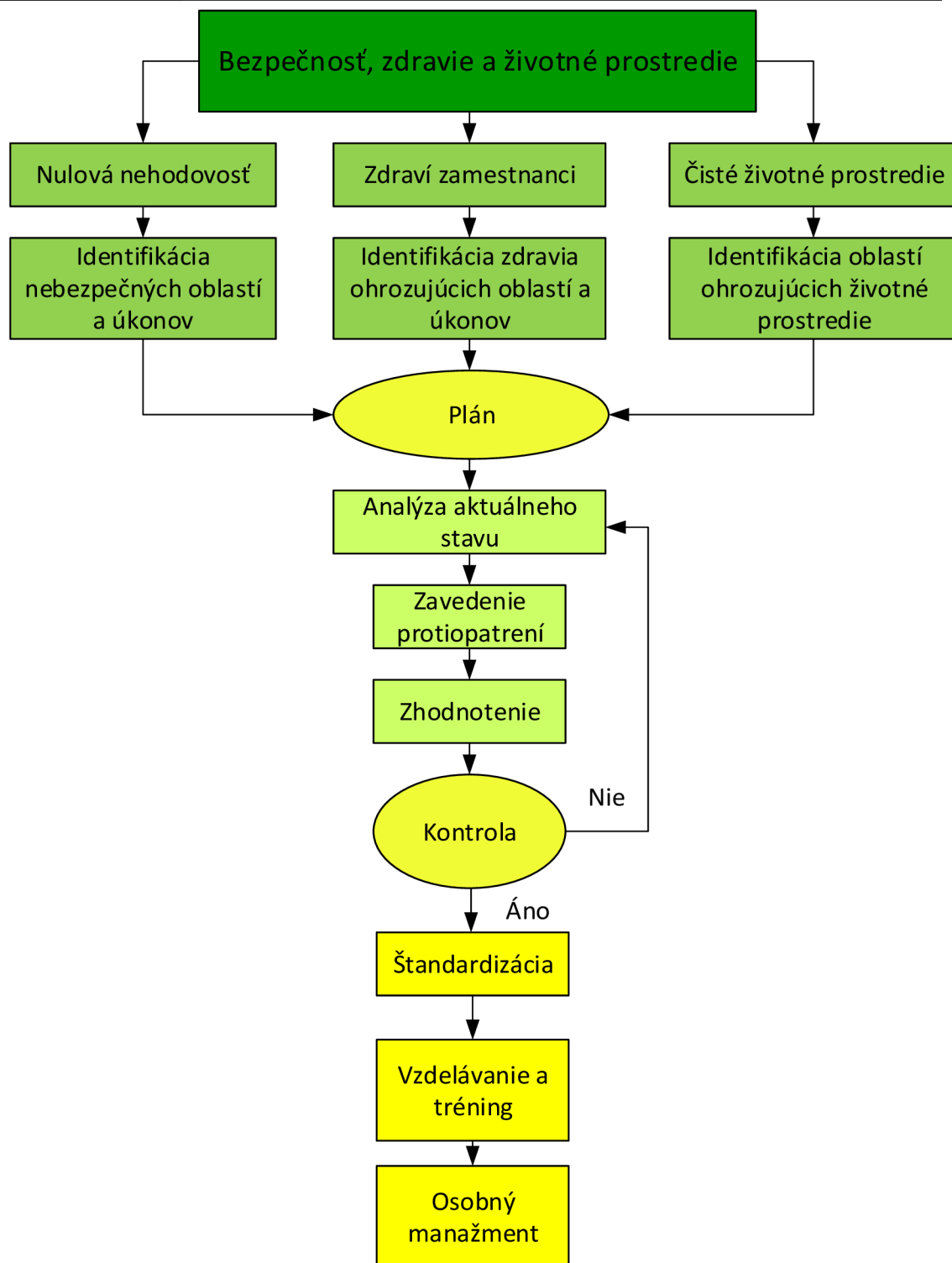
Aplikácia TPM do administratívy je podmienená aplikáciou 5S (na elimináciu plytvania a celkové upratanie pracoviska), aplikáciou autonómnej údržby, neustálym zlepšovaním (v riadení náhradných dieloch, rovnomerným rozdeľovaním pracovných úkonov a v redukcii kritických procesov) a vzdelávaním a tréningom na všetkých úrovniach organizácie.

Cieľom je pochopenie vzťahu kancelárskych aktivít, aktivít produkcie a dosiahnutie spokojnosti zákazníkov, spolu s nulovými stratami a to vytvorením efektívnych kancelárskych pozícií. [16]

3.6.8 Kvalita, bezpečnosť, management životného prostredia

Bezpečné pracovisko, dobré pracovné podmienky, motivovaní pracovníci a neznečistené prostredie je cieľom posledného pilieru. Dosiahneme to elimináciou nehôd, poškodení zdravia a vzniku požiarov v organizácii tak, že aplikujeme vhodnú stratégiu na zlepšenie bezpečnosti, zdravia a životného prostredia (zobrazené na obr. 12). To dáva pocit dôležitosti aj ľuďom s najnižším postavením v organizácii a pomáha meniť kultúrne zvyky omnoho rýchlejšie ako iné piliere. Malo by dôjsť ku pochopeniu zamestnancami, že implementácia TPM je dôležitá nielen na zefektívnenie výroby, ale aj na bezpečnosť a zlepšenie pracovných podmienok. K tomu napomáha aj odstránenie visiacich predmetov, poškodených upevnení, ostrých rohov, olejových škvŕn, nevhodného osvetlenia, chýbajúcich východov a zdrojov tepla, dymu, plynov a vibrácií, a tiež eliminovanie ďalších bezpečnosť ohrozujúcich faktorov.

Adekvátne vzdelanie ohľadom bezpečnosti a uvedomenie zamestnancov o bezpečnostných pravidlách a nutnosti ich dodržiavania, je cieľom bezpečnostných školení. Ochranné pomôcky ako pracovné rukavice, obuv, štít, ochranná prilba a ďalšie musia byť používané pri práci podľa platných predpisov. [9]



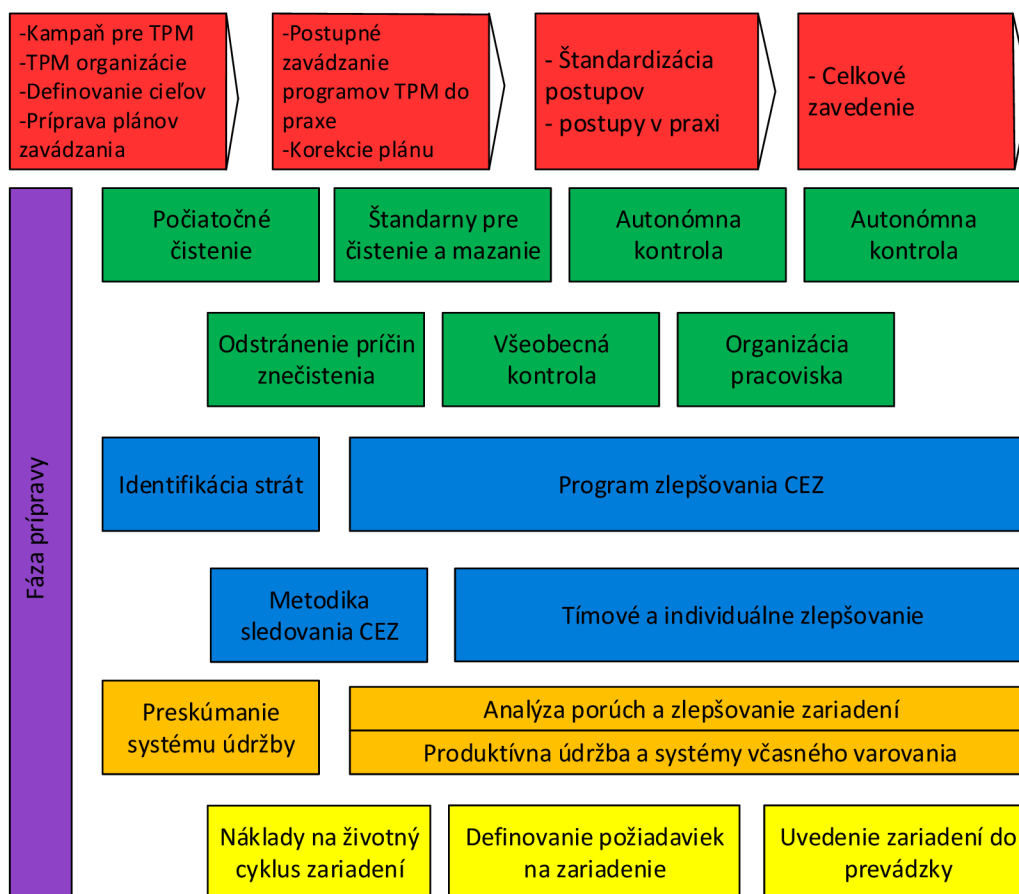
Obr. 12) Stratégia pre zlepšovanie bezpečnosti zdravia a životného prostredia [9]

3.7 Implementácia TPM

Zavádzanie TPM má význam tam, kde záleží na eliminácii strát a zvýšení produktivity. Je to dlhodobý proces, ktorý je potrebné neustále zdokonaľovať a ktorého výsledky sa dostávajú postupne. Celé zavádzanie si vyžaduje značné úsilie pracovníkov managementu, výroby, údržby a ďalších profesií, ktoré na začiatku prináša viac práce ako dosiahnutých výsledkov.

Hlavným princípom implementácie TPM je spolupráca operátorov zariadení s údržbou, ktorá je zameraná na postupnú elimináciu prestojov a neplánovaných opráv, a zvyšovanie množstva plánovaných činností údržby. Dôležitá je aj správna motivácia zamestnancov, ktorá môže byť dosiahnutá aj dobre nastaveným odmeňovaním. To by nemalo závisieť na počte hodín strávených odstraňovaním porúch, ale počtom hodín, keď sú stroje prevádzkyschopné a vyrábajú kvalitné výrobky.

Implementácia má niekoľko fáz (zobrazené na obr. 13.). Začína sa prípravnou fázou, ktorá zahŕňa vytvorenie plánu realizácie TPM a zoznámenie zamestnancov so zámerom TPM. Management podniku by mal využiť všetky formy vzdelávania ako podnikový časopis, schôdzky so zamestnancami, informačné semináre na objasnenie cieľov, princípov a prínosov TPM. Nasleduje skúšobná implementácia. Na vybranom pracovisku sa zavedie tzv. pilotný projekt TPM za prítomnosti externých konzultantov, školiacej firmy a zamestnancov z kooperujúcej firmy. V ďalšej fáze sa kladie dôraz na zlepšovanie celkovej efektívnosti strojov. Je potrebné urobiť výber zariadení a vytvoriť tímy TPM, ktoré následne spracujú plány autonómnej údržby a rozpracujú plány plánovanej údržby. Súčasťou sú tréningy a školenia o tímovej práci pre zlepšenie spolupráce členov tímu pri riešení problémov. V ukončení etapy je zavedený kompletný program TPM. Ako posledná je dôležitá stabilizácia TPM. Tá je spojená s vyhodnocovaním dosiahnutých výsledkov a sú určené vyššie ciele so zámerom zdokonaľovania a upevňovania programu TPM. [1, 7, 17]



Obr. 13) Implementácia TPM [17]

4 TPM V PRAXI

V rámci praktickej časti bola spracovaná a následne porovnaná metóda TPM v dvoch firmách.

4.1 Siemens s. r. o. odštepny závod Elektromotory Mohelnice

Spoločnosť Siemens je jeden z najväčších dodávateľov asynchrónnych elektromotorov. Pri výrobe produktov je kladený dôraz na technickú úroveň, vysokú kvalitu a dodržanie požadovaných termínov.

Siemens v Mohelnici je najväčším výrobcom nízkonapäťových asynchrónnych elektromotorov v Európe. Zamestnáva takmer 2200 ľudí, čím sa zaraďuje medzi najvýznamnejších zamestnávateľov v šumperskom regióne Olomouckého kraja, a denne vyrobí takmer 4,5 tisíc elektromotorov. Tie sú určené k pohonu hlavne priemyslových zariadení ako ventilátory, čerpadlá, kompresory, obrábacie stroje a hydraulické komponenty. [17]

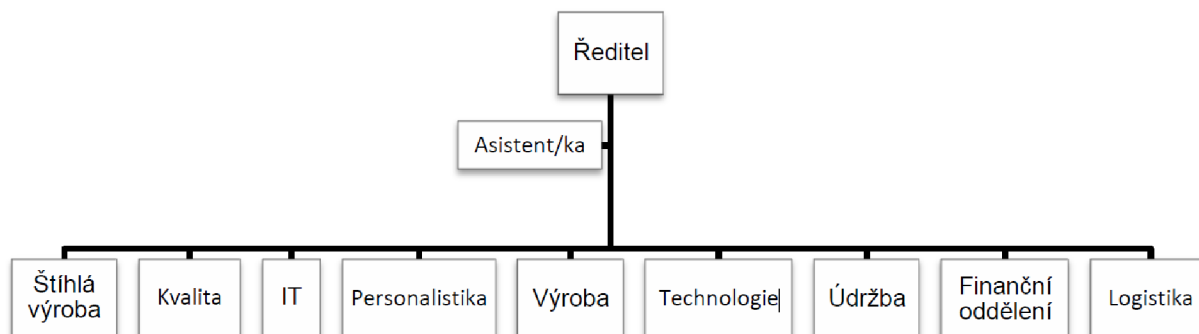
4.2 Federal Mogul Powertrain, CZ

Spoločnosť Federal-Mogul Motorparts predáva a distribuuje široké portfólium produktov na globálnom trhu s náhradnými dielmi pre motorové vozidlá. Zároveň sa výrobky značky Federal-Modul dodávajú ako originálne vybavenie pre nové vozidlá. V celej Európe má táto firma jedenásť závodov na výrobu brzdových komponentov a stieračov. Napríklad závod v Kostelnici nad Orlicí, v ktorom je zamestnaných 600 zamestnancov, vyrobí ročne 5 miliónov súčiastok ako sú brzdové doštičky pre osobné automobily, brzdové obloženie pre nákladné automobily a špeciálne železničné brzdové obloženie.

Federal-Modul Powertrain navrhuje a vyrába originálne diely hnacieho ústrojenstva, tiež produkty systémovej ochrany pre automobilový a ťažký priemysel, priemyslové a dopravné aplikácie. [18]

4.3 Údržba vo firme

V oboch firmách je údržba zaradená medzi deviatimi základnými odvetviami spoločnosti, ktoré sa starajú o chod firmy. Toto zaradenie je zobrazené na obr. 14:



Obr. 14) Organizačná schéma firmy [19]

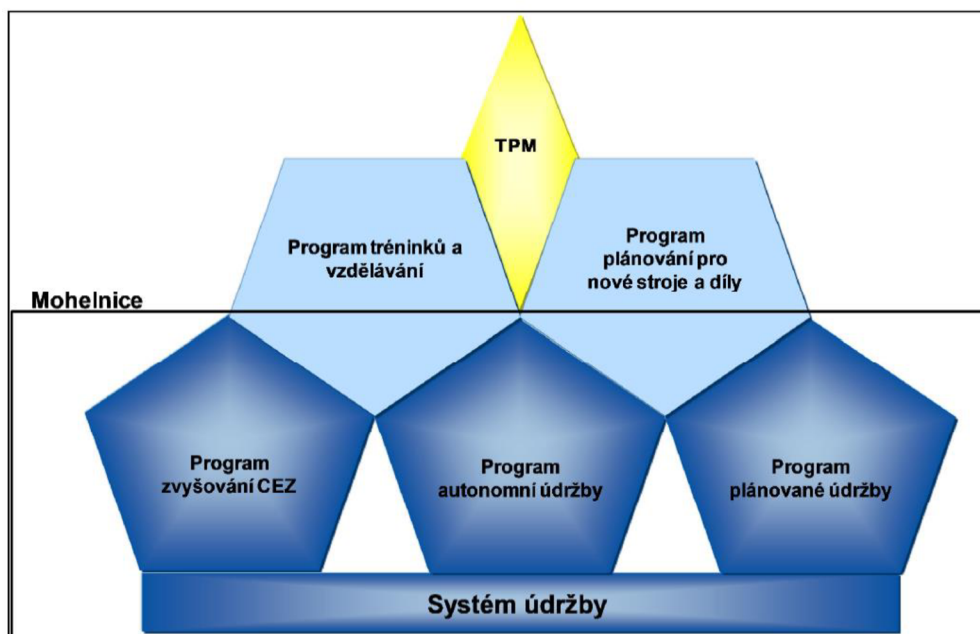
Na čele údržby stojí manažér, ktorý spolupracuje s oddelením nákupu. Pod sebou má inžinierov údržby a kontrolóra. Kontrolór má na starosti elektrikárov a strojných údržbárov, ktorým sú pridelované jednotlivé opravy podľa plánov zostavených inžiniermi.

Ďalej je údržba rozdelená na plánovanú a neplánovanú. Neplánovaná je vždy problematickejšia, nakoľko sa musí riešiť ihneď, aby nevznikli zbytočné prestoje a nedochádzalo k finančným stratám. Dochádza k nej vplyvom mnohých faktorov, vyťaženie stroja, starobou, stavom, a tiež je veľmi častý vplyv ľudského faktoru.

Plánovaná údržba je ďalej delená na preventívnu a prediktívnu. Prediktívnu údržbou sa firmy snažia určiť alebo presnejšie odhadnúť skutočnú životnosť stroja s porovnaním so životnosťou udávanou od výrobcu. Nástroj môže byť mnohokrát používaný dlhšie a pritom dodržiavať požadovanú kvalitu výrobkov. Na prevenciu je používaná diagnostika, ktorá býva často vykonávaná externou firmou. [17, 19]

4.4 TPM v Siemens s. r. o. odštepny závod Elektromotory Mohelnice

Schválenie zavádzania TPM v rámci údržby začalo v roku 2006, nasledovalo vytvorenie tímu pre implementáciu všetkých procesov pre celý závod. Tento tím rozhodol o zavedení prvých troch pilierov TPM a to konkrétne program zvyšovania CEZ, autonómnou údržbu a plánovanú údržbu (obr. 15). [17]



Obr. 15) 5 základných pilierov TPM [17]

4.4.1 Zavedenie programu na zvyšovanie CEZ

Najprv bol zavedený program na sledovanie CEZ v troch hlavných výrobných útvaroch. Namiesto drahého automatického zberu dát bol nainštalovaný flipchart, do ktorého obsluha stroja, pracovník oddelenia kvality a majster danej dielne, každý deň zapisovali dáta potrebné na výpočet CEZ.

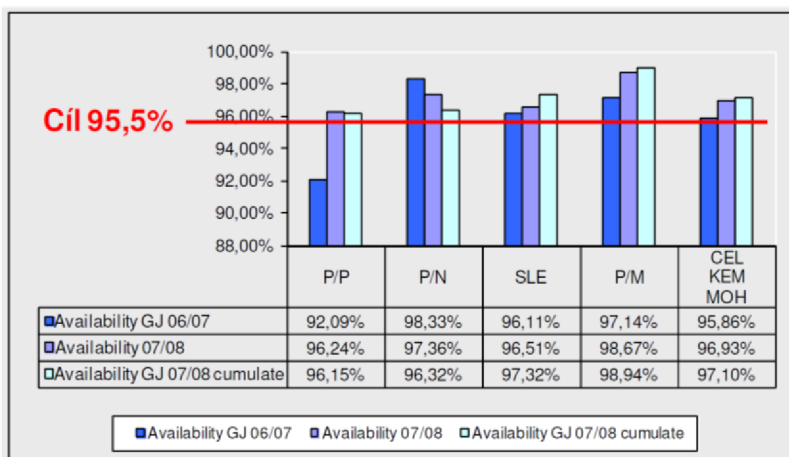
V priebehu nasledujúcich šiestich mesiacov bola pravidelne vyhodnocovaná CEZ a následne aj vyhodnocovaný priebeh tohto ukazovateľa na vybraných strojných zariadeniach. Zvyšujúci trend CEZ bol viditeľný už po 2-3 mesiacoch, no tento systém spracovania dát bol náročný na administratívu aj na čas. Z toho dôvodu bol zber dát a ich vyhodnocovanie limitované len na sledovanie dostupnosti strojov a zariadení. To bolo vykonávané pomocou programu SAP R3, ktorý riadi chod celého závodu. Pre sledovanie dostupnosti strojov a zariadení boli stroje rozdelené podľa ich dôležitosti do troch kategórií:

- **Kategória A** – zariadenie pri poruche vždy zastaví celú výrobnú linku,
– vysoké straty a vysoké nebezpečenstvo úrazu.
- **Kategória B** – zariadenie môže zastaviť výrobu alebo výrobnú linku,
– je možné jeho vyradenie z prevádzky na krátku dobu.
- **Kategória C** – zariadenie nie je kritické pre výrobu ani pre dopravnú linku.

Do kategórie A je zaradených 424 strojov z 1706, ktoré sa vo firme nachádzajú. Sú stroje nevyhnutné pre výrobu a preto je kladený veľký dôraz na ich dostupnosť a prevádzkyschopnosť.

Dostupnosť stroja je doba skutočnej prevádzky stroja (od teoretickej doby prevádzky, čo je 720 hodín za mesiac pri nepretržitej prevádzke, odčítame dobu porúch).

Na obrázku 16 je zobrazená dostupnosť strojov kategórie A za obchodný rok 2006/2007 na výrobných dielňach, aktuálnu dostupnosť rovnakých strojov za júl 2008 a tiež kumulatívnu dostupnosť za 10 mesiacov obchodného roku 2007/2008 (október – júl). V grafe je vidieť zvyšujúca sa dostupnosť strojov na dielňach P/P (predvýroba) SLE (zlievareň) a P/M (montáž). Klesajúci trend dostupnosti je na strojoch na dielni P/N (navijáreň). [17]



Obr. 16) Dostupnosť strojov kategórie A v obchodnom roku 2007/2008 [17]

4.4.2 Zavedenie programu autonómnej údržby

Pre príklad zavedenia autonómnej údržby bol vybraný stroj z kategórie A, konkrétne obrábací stroj CNC – Mastum MT 550.

Ako prvé bolo zavedenie štandardov čistenia, zmenové, týždenné, mesačné a štvrťročné. Pritom sa každý štandard zameriava na inú časť stroja. Zmenový na vonkajší priestor v okolí stroja, týždenný na kryty stroja, ovládací panel a el. rozvádzač, mesačný na

vnútorný priestor stroja (motor a časť pohonu vretena) a štvrťročný na filtre ventilácie a povrch elektrorozvádzačov. Na obrázku 17 je znázornený zmenový štandard pre čistenie.

Následne bol zavedený štandard pre mazanie, konkrétne zmenový a ročný. Mesačný štandard popisuje údržbu centrálného mazacieho agregátu a oporného koníka (zobrazené na obrázku 18.) a ročný určuje úkony vykonávané na prevodovke a stroji. [17]

Interní dokument

Standard pro čištění - Směnový

Stroj / zařízení: CNC –Masturn MT 550	Pracoviště: PROD 123	List č. 1/5
---------------------------------------	----------------------	-------------



P. č.	SC01	SC02
Oblast čištění zařízení	Pracovní prostor	Podlaha u stroje
Standard pro čištění	čistý, bez třísek	čistá, bez třísek
Provádí	<u>obsluha</u>	<u>obsluha</u>
Způsob	mechanicky	mechanicky
Pomůcky	Textilie, emulze nepoužívat odmašťovače !	Textilie, smetáček, lopatka
Stav zařízení	V klidu	V klidu
Čas – trvání	15 min	
Četnost	Konec směny	

Datum: 22.12.2014	Vypracoval: Šembera M.	Schválil: Beran. J	SIEMENS
-------------------	------------------------	--------------------	----------------

Obr. 17) Smenový štandard pre čistenie [17]

Interní dokument

Standard pro mazání - Měsíční

Stroj / zařízení: CNC-Masturn MT 550

Pracoviště: PROD 123

List č. 1/2



P. č.	MM01	MM02
Oblast mazání zařízení	Centrální mazací agregát	Opěrný koník
Standard pro mazání	Hladina při max. hranici stavoznaku	Mastná funkční plocha
Provádí	Obsluha stroje	Obsluha stroje
Způsob	Doplnit mazivo při poklesu hladiny k min. hranici do max.	Pístová maznice
Pomůcky	Nádoba s olejem, nálevka	Pístová maznice
Mazivo	ISO-L-G 68	ISO-L-G68-posuv ISO-L-X BBHA 00-pinola
Stav zařízení	Klidový stav stroje	Klidový stav stroje
Čas – trvání		
Četnost	Dle potřeby/ vizuální kontrola 1xměsíčně	Dle potřeby/ vizuální kontrola 1xměsíčně

Datum: 23.12.2014

Vypracoval: Šembera.M

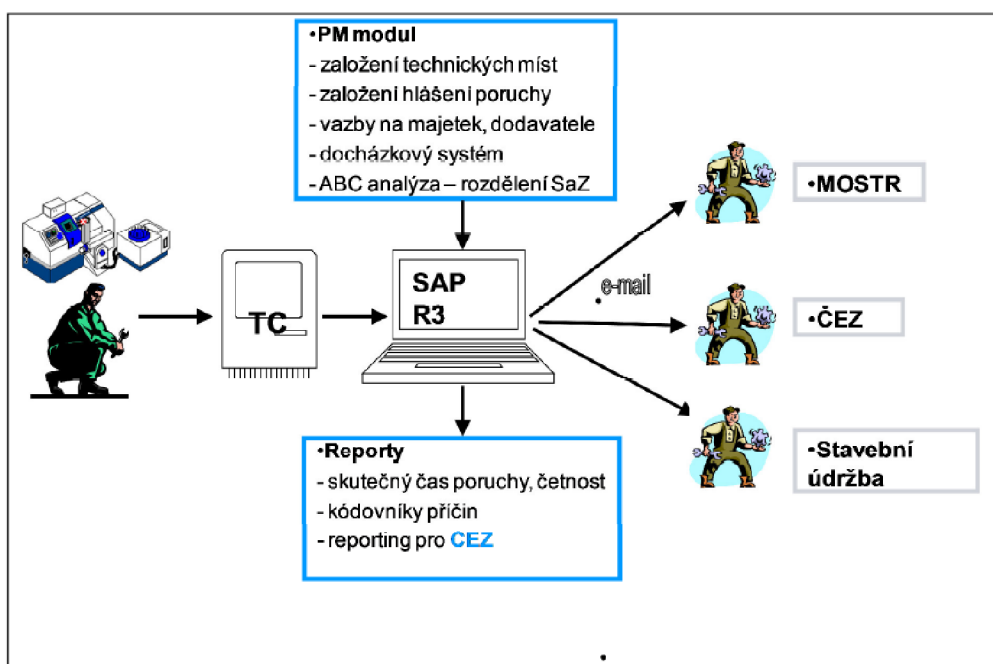
Schválil: Beran.J.

SIEMENS

Obr. 18) Měsíční standard pro mazání [17]

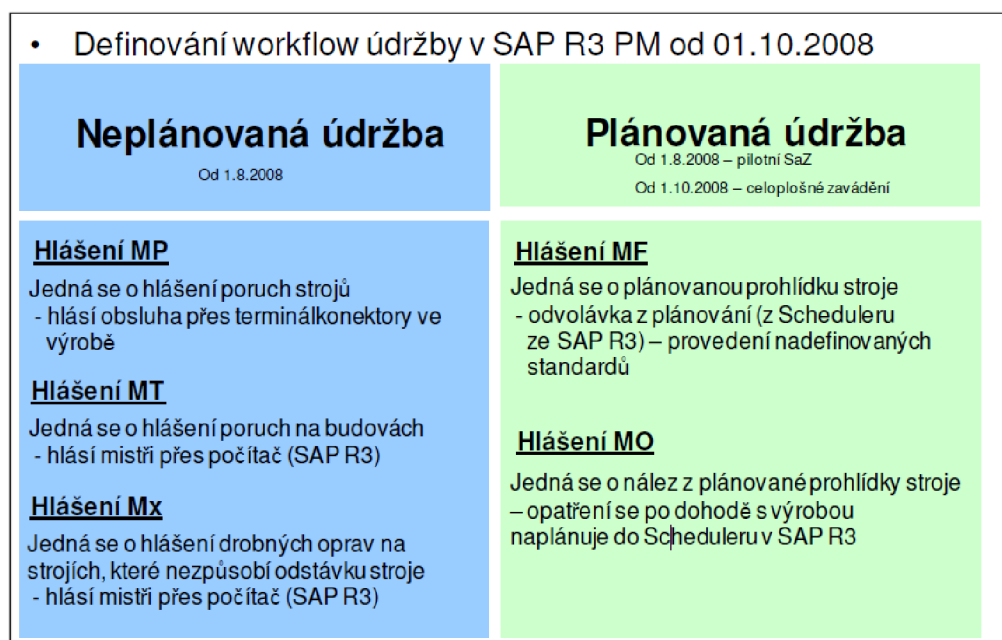
4.4.3 Zavedení programu plánované údržby

Ešte před zavedením plánované údržby je nutné zabezpečit získávání informací o poruchách pomocí systému SAP R3, konkrétně modulu PM, který slouží pro údržbu strojů a zařízení. Preto bola vo výrobných priestoroch rozšírená sieť terminálkonektorov slúžiacich pre odhlasovanie priebehu výroby elektromotorov a pre hlásenie o poruchách strojov. Na obrázku 19 je zobrazený princíp hlásenia porúch cez terminálkonektory.



Obr. 19) Princíp hlásenia porúch pomocou terminálkonektorov [17]

Na to boli v PM modulu riadiaceho systému SAP R3 vytvorené hlásenia porúch pre plánovanú údržbu. Obrázok 20 ukazuje rozdelenie druhov hlásení pre plánovanú údržbu a údržbu po poruche. [17]



Obr. 20) Druhy hlásenia pre plánovanú údržbu po poruche [17]

4.4.4 Zhodnotenie zavedenia TPM pre Siemens s. r. o.

Po zavedení troch pilierov TPM sa výrazne zvýšila dostupnosť strojov kategórie A, spolu s predĺžením životnosti. To je dosiahnuté vďaka zlepšeniu starostlivosti obsluhy o svoje

zariadenie. K predĺženiu životnosti prispieva aj vopred naplánovaná odstávka v rámci systému plánovanej údržby, ktorú vykonávajú špecializovaní pracovníci údržby závodu.

TPM pomáha pracovníkom lepšie pochopiť fungovanie stroja, ktorý obsluhujú a preberajú zaň zodpovednosť. To má za následok zlepšenia zobrazené na obrázku 21.

Do TPM sa postupne začleňovalo viac a viac strojov aktuálne je zavedené v celej firme. Údržba sa stala vo všeobecnosti ľahšie plánovanou a je považovaná za dôležitú pre dlhodobú a kvalitnú prácu stroja. [17]



Obr. 21) Kvalitatívne a kvantitatívne zlepšenia [17]

4.5 TPM v Federal-Mogul Powertrain, CZ

TPM je vo firme zavádzaná od roku 2013 na žiadosť Toyoty, ktorá túto metódu využíva. Metóda zapája do údržby všetky oddelenia a kladie dôraz na zapojenie operátora do údržby. Cieľom je eliminovať opakované poruchy (neustále zlepšovanie všetkých procesov) a redukciu investícií.

Dôležité je získanie potrebných informácií o poruchách a indikátoroch ako je CEZ, ktorá je vyhodnocovaná na každej linke denne alebo mesačne. Pre každú väčšiu poruchu je potrebné analyzovať príčiny vzniku, dokumentovať jej odstránenie a definovať opatrenia, aby sa už neopakovala, prípadne aktualizovať postup preventívnej údržby aj na všetky stroje s možnou predispozíciou pre rovnakú poruchu. [19]

4.5.1 Rozdelenie TPM v spoločnosti

- **TPM 1** – vykonáva ju operátor výroby denne, týždenne alebo mesačne. Týka sa pravidelných jednoduchých úkonov, ktoré vykonávajú preškolení operátori podľa presného postupu s použitím checklistu. Ide o vizuálnu kontrolu, čistenie, jednoduché výmeny, kontrolu sluchom a ďalšie. Vady sa musia ihneď hlásiť cez štandardný komunikačný postup. Tieto kontroly podliehajú pravidelným auditom zameriavajúcich sa na správne vykonávanie činností.
- **TPM 2** – vykonávaná je kvalifikovanými technikmi z oddelenia elektrickej a strojnej údržby. Prebieha často a je menej náročná ako nasledujúce úrovne. Odstávka stroja je nutná počas zásahu (2-8 hodín), preto je potrebné tieto práce

naplánovať na celý rok vopred a musí byť určený presný postup (ako na obrázku 22), checklist, spätná väzba o výsledkoch. V prípade neodstránenia poruchy okamžite, musí byť naplánovanie jej odstránenie na neskôr.

Návod pro 1/2 roční preventivní prohlídku - TPM 2								
Název stroje: BB10 CNC			Inventární číslo: 1 101 720			Výrobní středisko: 320		
Skupina stroje	Popis činnosti			Povolené hodnoty	Nářadí / ND	Zjištěný stav		
Mazání	Doplnění tuku do ručně mazaných míst - maznic				Ruční maznice Mazací plastický tuk např. Mogul LV 00 EP			
Řemen brus. vřeteníku	-kontrola stavu a napnutí víceklínového řemene			13 - 15 Hz	X9650131			
Pneumatický systém	Kontrola těsnosti hadic, válců, motorů a ventilů							
Orovnávače	Kontrola vůle vedení (brusný i podávací) Kontrola stavu posuvového šroubu a matice			MAX 0,1 mm	Měřidlo + stojánek			
Návrh na odstranění závad, vytipování potřebných dílů:								
Vytvořil	Datum	Podpis	Provedl za údržbu	Datum	Podpis	Převzal za výrobu	Datum	Čas a podpis

Obr. 22) Návod na preventívnu prehliadku TPM 2 [19]

- **TPM 3** – rovnako ako TPM 2 ho vykonávajú kvalifikovaní technici z oddelenia strojnej a elektro údržby raz ročne. Odstávka stroja je nevyhnutná a prebieha 4-10 hodín. Kontrola je popísaná na obrázku 23. Je tu viditeľný väčší rozsah aj dôkladnosť vykonávaných úkonov.

Návod pro roční preventivní prohlídku - TPM 3			
Název stroje: Sedlovka Blumberg		Inventární číslo: 1 101 281	Doba trvání: 8 hodin
Skupina stroje	Popis činnosti	Povolené hodnoty	Nářadí / ND
Brusný vřeteník	- výměna filtru a oleje		X9800326
	- kontrola stavu a napnutí Micro V řemene, případně vyměnit	135 - 145 Hz	Optibelt měřák
	- kontrola vůlí řemenic na hřídelích, kontrola opotřebení		
	- kontrola vůlí vřetene axiální	Max 0,02 mm	
	- kontrola vůlí vřetene radiální (vpředu i vzadu)	Max 0,05 mm	Měřidlo + stojan
Pracovní vřeteník	- kontrola těsnosti a funkce posuvného válce		
	- kontrola stavu a napnutí Micro V řemene, případně vyměnit	105 - 115 Hz	Optibelt měřák X9650179
	- kontrola vůle řemenice na hřídelích		
	- kontrola vůlí vřetene radiální (vpředu i vzadu)	Max 0,005 mm	Měřidlo + stojan
	- kontrola vůlí vřetene axiální	Max 0	Měřidlo + stojan
	- kontrola funkce upínání (tahání kleštiny, vyhazovač)		
	- kontrola chodu ložisek (bez tvrdý bod)		
	- kontrola těsnosti a funkce válce upínání		
	- kontrola hazivost vnitřek pouzdra kleštiny	Max 0,001 mm	Měřidlo + stojan
	- kontrola hazivost čelo pouzdra kleštiny	Max 0,001 mm	Měřidlo + stojan
	- kontrola stavu a napnutí zubového řemene otáček		Optibelt měřák
Osa Y	- kontrola stavu řemenic a řemenu		
	- kontrola napnutí řemenu		
	- kontrola radiální vůle posuvu	Max 0,03 mm	Měřidlo + stojan
	- kontrola zpětné vůle kuličkového šroubu	Max 0,02 mm	Měřidlo + stojan
Osa X	- kontrola stavu řemenic a řemenu		
	- kontrola napnutí řemenu		
	- kontrola radiální vůle posuvu	Max 0,03 mm	Měřidlo + stojan
	- kontrola zpětné vůle kuličkového šroubu	Max 0,02 mm	Měřidlo + stojan

Obr. 23) Časť návodu pre ročnú preventívnu údržbu TPM 3 [19]

- **TPM 4** – vykonávaná je externou firmou jedenkrát ročne alebo v prípade renovácie častejšie. Plány sa tvoria na 5 rokov vopred. [19]

4.5.2 Riadenie TPM 1

Ako už bolo uvedené, preventívnu údržbu úrovne 1 vykonáva operátor pravidelne, počas rannej zmeny (denne, týždenne alebo mesačne). Pri každom stroji sa nachádzajú potrebné dokumenty pre vykonanie údržby: návod, kontrolný list, schéma postupu pri zistení problému, list o zaškolení na daný stroj a tagy (hlásenia o poruchách). Povinnosťou operátora je vždy zaznamenať výsledky údržby do kontrolného listu. V prípade objavenia vady, operátor vypíše tag, respektíve tagy.

Návod obsahuje zodpovedajúcu osobu, presné označenie a umiestenie stroja na ktorom má byť autonómna údržba vykonaná. Ďalej popisuje presný postup, spôsob kontroly (vizuálne, dotykom atď.), pravidelnosť a bezchybný stav. Vždy býva uvedené či má byť stroj pri kontrole zapnutý alebo nie. Na záver je uvedená osoba, ktorá návod vyhotovila.

Do kontrolného listu operátor zaznamená vykonanie úlohy údržby a či je daná časť stroja v poriadku alebo nie. Všetky činnosti sú popísané v rovnakom poradí ako v návode spolu s uvedením, či má byť stroj v prevádzke alebo nie. Samozrejme na záver je znovu uvedené, kto kontrolný list vypracoval a kto zaň zodpovedá.

Pri zistení problému musí operátor vypísať tag (kartu), v ktorej uvedie dátum, svoje meno, práve prebiehajúcu zmenu a krátky výstižný popis problému.

Týmto končí práca operátora. Ďalej sa do systému Palstat CAQ oddielu údržba strojov zapíše potreba opravy a na to sa v managemente opravy vytvorí nová úloha, ktorej bude automaticky priradené číslo opravy. Vždy je snaha o vykonanie opravy čo najskôr.

List o zaškolení je posledný potrebný dokument, ktorý potvrdzuje, že operátor je zoznámený s preventívnou údržbou TPM 1. Musí tam byť uvedené meno a osobné číslo operátora, jeho nadriadeného nastavovača a číslo stroja. [19]

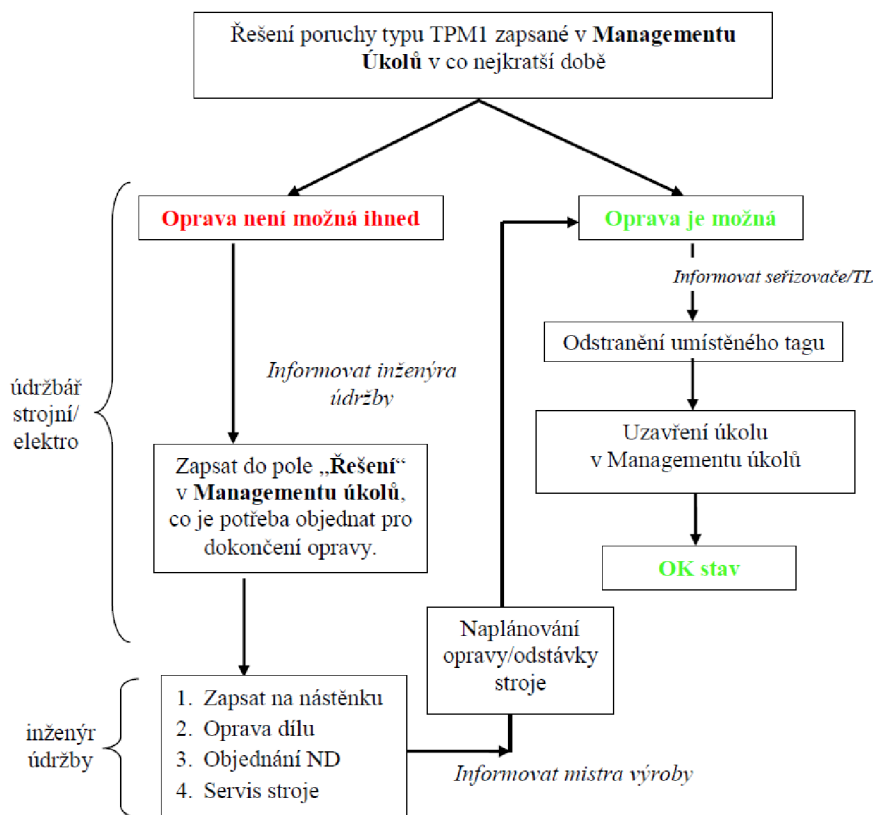
4.5.3 Riadenie TPM 2 a 3

Tagy (hlásenia o poruche) operátori odovzdajú nastavovačom, ktorí zapisujú údaje a popis problému do systému (často len vybraním zo zoznamu preddefinovaných možností). Následne sa zadá úloha na opravu stroja cez management úloh, kde sa problém pomenuje, znovu čo najpresnejšie popíše a podľa už prednastavených možností zaradí do systému. Všetky úlohy v systéme sú pre lepšiu orientáciu farebne odlišené, podľa dôležitosti a blížiaceho sa termínu.

Úlohou elektro alebo strojných údržbárov je vykonávať opravy zadané cez management úloh. Keď je to možné, vykonajú ich ihneď a informujú o tom nastavovača. Odstránia tagy a uzavrujú úlohu v managemente úloh. V prípade nedostatku materiálu alebo iného opodstatneného dôvodu, zapíšu do poľa v managemente úloh „v stave riešenia“ a tiež, čo je potrebné doobjednať, respektíve vykonať pred započatím opravy.

Sklad náhradných dielov by mal byť zásobený podľa analýzy, ktorá zvaží riziká a vytipuje potrebné diely. Zoznam náhradných dielov môže odporučiť aj výrobca, no často býva upravený vzhľadom na predchádzajúce skúsenosti.

Ďalšie plánovanie opravy je vykonávané inžinierom údržby, ktorý zabezpečí objednávku potrebných dielov a v prípade potreby naplánuje odstávku stroja. Po vybavení všetkých potrebných vecí a dodaní náhradného materiálu sa môže oprava vykonať. Celá schéma postupu opravy je zobrazená na obrázku 24. [19]



Obr. 24) Schéma postupu opravy (TPM 2, TPM 3) [19]

4.5.4 Zhodnotenie zavedenia TPM do Federal-Mogul Powertrain, CZ

TPM sa do firmy postupne zavádza už 4 roky. Pred rokom 2013 boli výdaje na údržbu považované za stratové, čo sa zdalo byť rovnaké aj v prvom roku zavádzania. O mnohých strojoch nebola kompletná dokumentácia a tak sa ich stav dal len odhadovať.

Zavedením TPM sa začali plánovať opravy vopred. Následkom toho bolo menej nečakaných porúch a odstávky stroja sa naplánovali na vyhovujúci čas, keď prevádzka stroja nebola nevyhnutná. Zaviedol sa sklad náhradných dielov, čím sa v prípade neplánovaných porúch znížila doba opráv a skrátili prestoje. Stoje, ktoré sú evidované v systéme TPM prešli kontrolami a stanovil sa plán na ich údržbu. S plánovanou údržbou klesli aj nárazové výdaje na údržbu, nakoľko sa vyčlenil rozpočet pre oddelenie údržby.

Keďže sa TPM zavádza do spoločnosti len 4 roky k dispozícii ešte nie sú číselné porovnania o koľko klesli prestoje a neplánované výdaje. Tento typ štatistík sa robí až s väčším odstupom času, nakoľko by ho ovplyvňovali počiatočné výdaje.

TPM bola spočiatku cieľená na mechanikov a pracovníkov strojnej údržby, až neskôr sa rozšírila aj na elektro údržbu. No i naďalej je stále čo zlepšovať, kým sa úkony TPM stanú prirodzenou každodennou činnosťou v celej firme. [19]

4.6 Porovnanie TPM vo vybraných firmách

Obe firmy začali s totálnou produktívnou údržbou s cieľom eliminovať opakované poruchy a neplánované poruchy a tým zvýšiť efektívnosť strojov.

Dôležitou súčasťou TPM je autonómna údržba, čiže údržba vykonávaná operátorom. Vo firme Siemens s. r. o. je na strojoch z kategórie A vykonávané pravidelné čistenie a mazanie. Čistenie je štandardne robené po každej zmene, na konci každého týždňa, mesiaca a štvrt'roka. Každý štandard je zameraný na čistenie inej časti stroja, podľa množstva znečistenia. Mazanie je vykonávané po ukončení zmeny a po ukončení roka. Taktiež je vždy zamerané len na konkrétnu časť podľa vopred stanovenej potreby.

Vo firme Federal-Modul Powertrain je autonómna údržba pomenovaná ako TPM 1. Rovnako ako v Siemens-e je vykonávaná pravidelne, vždy počas rannej zmeny, preškolenými operátormi podľa presného postupu. Údržba je zameraná na vizuálnu kontrolu, čistenie, jednoduché výmeny a ďalšie úkony. Do kontrolného listu sa vždy zapíše vykonanie údržby a v prípade akejkoľvek anomálie alebo poškodenia sa vypíše tag, ktorí sa následne zapíše do systému plánovanej údržby.

V oboch porovnávaných firmách sa zaviedlo vyhodnocovanie CEZ aby bolo možné sledovať celkovú efektívnosť vybraných strojov dlhodobejšie a z toho následne vyhodnotiť účinnosť vykonaných opatrení.

Následne museli obe firmy vyriešiť elektronický zber a spracovanie dát. V Siemens-e sa zaviedlo používanie flipchart-u, do ktorého boli pravidelne zapisované údaje potrebné na vyhodnocovanie CEZ. Kvôli zložitej administrácii sa tento proces eliminoval len na sledovanie dostupnosti strojov a zariadení, ktoré sa rozdelili do troch skupín podľa ich dôležitosti pre prevádzku. Pre zavedenie plánovanej údržby bolo potrebné nainštalovanie terminálkonektorov, ktorými sú hlásené poruchy strojov a odhlasovanie priebehu výroby. V riadiacom systéme SAP R3 bol vytvorený modul PM (modul plánovanej údržby) kde boli prednastavené hlásenia porúch pre plánovanú údržbu. Pri plánovanej údržbe ide o hlásenie plánovanej prehliadky stroja

a hlásenie nálezu z prehliadky. A pri neplánovanej údržbe sú to hlásenia porúch strojov, hlásenia porúch na budovách a hlásenia o drobných poruchách.

Vo firme Federal-Modul Powertrain je používaný systém Palstat CAQ, konkrétne modul údržba stroje a úkoly. V ňom je vytvorená karta pre každý stroj, kde je možné priradiť potrebné úkony údržby. Tagy (hlásenia o poruchách) sú operátormi odovzdané nastavovačom, ktorí zapisujú údaje a popis problému do systému. Potom sa zadá úloha na opravu stroja cez management úloh, čím sa zaradí do systému. Tieto úlohy sú plnené kvalifikovanými technikmi z oddelenia strojnej a elektro údržby. Poradie opráv je udávané systémom postupne s tým, že je vždy uprednostnená oprava ohrozujúca prevádzku stroja. Systémom Palstat CAQ je riadený aj sklad náhradných dielov, ktorý sa dopĺňa podľa potreby plánovanej údržby. [17, 19]

5 ZÁVĚR

Cieľom bakalárskej práce bolo spracovať rešerš o údržbe a nových prístupoch, ktoré sa v nej v poslednej dobe objavujú. Totálna komplexná metóda je jedným z týchto princípov. Zameriava sa na zvýšenie výrobnéj produktivity a pokles finančných nákladov na údržbu, čo je dôvod, prečo je táto metóda firmami obľúbená.

V teoretickej časti je definovaný pojem údržba a určené jej ciele, ktoré sú eliminácia strát a zvýšenie produktivity. Ďalej je chronologicky popísaný vznik údržby a zadelený je do štyroch generácií. Podrobnejšie je popísaná preventívna a prediktívna údržba, ktorá je vďaka technickým novinkám schopná spracovávať veľké množstvá dát. Metóda TPM patrí spolu s metódou RCM medzi moderné prístupy údržby.

Práca sa podrobnejšie zameriava na metódu TPM, popisuje jej vznik a definuje ju. Ciele metódy sú jasne dané: zlepšiť kvalitu, znížiť finančné náklady, dodržiavať termíny dodávok, zlepšiť morálku a bezpečnosť vo firme.

Praktická časť porovnáva aplikáciu TPM v dvoch firmách. V oboch sa údržba považuje za dôležité odvetvie pre plynulý chod firmy.

Vo firme Siemens s. r. o. Elektromotory Mohelnice sa implementácia zamerala na 3 základné piliere, konkrétne zavedenie programu na zvyšovanie CEZ, autonómnu a plánovanú údržbu. 9 rokov po tomto zavedení môžeme jednoznačne konštatovať zlepšený stav a predĺženú životnosť strojných zariadení. Údaje z obchodného roku 2014/2015 udávajú zlepšenú dostupnosť strojov kategórie A priemerne na hodnotu 95,5%. Spoločnosť Siemens Mohelnice sa intenzívne pripravuje na získanie certifikátu systému managementu hospodárenia s energiou. Snaží sa o zlepšenie motivácie zamestnancov zavedením vhodnej metódy odmeňovania a zadelením zamestnancov odlišných útvarov do tímov. Tým by sa mala zvýšiť produktivita celého podniku. Ďalšie zavádzanie metódy TPM by sa malo sústrediť na šiesty pilier TPM – vzdelávanie a tréning v oblasti údržby.

Vedenie firmy Federal-Mogul Powertrain rozhodlo v roku 2013 o zavedení metódy TPM. Začalo preškoloňovanie pracovníkov a vznikol tím zavádzajúci TPM vo firme. Následne začalo sledovanie ukazovateľa CEZ a poučenie pracovníkov o správnej starostlivosti o nimi obsluhovaný stroj. Vzhľadom na postupné zavádzanie metódy na stroje, zatiaľ nie je možné efektivitu zhodnotiť. Je to hlavne z dôvodu opakovanej potreby vstupných finančných prostriedkov pri aplikovaní TPM na ďalší stroj. TPM je rozdelené do štyroch úrovní podľa opakovateľnosti a hlavne náročnosti úkonov. Plánovaná údržba (TPM 2, 3, 4) je riadená elektronickým systémom, no zapisovanie doň je z dôvodu nedostatku finančných prostriedkov vykonávané ručne.

V oboch firmách je viditeľné, že zavádzanie TPM je dlhodobá záležitosť. Stále sa objavujú nedostatky a to hlavne v zbere dát, kde dochádza k vplyvu ľudského faktora, už pri zapisovaní výsledkov autonómnej údržby. Pozitíva metódy sa veľmi rýchlo prejavili lepšou prepojenosťou a spoluprácou naprieč viacerými oddeleniami. Presné definovanie úkonov pracovníkov zlepšilo ich presnosť aj prehľadnosť získavaných údajov. Pracoviská sa stali čistejšie a organizovanejšie. Nachádzajú sa na nich potrebné informácie o stroji, popísaný priebeh autonómnej údržby a predpripravené hlásenia jej výsledkov. Údržba je naplánovaná minimálne na rok vopred. Vďaka tomu sa dajú určiť potrebné náklady na údržbu. Poklesom množstva neplánovaných porúch sa zvýšila bezpečnosť na pracovisku.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] LEGÁT, Václav a kol. *Management a inženýrství údržby*. Praha: Professional Publishing, 2013. ISBN 978-80-7431-119-2.
- [2] *ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA PROCESOV V OBLASTI MANAŽÉRSTVA KVALITY* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj31-cz.htm>.
- [3] FAMFULÍK, Jan, Jana MÍKOVÁ a Radek KZYŽANEK. *Teorie údržby* [online]. Ostrava: Ediční středisko VŠB - TUO, 2007 [cit. 2017-04-01]. ISBN 978-80-248-1509-1. Dostupné z: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/TU/TU/>.
- [4] *O trendech v údržbě pod Tatrami* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://udrzbapodniku.cz/index.php?id=47&no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=6952&cHash=4e336108bb&type=98.
- [5] *Prediktivní údržba a metody technické prognostiky – seznámení se s problematikou* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/josra/prediktivni-udrzba-metody-technicke-prognostiky-seznameni-se-s-problematikou>.
- [6] *PRÍSTUPY V STRATÉGII ÚDRŽBY* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/13-2009/pdf/089-092.pdf>.
- [7] *An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.pdf.
- [8] *A Tribute to the Father of Total Productive Maintenance* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <https://www.swspitcrew.com/articles/Father%20of%20TPM%200515.pdf>.
- [9] BEN-DAYA, Mohamed, Salih O. DUFFUAA, Abdul RAOUF, Jezdimir KNEZEVIC a Daoud AIT-KADI. *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. London: Springer Science & Business Media, 2009. ISBN 978-1-84882-471-3.
- [10] *What is 5S; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://leanmanufacturingtools.org/192/what-is-5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke/>.
- [11] *Autonómna údržba* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/autonómna-udrzba>.
- [12] *CEZ (OEE)* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/cez-oeo>.
- [13] VALENT, Ondřej. Požadavky na moderní údržbu. *Údržby* [online]. 2011, **XI**.(1-2), 1-16 [cit. 2017-04-01]. ISSN 1336-2763. Dostupné z: http://www.udrzba.sk/sk/casopis/Casopis_11_01/udrzba_11_01.pdf.
- [14] *Abeceda prediktivní údržby* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://udrzbapodniku.cz/index.php?id=47&tx_ttnews%5Bpointer%5D=2&tx_ttnews%5Btt_news%5D=2293&tx_ttnews%5BbackPid%5D=31&cHash=4dcc2a2157&utm_content=bufferdb0a0&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer.
- [15] *WHAT IS TPM?* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.leanproduction.com/tpm.html>.

- [16] *Office TPM* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <https://www.industryforum.co.uk/expertise-3/manufacturing-operations/office-tpm/>.
- [17] PLANČAR, Jakub. *Princípy údržby metódou TPM*. Brno, 2015. Bakalárska práca. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Hana Opočenská.
- [18] *Federal-Mogul zahajuje provoz nové zkušební laboratoře frikčních materiálů v Brně, nové technické centrum slouží významným evropským výrobcům vozidel* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://autoperiskop.cz/federal-mogul-zahajuje-provoz-nove-zkusebni-laboratore-frikcnich-materialu-v-brne-nove-technicke-centrum-slouzi-vyznamnym-evropskym-vyrobcum-vozidel/>.
- [19] PŠENKOVÁ, Tereza. *Management a inženýrství údržby*. Brno, 2015. Bakalárska práca. Vysoké učení technické v Brne. Vedoucí práce Doc. Ing. Miloš Hammer, CSc.

7 SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A ZKRATEK

7.1 Seznam tabulek

Tab 1) Rozdelenie položiek	29
----------------------------------	----

7.2 Seznam obrázků

Obr. 1) Mapa procesov v podniku [2]	17
Obr. 2) Priebeh 1.postupnej, 2.náhlej, 3. kombinovanej poruchy [3]	19
Obr. 3) Krivka úmrtnosti [3]	20
Obr. 4) Vanova krivka [3]	21
Obr. 5) Generácie údržby [4]	22
Obr. 6) Diagram rozhodovania RCM [1]	23
Obr. 7) Rozdelenie údržby [1]	24
Obr. 8) Rozdelenie prediktívnej údržby [5]	26
Obr. 9) 8 pilierov TPM [9]	31
Obr. 10) Obr. Sedem krokov autonómnej údržby [11]	31
Obr. 11) Schéma výpočtu CEZ [12]	34
Obr. 12) Stratégia pre zlepšovanie bezpečnosti zdravia a životného prostredia [9]	37
Obr. 13) Implementácia TPM [17]	38
Obr. 14) Organizačná schéma firmy [19]	39
Obr. 15) 5 základných pilierov TPM [17]	40
Obr. 16) Dostupnosť strojov kategórie A v obchodnom roku 2007/2008 [17]	41
Obr. 17) Smenový štandard pre čítanie [17]	42
Obr. 18) Mesačný štandard pre mazanie [17]	43
Obr. 19) Princíp hlásenia porúch pomocou terminálkonektorov [17]	44
Obr. 20) Druhy hlásenia pre plánovanú údržbu po poruche [17]	44
Obr. 21) Kvalitatívne a kvantitatívne zlepšenia [17]	45
Obr. 22) Návod na preventívnu prehliadku TPM 2 [19]	46
Obr. 23) Časť návodu pre ročnú preventívnu údržbu TPM 3 [19]	47
Obr. 24) Schéma postupu opravy (TPM 2, TPM 3) [19]	48

7.3 Seznam zkratek

TPM	totálne produktívna metóda
Hm	hmotný majetok
ŽP	životné prostredie
ČSN	česká technická norma
EN	európska norma
RCM	komplexná metóda zameraná na bezporuchovosť
FMEA	analýza možných väd a ich následkov
PM	preventívna údržba
JIPM	japonský inštitút pre podnikovú údržbu
CEZ	celková efektívnosť zariadení