



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

TOTÁLNÍ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA (TPM) VE FIREMNÍ PRAXI

TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) IN BUSINESS PRACTICE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lenka Morcinková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miloš Hammer, CSc.

BRNO 2019

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Studentka: **Bc. Lenka Morcinková**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce: **doc. Ing. Miloš Hammer, CSc.**
Akademický rok: 2018/19

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 diplomové práce:

Totální produktivní údržba (TPM) ve firemní praxi

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Firma Siemens Electric Machines, s.r.o. Drásov se zabývá vývojem, výrobou a prodejem velkých elektrických generátorů a motorů, které nachází uplatnění v různých oblastech průmyslu. Značnou prioritou firmy je používání moderních výrobních technologií a i přístupů ve všech etapách výroby. S tím také souvisí zajištění bezproblémového chodu výrobních strojů po celou dobu jejich životnosti. Proto je velký důraz kladen na údržbu a péči o stroje a zařízení, v poslední době se zavádí metodika údržby TPM.

Cíle diplomové práce:

Popište současný stav údržby v technické praxi, a to i se zaměřením na údržbu TPM, soustřeďte se v rámci TPM na autonomní údržbu a její audit.

Proveďte systémový rozbor výše uvedené problematiky, navrhnete a zdůvodnete zvolený způsob řešení ve firmě Siemens Electric Machines, s.r.o.

Aplikujte vybrané metody řešení.

Proveďte technicko-ekonomické posouzení dosaženého výsledku.

Navrhnete opatření ke zlepšení autonomní a plánované údržby TPM ve firmě Siemens Electric Machines, s.r.o.

Seznam doporučené literatury:

LEGÁT, Václav a kol. Management a inženýrství údržby. 1. vyd. Příbram: Kamil Mařík PBtisk, 2013. 570 s. ISBN 978-80-7431-119-2.

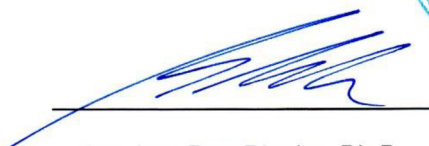
GRENČÍK, Juraj a kol. Manažerstvo údržby- Synergia a teorie a praxe. 1. vyd. Košice: Slovenská spoločnosť údržby vo vydavateľstve: BEKI design, s.r.o Košice, 2013. 630 s. ISBN 978-80-89522-03-3.

PAČAIOVÁ, Hana. Riadenie údržby II. Efektivnosť a bezpečnosť v údržbe. 1. vyd. Košice: TU v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2011. 112 s. ISBN 987-80-553-0856-2.

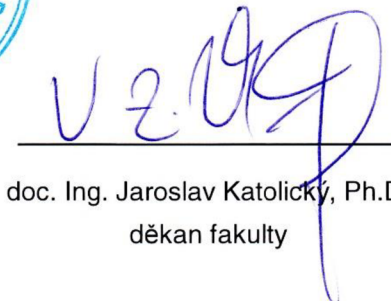
LEGÁT, Václav a kol. Management a inženýrství údržby. 2. doplněné vyd. Příbram: Kamil Mařík PBtisk, 2016. 622 s. ISBN 978-80-7431-163 -2.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19.

V Brně, dne 25. 10. 2018



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



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

ABSTRAKT

Diplomová práce pojednává o řízení údržby v průmyslových podnicích se zaměřením na totálně produktivní údržbu (TPM). V první části se práce řešenou problematikou zabývá v teoretické rovině a na základě systémového rozboru navrhuje způsob jejího řešení ve společnosti Siemens Electric Machines s.r.o. V praktické části je následně popsána současná situace řízení údržby v této firmě a jsou doporučena různá opatření, jejichž zavedení přispěje ke zlepšení stavu autonomní, plánované i reaktivní údržby.

ABSTRACT

Master's thesis is concerned with maintenance management in manufacturing companies focusing on TPM. The first part of the thesis deals with the topic theoretically and proposes possible solution in company Siemens Electric Machines s.r.o. based on system analysis. The practical part then describes the current state of maintenance management and recommend various measures to improve autonomous, scheduled and reactive maintenance in this company.

KLÍČOVÁ SLOVA

Totálně produktivní údržba (TPM), autonomní údržba, plánovaná údržba, reaktivní údržba, celková efektivita zařízení (OEE), sledování průběhu údržbářského zásahu, hodnocení příčin prostojů, digitalizace, školení TPM, TPM audit

KEYWORDS

Total Productive Maintenance (TPM), autonomous maintenance, scheduled maintenance, reactive maintenance, Overall Equipment Effectiveness (OEE), maintenance intervention monitoring, downtime causes evaluation, digitization, TPM training, TPM audit

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MORCINKOVÁ, L. *Totální produktivní údržba (TPM) ve firemní praxi*, Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. 2019, 90 s., Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Miloš Hammer, CSc.

PODĚKOVÁNÍ

Mé poděkování patří především panu doc. Ing. Miloši Hammerovi, CSc. za odborné vedení diplomové práce a cenné rady během jejího vypracování.

Dále bych též ráda poděkovala společnosti Siemens Electric Machines s.r.o., která mi umožnila tuto práci zpracovat v podmínkách svého provozu.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 24. 5. 2019

.....
Bc. Lenka Morcinková

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	ÚDRŽBA V TECHNICKÉ PRAXI	17
2.1	Popis současného stavu údržby	17
2.1.1	Údržba jako součást integrovaného systému managementu	17
2.1.2	Typy systémů údržby	18
2.1.3	Řízení údržby v podniku	19
2.2	Totálně produktivní údržba	20
2.2.1	Pilíře TPM	21
2.2.2	Celková efektivita zařízení	24
2.2.3	Autonomní údržba a její audit	26
2.2.4	Postup implementace TPM	28
3	SYSTÉMOVÝ ROZBOR PRÁCE	29
3.1	Problémová situace	29
3.2	Formulace požadovaných cílů	29
3.3	Návrh a způsob řešení	29
4	APLIKACE VYBRANÝCH METOD ŘEŠENÍ	35
4.1	Siemens Electric Machines s.r.o.	35
4.2	Zavádění TPM ve společnosti Siemens Electric Machines s.r.o.	35
4.3	Technicko-ekonomické posouzení dosažených výsledků	47
5	NÁVRH OPATŘENÍ KE ZLEPŠENÍ AUTONOMNÍ A PLÁNOVANÉ ÚDRŽBY VE FIRMĚ	49
5.1	Sledování a evidence údržbářských zásahů	49
5.2	Hodnocení OEE	55
5.3	Vzdělávání zaměstnanců	60
5.4	TPM audit autonomní a plánované údržby	60
5.5	Technická diagnostika a prediktivní údržba	61
6	ZÁVĚR	63
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	65
8	SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK	67
8.1	Seznam tabulek	67
8.2	Seznam obrázků	67
9	SEZNAM PŘÍLOH	69

1 ÚVOD

Základní a jednoduchou údržbou v podobě oprav poškozených předmětů a nástrojů se lidé zabývali již v dávné minulosti. Později se v důsledku rozvoje průmyslu a zvyšování složitosti strojních zařízení začaly zvyšovat také požadavky na jejich spolehlivost, životnost, bezpečnost, stabilní kvalitu výrobků apod., a tak bylo nutné pozměnit i úlohu údržby – cílem již nebylo pouze odstraňovat vzniklé poruchy, ale snažit se jejich vzniku předcházet. Takto vznikl systém preventivní údržby s předem stanovenými intervaly kontrol, prohlídek a výměn. Postupem času se požadavky stále zvyšovaly a další rozvoj techniky umožnil objektivně zjišťovat stav strojů pomocí metod technické diagnostiky, a dal tak vzniknout prediktivní údržbě. Ta umožňuje na rozdíl od předchozího systému naplánovat provedení údržbářského zásahu v optimálním časovém okamžiku. Je však technicky i ekonomicky náročnější, díky čemuž je její aplikace vhodná především u strojů, které jsou drahé a strategické pro zajištění výroby a bezpečnosti provozu. Nejpokročilejším systémem je pak údržba proaktivní, která se snaží o eliminaci příčin poruch a zajišťování optimálních provozních podmínek.

Kromě těchto systémů, které popisují především přístup k odstraňování, resp. předcházení poruchám, existují i různé filozofie řízení údržby v podniku jako celku. Jedná se o totálně produktivní údržbu (TPM) nebo údržbu zaměřenou na bezporuchovost (RCM). V závislosti na oblasti působnosti dané firmy, na jejích cílech, firemní kultuře atd. pak může být vhodnější aplikace různé z metod.

Tato diplomová práce obecně pojednává o údržbě se zaměřením právě na totálně produktivní údržbu. Cílem práce je popsat současný stav údržby ve společnosti Siemens Electric Machines s.r.o. v Drásově, aplikovaný systém řízení údržby zhodnotit a v souladu s konceptem TPM následně navrhnout opatření, která přispějí k jeho zlepšení.

2 ÚDRŽBA V TECHNICKÉ PRAXI

Norma ČSN EN 13306 definuje údržbu jako „kombinaci všech technických, administrativních a manažerských opatření během životního cyklu objektu zaměřených na jeho udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci.“ [1]

V podniku tedy údržba představuje nástroj, který na jedné straně finance spotřebovává, ale na druhé straně dokáže zajistit optimální využití strojů, ať už z hlediska délky jejich užitečného života, četnosti a závažnosti poruch a následných oprav, prostojů nebo jejich výkonnosti. Těmito formami dokáže údržba finance naopak ušetřit, resp. generovat, a je důležité stanovit cíle, politiku a jednotlivé činnosti údržby tak, aby byl výsledný přínos pro firmu co možná nejvyšší.

2.1 Popis současného stavu údržby

2.1.1 Údržba jako součást integrovaného systému managementu

Implementace a následná certifikace systému řízení kvality dle ČSN EN ISO 9001:2016 se dá v dnešní době označit již za určitý standard. Jedním ze základních principů této normy je pohled na jednotlivé činnosti ve firmě jakožto na navazující a související procesy, kdy výstup jednoho procesu je vstupem do procesu jiného. Na základě své vize pak musí společnost vytvořit seznam těchto procesů, určit jejich vzájemné souvislosti, odpovědné osoby, cíle a ukazatele, na základě kterých budeme moci výkonnost a efektivnost procesů sledovat a hodnotit. [2]

Procesy probíhající ve firmě lze rozdělit do tří skupin. Oblast vedení, organizace a rozhodování o chodu podniku má na starosti management, a tyto procesy tedy označujeme jako manažerské. Spadá sem např. stanovování cílů a strategie firmy, rozhodování o vývoji nových produktů a stažení starých z trhu nebo plánování investic. Druhou skupinou jsou procesy hlavní, v rámci kterých je vytvářena přidaná hodnota. Jedná se o činnosti jako je konstrukce, výroba a montáž nebo prodej. Poslední část tvoří procesy vedlejší, které přidanou hodnotu samy nevytvářejí, ale slouží jako podpora procesů hlavních. Do této skupiny se řadí např. nákup, skladové hospodářství, expedice, metrologie a v neposlední řadě také údržba. Aby mohly být uspokojovány požadavky všech zainteresovaných stran, musí management společnosti zajišťovat správné a efektivní fungování procesů nejen hlavních, ale i vedlejších a manažerských. I v současné době lze však bohužel narazit na případy, kdy je na údržbu ve firmě nahlíženo spíše jako na „nutné zlo a nepříjemné ztráty“. Ve skutečnosti má však údržba podstatné dopady na kvalitu výroby, množství prostojů, výkonnost strojů, bezpečnost a náklady, a ve svém důsledku tedy dokáže výrazně ovlivnit spokojenost zákazníků i celkovou pověst firmy. [2]

Ve společnosti by měla existovat organizace odpovědná za řízení údržby. Úlohou managementu údržby je poté definovat vlastní cíle korespondující s cíli společnosti jako celku a stanovit ukazatele, na základě kterých bude možné hodnotit jejich plnění. Strategie údržby by měla vycházet z požadavků na zabezpečení provozuschopnosti objektů, zvyšování jejich životnosti a kvality produktů, zajištění bezpečnosti, eliminaci dopadů na životní prostředí, a to vše při vynaložení optimálních nákladů. Mezi činnosti, které má organizace odpovědná za údržbu na starosti, patří např. tvorba pracovních postupů a instrukcí pro výrobu a údržbu, zabezpečování kvality provedených údržbářských zásahů, plánování, sledování a analýza probíhajících procesů, vyhodnocování získaných informací a zavádění nápravných opatření

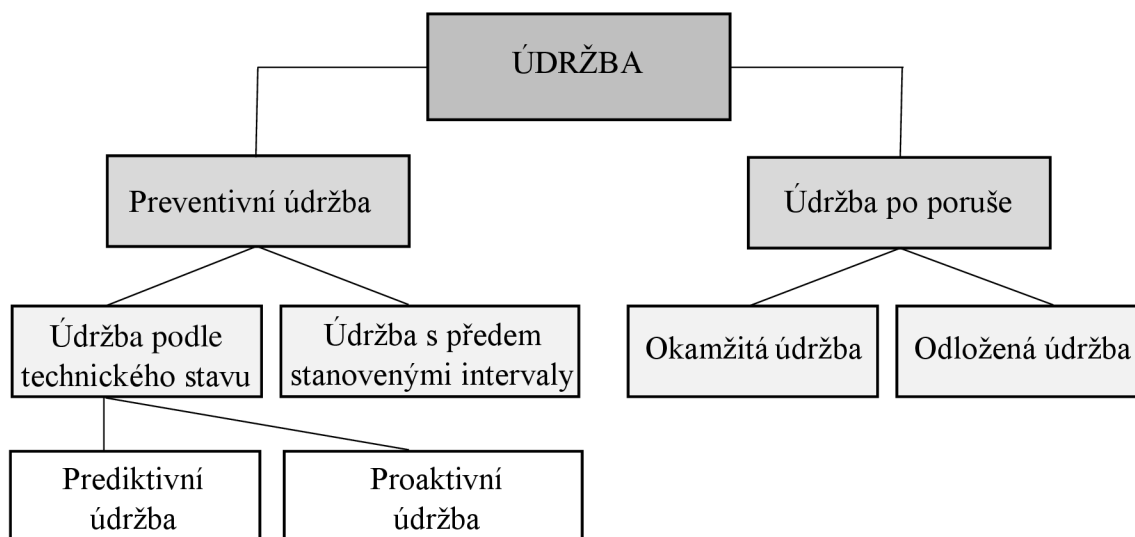
v duchu neustálého zlepšování, věnování pozornosti údržbě již při plánech na pořízení nového vybavení, řízení systému nákupu a skladování náhradních dílů nebo vytváření systému vzdělávání a motivace zaměstnanců. [2]

Je patrné, že údržba neovlivňuje pouze schopnost strojů správně vykonávat požadované funkce, ale má ve společnosti nezanedbatelné dopady i na mnoho dalších významných oblastí jako je kvalita, bezpečnost nebo environment. Management firmy by si tedy měl uvědomovat její přínosy i možná rizika, kterým bude při zanedbávání jejich dílčích činností společnost vystavena, a dbát na vytvoření funkčního systému managementu údržby, který dokáže zajišťovat potřebné podmínky při vynaložení optimálních nákladů.

2.1.2 Typy systémů údržby

Údržba se stejně jako jiné disciplíny v průběhu let vyvíjela. Její počátky můžeme spatřit už v dávné historii, kdy si lidé začali vytvářet a v případě potřeby i opravovat jednoduché nástroje. S rostoucí rozmanitostí a konstrukční složitostí zařízení rostla také náročnost potřebných oprav, a tak kolem období průmyslové revoluce vznikla profese údržbář. [3]

Tento historicky nejstarší typ údržby označujeme jako údržbu po poruše, resp. reaktivní údržbu. Její výhoda spočívá v tom, že není potřeba předem plánovat ani provádět žádné údržbářské zásahy a maximálně využijeme životnost daného objektu. Náklady spojené se vznikem poruchy jsou však u některých zařízení velmi vysoké. Samotná oprava může být dosti nákladná, problematické bývá také zajištění náhradního dílu a s tím spojená odstávka stroje, během které není stroj v provozu, a tedy nemůže generovat zisk. Zároveň může mít porucha závažné důsledky také na bezpečnost provozu a životní prostředí. Vzniku poruch, a tedy i údržbě po poruše, nelze nikdy zcela zabránit, avšak cíleně bychom k tomuto systému měli přistupovat pouze u objektů, které nemají rozhodující vliv na zajištění provozuschopnosti a bezpečnosti a jejichž oprava je rychlá a levná. [4]



Obr. 1) Typy systémů údržby [3]

U naprosté většiny zařízení je vhodné použít některý z pokročilejších typů systémů údržby (obr. 1). Nevýhody spojené s údržbou po poruše vedly ke snaze vzniku poruch předcházet. Preventivní údržba s předem stanovenými intervaly spočívá v provádění průběžných prohlídek a výměn jednotlivých komponent, a to vždy po uplynutí předem

stanovené doby nebo počtu cyklů. Délku tohoto intervalu určuje konstruktér, případně ji uživatel během technického života stroje upravuje na základě svých zkušeností. Daný údaj je však vždy pouze určitým odhadem, a ve skutečnosti tedy může dojít k tomu, že porucha buď stejně nastane, nebo naopak vyměníme součást, která je stále v dobrém stavu. [4, 5]

Tento problém pak dokážeme řešit zavedením prediktivní údržby, která vychází ze zjišťování skutečného technického stavu objektu. Dokážeme-li tento stav objektivně určit, můžeme provést výměnu dílu za nový ve vhodném okamžiku tak, abychom předešli poruše, ale zároveň maximálně využili jeho životnost. K určení technického stavu zařízení se využívá metod technické diagnostiky. Postupným sledováním diagnostických veličin (vibrace, teplota, spotřeba elektrické energie apod.) lze z naměřených hodnot vytvořit trend a jakmile se hodnota parametru přiblíží své limitní hodnotě, včas zareagovat. Díky tomu, že můžeme vznik poruchy predikovat, je navíc možné předem naplánovat odstávku a zajistit potřebné náhradní díly a personál. [4, 5]

Nejmodernějším typem údržby je pak údržba proaktivní. Ta se nesnaží pouze o určení technického stavu objektu, předpověď jeho vývoje a následnou nápravu, ale na rozdíl od předchozích přístupů hledá také příčiny vzniku poruch, aby bylo možné je odstranit a přístě se dané poruše vyhnout nebo ji alespoň oddálit. [4]

Způsobů, kterými lze přistupovat ke členění údržby, existuje samozřejmě více a jiná rozdělení údržby bychom pak našli např. v nové verzi normy ČSN EN 13306 z října 2018. Typy systémů údržby člení do několika úrovní podle různých kritérií: zdali dochází ke změně vlastních charakteristik spolehlivosti, jestli údržba probíhá před nebo po poruše nebo zda existují náznaky degradace. Mimo to pak norma uvádí také dělení jednotlivých činností prováděných údržbou, jako jsou různé kontroly, zkoušky, výměny dílů, seřízení atd.

2.1.3 Řízení údržby v podniku

Strategie řízení údržby v podniku by měla vycházet z celkové strategie dané společností. Svými činnostmi údržba zajišťuje správné, spolehlivé a efektivní fungování strojních zařízení. Má tedy významný vliv na výrobu, a tudíž i na výsledky podniku jako takového. [3]

V praxi lze využít jedné ze tří organizačních struktur pro řízení údržby: centralizované, decentralizované a kombinované. U centralizované formy je údržba zajišťována specializovaným oddělením údržby. Tito zaměstnanci mají vysokou úroveň odborných znalostí, ale příliš neznají skutečné podmínky provozu. Decentralizovaná údržba je pak opačnou situací, kdy se údržbáři účastní i běžného výrobního procesu, případně je prováděna autonomní údržba samotnou obsluhou strojů. Při kombinaci těchto dvou organizačních struktur mají jednodušší činnosti na starosti pracovníci výroby a složitější údržbářské zásahy jsou poté zajišťovány specializovaným útvarům. [3, 6]

V některých případech podniky přistupují k tzv. outsourcingu. Ten spočívá v tom, že jsou některé údržbářské činnosti, případně údržba jako celek, svěřeny do rukou externí společnosti. Otázkou však zůstává, které činnosti outsourcovat a které ponechat k výkonu vlastním zaměstnancům. Outsourcing je vhodný v případech, kdy je zapotřebí určitý specialista s vysokou kvalifikací nebo daný údržbářský zásah vyžaduje speciální vybavení. V opačném případě by totiž musel podnik takového člověka trvale zaměstnávat a dané vybavení pořídit. Naopak často prováděné činnosti, s nimiž mají interní zaměstnanci mnoho zkušeností, a strategické činnosti, které mají na správný chod strojů, a tedy i na výrobu velký dopad, je vhodné dále zajišťovat prostřednictvím vlastního oddělení údržby. Na dodavatelské firmě

se totiž stáváme při outsourcingu závislími, externí pracovníci dobře neznají podmínky provozu a nad touto částí údržby částečně ztratíme kontrolu. [3]

Samostatnou oblastí, kterou se můžeme v rámci údržby zabývat, je řízení zásob náhradních dílů (ND), konkrétně optimalizace typů a množství materiálu drženého skladem. Skladování velkého množství ND je nákladné jak kvůli investicím do dílů samotných, tak i díky nákladům spojených se zajištěním vhodných skladovacích prostor a podmínek. Zároveň však není žádoucí ani opačná situace, kdy je během opravy nutno nějakou součást vyměnit za novou, avšak ta není na skladě. Objednací doby bývají často dosti dlouhé a oprava se musí odložit. Tím se prodlužuje délka odstávky a rostou finanční náklady. Některé firmy v těchto situacích využívají 3D tiskárny, za pomoci kterých jsou schopny si samy vytvořit provizorní díl na dočasné použití (toto řešení však není možné aplikovat ve všech případech). Obecně je pak vhodné mít pro oblast skladového hospodářství vytvořenou databázi ND, v níž budou uvedeny všechny relevantní informace o dílech, jejich množství, dodacích lhůtách apod. V návaznosti na ni pak můžeme snadněji sledovat spotřebu jednotlivých ND a pomocí metod matematické statistiky také předpovídat spotřebu budoucí. [3, 7]

Některé organizace přistupují v rámci řízení údržby také k zavádění filozofií TPM (totálně produktivní údržba) nebo RCM (údržba zaměřená na bezporuchovost) a vedle klasického managementu údržby se poslední dobou začíná rozvíjet také komplexnější asset management, který má za cíl zajistit optimální poměr mezi výkonností strojního zařízení a náklady na jeho údržbu a celý životní cyklus. [3]

Zároveň je údržba ovlivněna také tzv. čtvrtou průmyslovou revolucí. Ta se v této oblasti projevila především rozvojem prediktivní a proaktivní údržby, kdy hodnotíme skutečný stav objektu na základě použití metod technické diagnostiky. Hodnoty sledovaného parametru můžeme zjišťovat buď v určitých intervalech (off-line, pochůzková diagnostika) nebo je diagnostická veličina měřena nepřetržitě (on-line diagnostika, monitorování). V obou případech však získáváme velká množství dat, která je nutno umět zpracovat a správně vyhodnotit. Za tímto účelem vznikají různé softwary, které nám mohou pomoci s vizualizací a analýzou těchto dat, upozorní nás na překročení limitních hodnot parametrů apod.

Softwary se používají také pro řízení údržby jako takové, kdy můžeme přehledně plánovat jednotlivé údržbářské zásahy, odstávky, mít přehled o proběhlých poruchách a opravách, o aktuálním stavu ND apod. V neposlední řadě je pak taktéž vhodné mít veškerou dokumentaci, manuály nebo pracovní postupy v elektronické podobě.

2.2 Totálně produktivní údržba

Totálně produktivní údržba je filozofií řízení údržby, která vznikala mezi lety 1950 a 1970 v Japonsku v návaznosti na zavádění systému Just in time. Za zakladatele TPM je považován Seichi Nakajima. [8]

Základní myšlenkou TPM je do svých činností zapojit všechny zaměstnance firmy – od operátorů po top management. Každý zaměstnanec by měl rozumět tomu, co je TPM, k čemu slouží a jak může jeho vlastní práce přispívat k naplňování cílů této filozofie. Je důležité, aby mělo TPM podporu ze strany vrcholového managementu. Kancelářští pracovníci mohou efektivitu a náklady spojené s výrobou a údržbou ovlivnit např. správným definováním procesů a provozních podmínek, nákupem strojů, zařízení, materiálů apod. Rozhodující vliv má pak práce vykonávaná obsluhou strojů. Operátor by měl stroj, se kterým pracuje, považovat za „svůj“ a všimnout si u něj případných abnormalit (zvýšená hlučnost, teplota, vibrace apod.),

které mohou upozornit na nevhodné provozní podmínky a blížící se poruchu. Dále jsou na operátora přeneseny taktéž některé jednoduché údržbářské činnosti jako čištění, mazání, udržování pracoviště v souladu s 5S standardy atd. Aby mohlo toto současné zapojení všech zaměstnanců do aktivit spojených s TPM správně fungovat, je důležité zaměstnance vhodně školit a motivovat. [3, 9]

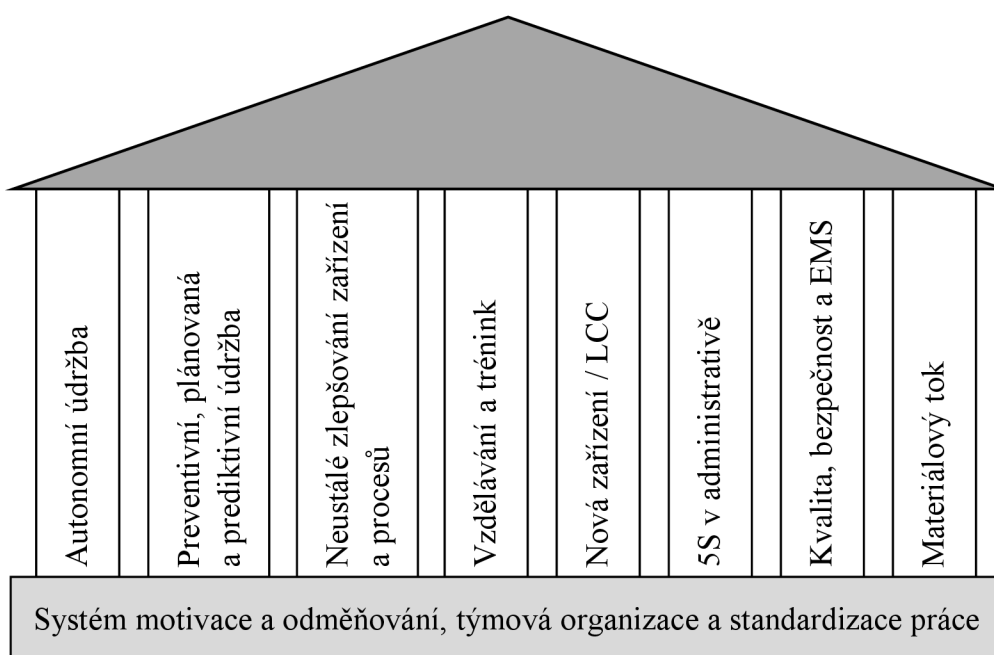
2.2.1 Pilíře TPM

Filozofie TPM byla postavena na 5 základních pilířích [3]:

1. hodnocení celkové efektivity strojů a zařízení,
2. autonomní údržba,
3. plánovaná údržba,
4. systém pro návrh preventivní údržby a včasný management zařízení,
5. trénink pro zlepšení zručnosti pracovníků.

K hodnocení celkové efektivity zařízení se používá ukazatel OEE (Overall Equipment Effectiveness) a její zlepšování spočívá ve snižování šesti hlavních typů ztrát. Autonomní údržbou rozumíme údržbu vykonávanou obsluhou stroje, do které jsou zahrnuty činnosti pro zajištění vhodných provozních podmínek, rozeznávání abnormalit při chodu stroje, jednoduché údržbářské činnosti a kontroly. Za plánovanou údržbu pak odpovídá samotné oddělení údržby, které je zodpovědné za sběr a vyhodnocování dat s cílem předpovídat životnost a blížící se poruchy součástí, aplikovat metody technické diagnostiky, plánovat výměnu opotřebovaných dílů, eliminovat chyby apod. V rámci návrhu výrobního procesu a údržby se snažíme např. o sestavování plánů výroby a údržby nebo sledování souvisejících nákladů. Vzdělávání a trénink zaměstnanců by se pak měly týkat jak samotné filozofie TPM, tak i praktického zvládnutí autonomní údržby, získávání hlubších znalostí o výrobě či komunikačních schopností. [3]

Postupné zvyšování požadavků kladených na kvalitu a efektivitu výroby, údržbu a s nimi spojené náklady vedlo k rozšíření těchto pěti pilířů TPM na pilířů osm (obr. 2). [3]



Obr. 2) Osm pilířů TPM [3]

Lze sledovat, že některé pilíře zůstaly nezměněny, jako např. autonomní údržba. Druhý z pilířů se pak rozšířil i do prediktivní oblasti. V současnosti je tedy v rámci TPM kladen důraz také na predikci chování zařízení, vyhodnocování jejich technického stavu, předpovídání blížících se poruch s cílem jim předcházet apod., přičemž k dosažení těchto skutečností lze využít různé metody technické diagnostiky.

Technická diagnostika je oborem, který se zabývá právě určováním skutečného technického stavu zařízení. Zjištěním a následným vyhodnocením určité relevantní diagnostické veličiny jsme schopni tento stav určit a následně také odhalit příčinu případného problému (nevhodné provozní podmínky, opotřebení strojní součásti, degradace maziva, nevyvaha, špatné ustavení stroje, nevyhovující izolace elektrického obvodu apod.). Odstraněním těchto příčin pak nejenže předejdeme poruše a prodloužíme životnost daného zařízení, ale taktéž můžeme pozitivně ovlivnit bezpečnost provozu či kvalitu vyráběných produktů. Toto všechno se nám poté projeví jak ve spokojenosti zákazníků a zaměstnanců, tak i v nižších nákladech společnosti. Tím se částečně dostáváme ke třetímu pilíři, kterým je neustálé zlepšování zařízení a procesů. Do této oblasti pak můžeme zařadit také různé metody používané při řízení kvality jako jsou PDCA cyklus, DMAIC, Ishikawův diagram nebo Kaizen a především pak zmiňovaný ukazatel OEE.

Pilíř týkající se vzdělávání a tréninku zaměstnanců zůstal zachován. Pro zavedení, používání a dlouhodobé udržení principů TPM je nutné, aby byli všichni zaměstnanci seznámeni s myšlenkami této filozofie, dokázali je aplikovat v praxi a měli na tom vlastní zájem. Dále musí mít samozřejmě i potřebné odborné znalosti a dovednosti, aby dokázali provádět svou práci kvalifikovaně, na požadované úrovni.

Pátý pilíř se v podstatě týká asset managementu a jeho cílem je tedy pořizovat do firmy nové stroje a zařízení tak, aby byly nejvhodnější volbou nejen z hlediska pořizovacích nákladů, ale z hlediska nákladů v průběhu celého životního cyklu (LCC – Life Cycle Costs). Měli bychom tedy hledět jak na pořizovací náklady, tak i na náklady spojené s provozem, údržbou a likvidací zařízení, na zkušenosti zaměstnanců se stroji či softwary daného výrobce, na dostupnost a zaměnitelnost náhradních dílů apod.

5S je metodika používaná pro vytvoření a udržení čistého, přehledně uspořádaného a výkonného pracoviště. Typicky se používá ve výrobě, kdy má každé pracoviště svůj 5S standard, který definuje, jak má toto pracoviště vypadat, kde mají být uloženy potřebné nástroje a materiál, jak často a v jakém rozsahu se má provádět úklid a kdo je za udržování pracoviště zodpovědný. Obdobně se pak 5S aplikuje taktéž v kancelářích. Přínosem zavedení 5S v administrativě je vytvoření příjemnějšího pracoviště, zvýšení spokojenosti zaměstnanců, snížení času potřebného pro hledání určitých předmětů či informací, zvýšení pracovní výkonnosti atd. Zároveň však nelze očekávat, že budou 5S standardy všichni zaměstnanci zodpovědně dodržovat a bez výjimky se jimi řídit. Z tohoto hlediska je pak nutné průběžně provádět tzv. 5S audity, tedy kontrolovat plnění stanovených požadavků a činností.

Sedmý pilíř se vztahuje k velmi široké oblasti, resp. několika oblastem, jejichž řízením se ve společnostech obvykle zabývají příslušná oddělení. TPM tedy není zdaleka jediným způsobem, jak kvalitu, bezpečnost a dopady na životní prostředí ovlivňovat, lze však vidět, jak tato filozofie prochází napříč celou společností. Dobrý technický stav zařízení, vhodné provozní podmínky a zkušenosti obsluhy pozitivně ovlivní kvalitu vyráběných produktů. Kvalita je pak zohledněna taktéž ve výpočtu ukazatele OEE (kapitola 2.2.2). Udržováním strojů v dobrém stavu, včasnou výměnou opotřebovaných dílů a diagnostikou příčin vznikajících závad

můžeme také snáze předcházet vzniku poruch, které mohou v některých případech vyústit až ve velké havárie, které se pojí kromě poškození majetku i s poškozením lidského zdraví či újmou na životním prostředí.

Poslední z osmi pilířů se pak zabývá materiálovým tokem. Jeho řízením jsme schopni výrazně eliminovat zásoby vstupního materiálu, rozpracovaných i hotových výrobků ve skladech a meziskladech. Firma má v takovýchto zásobách uložené finance, pro jejich skladování je potřeba vyhradit určitý prostor a může dojít také k situacím, kdy se před úzkým místem výroby začne hromadit rozpracovaný materiál nebo je jinde vstupního materiálu naopak nedostatek, případně není materiál či výrobek označen nebo je uložen mimo vyznačenou lokaci a následně je problém jej najít či identifikovat. Při řízení firemní logistiky se často vychází z principů metody Just in time a systému KANBAN. TPM a údržba obecně pomáhá předcházet výpadkům strojů a zařízení z provozu, následným prostojům, a tedy i narušení plynulosti materiálového toku.

Všechny výše zmíněné pilíře stojí na pomyslných základech, kterými jsou systém motivace a odměňování, týmová organizace a standardizace práce. Aby zaměstnanec jejich práci určitým způsobem bavila, naplňovala a aby ji odváděl kvalitně a efektivně, musí být vedením společnosti motivován a za svůj výkon také adekvátně ohodnocen. Systém motivace a odměňování je poměrně široký pojem a ovlivňuje jej mnoho aspektů. Ve firmě existuje určitá kultura, která je výsledkem dlouhodobé činnosti a nelze ji změnit nárazově. Často je závislá na zemi původu firmy a na charakteru její činnosti. Celkovou atmosféru ve firmě a přístup zaměstnanců pak ovlivňuje mnoho různorodých faktorů. Velmi důležité je personální obsazení řídicích pozic, pro které musí mít člověk určité vlastnosti jako je rozhodnost, kladení důrazu na plnění cílů, systematickosti a organizovanosti, avšak také vstřícnosti a empatie. Pozitivní vliv mohou mít často teambuildingy, „tykání“ si, možnost zaměstnanců vyjadřovat své názory a nápady na různá zlepšení nebo příjemné a moderní pracovní prostředí. Z finančních aspektů se pak jedná samozřejmě o výši základní mzdy, dále pak možnosti získání určitých příplatků, benefitů nebo naopak srážky ze mzdy. Podstatný vliv může mít například způsob, kterým se určuje variabilní částka mzdy na základě odvedené práce. Pro jednotlivé produkty a výrobní operace bývá obvykle stanoven požadovaný výstup (ks/hod, ks/směna atd.) a očekává se určitý maximální počet neshodných výrobků. Pokud bude zaměstnanec hodnocen jen na základě kvantity (příplatek za překročení normy, resp. sankce za její nedosažení), povede to k enormní snaze vyrábět co nejvíce kusů, a to i na úkor kvality nebo bezpečnosti práce. Z mého pohledu je vhodnější situace, kdy je celý tým hodnocen komplexně a s určitým časovým odstupem, a tedy hodnotíme reálné výsledky např. za daný měsíc nebo kvartál, a to jak s ohledem na vyprodukovaný objem výroby, tak i na kvalitu produkce, případné stížnosti a reklamace zákazníků, množství vyprodukovaného scrapu, dosahované výsledky auditů apod. Takovýto přístup povede k udržitelnému dosahování dobrých výsledků a také podpoří týmovou práci. Posledním zmíněným bodem je pak standardizace práce. Jednotlivé procesy musejí být jasně definovány a srozumitelně popsány tak, aby zaměstnanec dané činnosti porozuměl, prováděl ji správně a zamezilo se vzniku sériových chyb. Standardizace práce se nemusí týkat pouze výrobních a údržbářských procesů, ale i dalších činností jako jsou řízení procesních změn, postup výběru a nákupu nových zařízení, pravidla eskalace problémů apod.

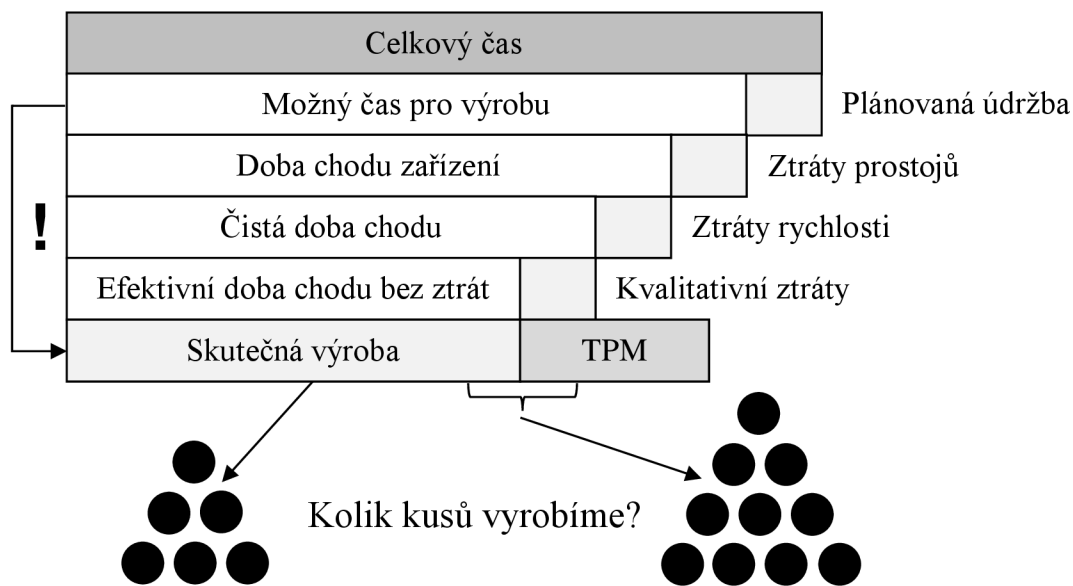
2.2.2 Celková efektivita zařízení

V rámci TPM je pozornost soustředěna na neustálé zlepšování a zvyšování efektivity zařízení. Snažíme se o eliminaci poruch, chyb a ztrát, které se se zařízením pojí. Rozlišujeme šest hlavních ztrát, které nám výslednou efektivitu procesu snižují [10]:

- prostoje v důsledku poruchy,
- prostoje v důsledku seřizování a nastavování,
- ztráty rychlosti v důsledku nečinnosti a malých přestávek,
- redukce rychlosti,
- ztráty nekvalitou výroby,
- ztráty v důsledku rozběhu.

K výskytu poruch způsobujících ztrátu funkce stroje dochází obvykle nečekaně a náhle, mívají však dramatický průběh a jsou tak snadno odhalitelné. Naopak poruchy, které provoz nepřerušují, ale pouze omezí, jsou často opomíjeny. Stroj sice může vykonávat svou funkci, ale jen v omezeném rozsahu, pomaleji, se sníženým výkonem apod. Údržba by se však měla zaměřovat na všechny tyto problémy, protože i zdánlivé maličkosti mohou negativně přispívat ke zhoršení produktivity a nakonec vyústit ve velkou poruchu. [11]

Jak jednotlivé ztráty ovlivňují výslednou produktivitu, zobrazuje obr. 3. Cílem TPM je pak tyto ztráty snižovat a postupně se přibližovat k teoreticky dosažitelnému maximálnímu objemu výroby. [11]



Obr. 3) Vliv druhů ztrát na využití stroje [11]

K hodnocení efektivity zařízení se používá ukazatel OEE (Overall Equipment Effectiveness), resp. v češtině CEZ (celková efektivita zařízení). Vypočítá se dle rovnice (1) a je závislý na třech parametrech: součiniteli pohotovosti A , výkonnosti E a kvality Q – rovnice (2), (3) a (4). Pohotovost (A) vychází z toho, že skutečná doba provozu stroje bývá kratší než plánovaná, protože dochází k různým prostojům. Výkonnost (E) je závislá na rozdílu mezi požadovaným a skutečným počtem vyrobených kusů, které se obvykle liší z důvodu špatně stanoveného taktu linky, krátkých přerušení, neschopnosti operátorů plnit požadované normy apod. Úroveň kvality (Q) nám poté dává informaci o tom, jakou část celkové produkce tvoří zmetky. [3]

$$OEE = A \cdot E \cdot Q \quad (1)$$

$$A = \frac{\text{plánovaný čas provozu} - \text{čas přerušení}}{\text{plánovaný čas provozu}} \quad (2)$$

$$E = \frac{\text{normovaný čas na 1 kus} \cdot \text{počet vyrobených kusů}}{\text{skutečný operační čas}} \quad (3)$$

kde: *skutečný operační čas = plánovaný čas provozu – čas přerušení*

$$Q = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - \text{počet vadných kusů}}{\text{počet vyrobených kusů}} \quad (4)$$

Data potřebná pro výpočet jednotlivých parametrů můžeme získávat ručně nebo můžeme jejich sběr automatizovat. U první varianty operátor zaznamenává časové úseky, při nichž stroj ne/plní svou funkci, celkový počet vyrobených kusů a počet zmetků. Je patrné, že při této variantě existuje velký prostor pro chybu člověka či záměrnou úpravu vstupních dat a hodnoty dílčích parametrů, a tedy i výsledného OEE, získáváme s výrazným zpožděním. Automatizace sběru potřebných dat proces urychlí, zvýší důvěryhodnost výsledků a ušetří čas zaměstnanců. V závislosti na typu stroje a charakteru probíhající operace mohou existovat různé varianty, jak nejlépe určovat přerušení provozu stroje a počet hotových kusů (měření spotřeby elektrické energie, otáček, použití senzoru pro snímání polohy, skenování čárových kódů výrobků apod.). V posledních letech se pro vizualizaci provozního stavu zařízení často využívají taktéž signalizační sloupky, které podobně jako semafor snadno informují okolí o případném narušení provozuschopnosti. U každého prostroje bychom měli taktéž znát důvod jeho vzniku, abychom měli informaci kompletní, mohli analyzovat příčiny jednotlivých prostojů a efektivně navrhnout optimální opatření, která povedou k jejich postupnému snižování. Zde se pak nabízí možnost zapojení operátora, který by byl při zaznamenání prostoje systémem vyzván k výběru některé z možných příčin ze seznamu (porucha, chybějící vstupní materiál atd.). S hodnocením kvality vyrobených kusů je situace poněkud složitější, závisí na charakteru konkrétního procesu a jeho výstupních parametrech, které nám definují správné / chybné provedení dané operace. Při jednoduchých činnostech jako je např. vkládání dílu na stanovené místo robotem nebo plnění nádoby definovaným množstvím kapaliny můžeme sledovat každý vyprodukovaný kus pomocí kamery, resp. ověřit správnou hmotnost balení. Pokud se však zaměříme na složitější operace jako je např. obrábění, zjistíme, že automatická kontrola všech požadovaných parametrů u všech vyrobených kusů není možná. V těchto případech se definované obrobky (např. první kus nové výrobní dávky, každý padesátý kus apod.) kontrolují typicky v laboratoři oddělení kvality, přičemž taková kontrola bývá velmi komplexní a náročná na čas, přístrojové vybavení i kvalifikaci pracovníka. Kvalitu tudíž nezjišťujeme u všech vyprodukovaných součástí a informaci získáváme až s určitým časovým zpožděním. Obecně lze však opět doporučit zaznamenávání příčin zjištěné nekvality výrobku. Ačkoliv tato oblast spadá primárně mezi kompetence oddělení kvality, je možné, že objevíme nějakou korelaci mezi zaznamenanými podmínkami provozu a druhem objevené vady.

Při stanovování cílů se využívá metodika „Best of Best“, při které vybíráme nejlepší dosažené hodnoty všech tří součinitelů za určité období a z nich určujeme nejlepší dosažitelnou hodnotu OEE tak, jak znázorňuje obr. 4. Za světovou úroveň je pak obvykle považováno

dosažení celkové efektivity zařízení 85 %, přičemž pohotovost by se měla pohybovat okolo 90 %, výkonnost kolem 95 % a pro úroveň kvality se standardně uvažuje hodnota 99 %. [3, 12]

V některých případech se přistupuje také k výpočtu celkově produktivní efektivity zařízení TEEP (Total Effective Equipment Performance). Ukazatel OEE bere v úvahu pouze ztráty daného zařízení a vyjadřuje tedy, jakou část plánované doby výroby je zařízení skutečně produktivní. Ukazatel TEEP pak bere v úvahu taktéž ztráty plánované (závod není v provozu, není naplánovaná výroba apod.) a udává, jakou dobu je zařízení skutečně produktivní v porovnání s celkovým časem. Vypočítá se jako součin ukazatele OEE a součinitele využití U dle rovnic (5) a (6). [13, 14]

$$TEEP = OEE \cdot U \quad (5)$$

$$U = \frac{\text{plánovaný čas provozu}}{\text{všechn čas}} \quad (6)$$

	OEE [%] =	pohotovost	× výkonnost	× kvalita	× 100
Strategický cíl	85 =	(0,90	× 0,95	× 0,99)	× 100
Skutečné hodnoty					
Týden 1	75 =	(0,85	× 0,93 (nejlepší)	× 0,95)	× 100
Týden 2	76 =	(0,88 (nejlepší)	× 0,90	× 0,96)	× 100
Týden 3	72 =	(0,86	× 0,91	× 0,92)	× 100
Týden 4	68 =	(0,82	× 0,85	× 0,98 (nejlepší))	× 100
Průměrné hodnoty	73 =	(0,85	× 0,90	× 95)	× 100
Best of Best (cíle)	80 =	(0,88	× 0,93	× 0,98)	× 100

Obr. 4) Metodika Best of Best [3]

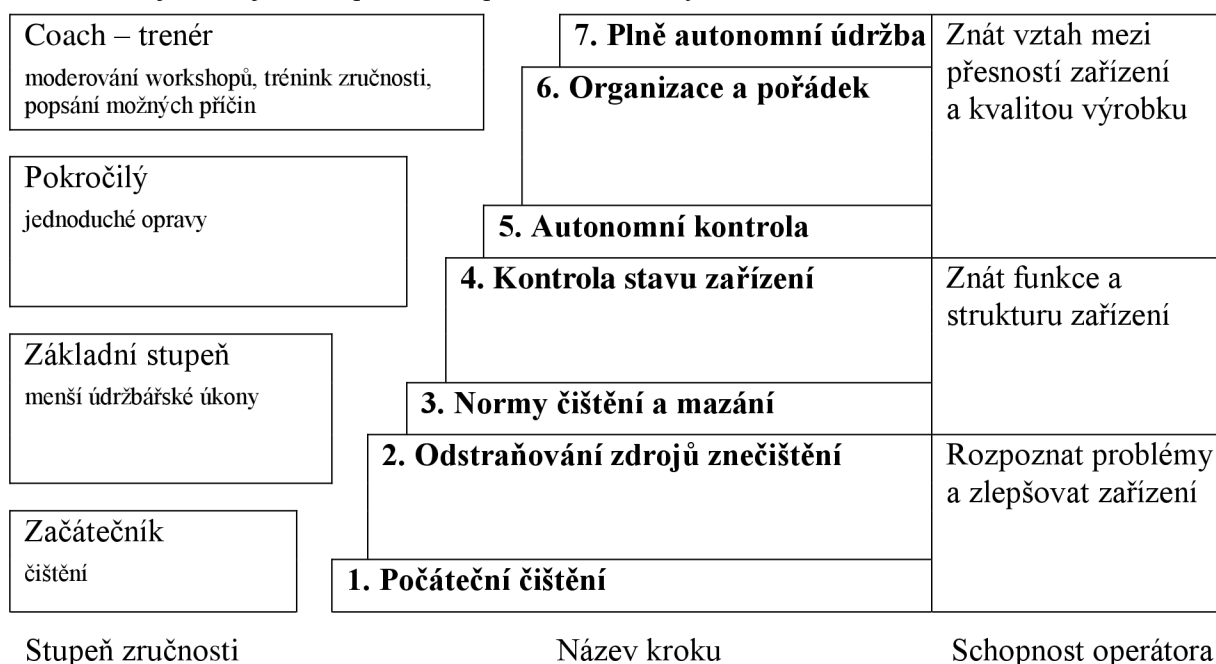
2.2.3 Autonomní údržba a její audit

Pojmem autonomní údržba označujeme jednoduché údržbářské činnosti, jako je čištění, mazání nebo kontrola snadno přístupných částí strojů, které jsou vykonávány jejich obsluhou. Po základním zaškolení je operátor schopen tyto úkoly samostatně provádět a vzhledem k tomu, že má se zařízením velké zkušenosti a prací s ním tráví nejvíce času, má taktéž největší šanci všimnout si možných abnormalit, upozornit na ně, a tím předejít vzniku poruchy nebo provozování stroje v nevhodných podmínkách. Přebíráním některých úkonů na sebe zároveň umožní to, že kvalifikovaný údržbářský personál bude mít více časového prostoru pro řešení složitějších zásahů, oprav apod. [15]

Pravidelným čištěním stroje a mazáním funkčních ploch jeho součástí můžeme výrazně snížit rychlost jejich opotřebení, a tím přispět k prodloužení jejich technického života. Mezi důvody pro provádění čištění nepatří jen estetické hledisko, ale především fakta, že nečistoty abrazivně působí na funkční povrchy, urychlují korozi, zhoršují chlazení a mimo jiné mohou mít i nepříznivé dopady na bezpečnost provozu tím, že jsou samy zdraví škodlivé

nebo např. zvyšují pravděpodobnost vzniku požáru. V závislosti na konkrétním stroji, druhu a množství nečistot je lze odstraňovat mechanicky, ofouknutím stlačeným vzduchem, vysátím či umytím. Pro mazání je podstatné vhodně stanovit typ maziva, jeho množství i intervaly výměn. Kromě toho, že mazivo snižuje tření, a tedy zvyšuje účinnost mechanismů, má i mnoho dalších funkcí jako odvádění tepla, ochranu před korozí, těsnění mazaných povrchů a vynášení cizích částic. [16]

Proces implementace autonomní údržby můžeme rozdělit na sedm dílčích kroků tak, jak zobrazuje obr. 5. Cílem prvních tří kroků je zajistit, aby stroj pracoval v dobrých podmínkách, a tento stav průběžně udržovat. V následujících dvou krocích provádíme kontroly zařízení dle vytvořených standardů a snažíme se zlepšovat schopnost operátorů všimnout si možných odchylek a problémů vznikajících při provozu. V rámci posledních dvou kroků využíváme získané zkušenosti a dovednosti k dalšímu rozvoji systému údržby na pracovišti, obsluha strojů má sama zájem na jeho zlepšování a plnění stanovených cílů. [3]



Obr. 5) Sedm kroků implementace autonomní údržby [3]

Při zavádění nových činností a jejich změn, a tedy i při zavádění autonomní údržby, je vhodné se držet několika navazujících kroků [11]:

1. činnost (např. mazání kluzné plochy) sám prakticky vyzkoušet a předvést ostatním zúčastněným osobám,
2. stanovit, jakým způsobem a za dodržování jakých pravidel má být činnost prováděna (např. jaký typ maziva a v jakém množství nanášet, kdo a kdy má mazání provést, jak ekologicky nakládat s použitým mazivem apod.),
3. nechat danou osobu (operátora) podle stanovených pravidel činnost provést,
4. daný krok zauditovat, tj. ověřit jeho správné definování, pochopení a provedení.

Vzhledem k fluktuaci zaměstnanců, jejich rotaci na jednotlivých pracovištích a v rámci směn, zapominání detailů naučených postupů a stanovených pravidel apod. je důležité provádět i pravidelné audity autonomní údržby tak, aby byly přínosy zavedených opatření co nejvyšší a trvale udržitelné. Při provádění auditu bychom opět měli postupovat podle určitých bodů [11]:

1. zhodnotit, zdali byl krok zcela a správně zaveden (Nezměnila se funkce stroje, jeho význam pro firmu nebo podmínky provozu? Nezhoršil se jeho stav a nevyžaduje zvýšenou pozornost? Není možné autonomní údržbu vylepšit?),
2. auditovanému týmu poskytnout zpětnou vazbu, přičemž je důležité nejen upozornit na objevená slabá místa, ale taktéž ocenit silné stránky,
3. stanovit, čeho a jakým způsobem bychom chtěli dále dosáhnout.

K auditu autonomní údržby by se mělo přistupovat tak, aby jej zúčastněné osoby nepovažovaly za nějakou formu „zkoušky“ či „soutěže o nejlepší pracoviště“, ale za cestu k rozvoji, vzdělávání a neustálému zlepšování. Nedostatečný výsledek auditu nemusí nutně poukazovat na vinu zaměstnanců výroby, nýbrž i na nedostatečné zaškolení, vysvětlení cílů, postupů a pravidel. Mezi přínosy auditu pak neřadíme pouze výstupy v podobě technických a organizačních změn, ale i rozvoj schopností a znalostí zaměstnanců a jejich motivaci. [11]

Správné zavedení a dodržování činností autonomní údržby může být kontrolováno např. při pravidelných 5S auditech. Rozsáhlejší audit pak může ve stanovených intervalech provádět zaměstnanec odpovědný za problematiku TPM ve firmě, ideálně v doprovodu několika dalších zaměstnanců, kteří mají údržbu na starosti, znají technický stav strojů a podmínky jejich provozu. Cílem takového auditu by pak nemělo být jen ověření plnění činností autonomní údržby dle aktuálních standardů, ale především hledání oblastí s potenciálem možného zlepšení zavedeného systému.

2.2.4 Postup implementace TPM

Dle zakladatele TPM lze implementaci této metody rozdělit do 4 fází, které jsou celkově tvořeny 12 dílčími kroky [3, 15]:

Přípravná fáze:

1. vrcholové vedení společnosti oznámí záměr zavedení TPM zaměstnancům,
2. zahájí se TPM kampaň a vzdělávání zaměstnanců,
3. vytvoří se organizační jednotky TPM (na všech úrovních + centrální),
4. stanoví se vize, politika a cíle TPM,
5. stanoví se detailní plán implementace TPM,

Fáze předběžné implementace:

6. TPM se zahájí a naplňuje se setkání se zainteresovanými stranami,

Fáze implementace TPM:

7. vyberou se modelová zařízení a zlepší se jejich výkonnost,
8. navrhne se program autonomní údržby a certifikace pracovníků,
9. navrhne se program plánované údržby zahrnující údržbu periodickou a prediktivní, řízení zásob ND a plánování údržbářských činností,
10. realizuje se trénink zaměstnanců v oblasti jednoduchých údržbářských operací, přičemž jsou obvykle zaškoleni vedoucí pracovníci a ti následně předávají získané znalosti a zkušenosti svým podřízeným,
11. vytvoří se harmonogram managementu zařízení,

Fáze stabilizace:

12. postupně se zavedený program TPM zlepšuje a rozšiřuje na více zařízení.

Mezi přínosy TPM pak kromě snížení počtu poruch a přerušení provozu patří i celkové zlepšení procesů, efektivnější využití zařízení, snížení nákladů spojených s jejich údržbou, zvýšení bezpečnosti na pracovišti nebo motivace zaměstnanců. [3]

3 SYSTÉMOVÝ ROZBOR PRÁCE

3.1 Problémová situace

Údržba by měla být nedílnou součástí procesů probíhajících v rámci každé společnosti, přičemž způsob, kterým se k jejímu řízení a provádění přistupuje, může výrazně ovlivnit životnost a spolehlivost zařízení, kvalitu vyráběných produktů, bezpečnost práce a v neposlední řadě samozřejmě také s těmito oblastmi související náklady.

Společnosti by se touto problematikou měly zabírat, hledat optimální řešení pro podmínky jejich provozu a snažit se o neustálé rozvíjení této oblasti. Mohou tak dosáhnout výrazných zlepšení, efektivnějšího využití strojů a zařízení, snížení plýtvání nebo zvýšení spokojenosti a rozvoje zaměstnanců. V opačném případě se zbytečně potýkají s plným nevyužitím dostupných zdrojů, příliš vysokými náklady na reaktivní údržbu, souvisejícími prostoji apod.

3.2 Formulace požadovaných cílů

Cílem této diplomové práce je popsat a zhodnotit současný stav údržby ve společnosti Siemens Electric Machines s.r.o. v Drásově, zvolit možnou strategii pro řízení údržby ve firmě a navrhnout opatření k jejímu zlepšení.

3.3 Návrh a způsob řešení

Jak bylo naznačeno v teoretické části práce, údržbu si může firma zajišťovat interně sama, outsourcovat ji u jiné externí společnosti nebo aplikovat kombinaci těchto dvou možností, a tedy si část údržbářských úkonů ponechat ve vlastní režii a část svěřit do rukou jiné organizace. Každý ze dvou prvních případů má své výhody i nevýhody spočívající především ve kvalitě odvedené práce, zkušenostech údržbářů, vlastnictví potřebného vybavení, závislosti na jiné firmě, ochraně vlastního know-how apod. Vhodnou kombinací interní a externí údržby pak můžeme dosáhnout optimálního řešení. I v rámci samotné interní údržby dále musíme rozlišovat údržbu, kterou na strojích vykonávají zaměstnanci specializující se na tyto činnosti, a údržbu autonomní, tedy jednoduché činnosti vykonávané operátory.

Zjednodušeně je způsob výběru činností vhodných pro outsourcing naznačen na obr. 6, z něhož je patrné, že externí firmě bychom měli k výkonu přenechat především ty činnosti, které pro nás nejsou strategické a nedokážeme v současné době vykonávat konkurenceschopně, tedy na lepší odborné úrovni, za nižší náklady a kratší čas než dodavatelská firma. [3, 9]

Činnost	Strategická	Nestrategická
Konkurence schopná	Ponechat	Vyžaduje diskuzi
Neschopná konkurence	Reengineering	Outsourcing

Obr. 6) Rozhodovací matice pro outsourcing [3]

Co se týče používaných typů systémů údržby, obvykle bývá vhodný opět určitý kompromis, při kterém jsou na různé stroje, zařízení a jejich části aplikovány různé typy údržby, resp. jejich kombinace. Údržbě reaktivní se nikdy nemůžeme zcela vyhnout, avšak cíleně bychom k ní měli přistupovat jen u těch zařízení, která nemají na zajištění provozu téměř žádný vliv a jsou snadno, rychle a levně nahraditelná či opravitelná. V posledních desetiletích nejrozšířenějším přístupem je plánovaná údržba s pevně stanovenými intervaly. Firmy mají harmonogram i postupy jednotlivých kontrol, výměn a oprav obvykle jasně stanoveny, zaměstnanci mají s těmito činnostmi zkušenosti, takto zaběhnutý systém bývá statický a příliš se v průběhu času nemění (nanejvýš se upraví interval a rozsah zásahu nebo se doplní o další činnosti v závislosti na zkušenostech s provozem a poruchami konkrétního zařízení získanými v průběhu času).

V posledních letech pak rozvoj metod technické diagnostiky přinesl možnost objektivně zjišťovat a vyhodnocovat skutečný stav strojů, pružně na něj reagovat a operativně plánovat termíny i rozsah jednotlivých údržbářských zásahů. Je však nutné dodat, že schopnost sbírat a vyhodnocovat potřebná data stojí firmy nezanedbatelné finance, čas zaměstnanců, nutnost jejich vysoké kvalifikace apod. Z tohoto důvodu je potřebné stanovit, pro které stroje je prediktivní, resp. proaktivní údržba tou vhodnou volbou. Typickým příkladem bývá vibrodiagnostika ložisek včetně soustruhů. Tato ložiska jsou během provozu vystavena velkému namáhání a může u nich dojít k poškození na kterékoliv jejich části v důsledku únavy materiálu, nevhodného mazání, průchodem elektrického proudu nebo např. v důsledku nevyváhy či špatného ustavení stroje. Porucha takového ložiska může vést k závažnému poškození stroje, přičemž dodací doby náhradních dílů bývají často dosti dlouhé, stroj v prostoji nemůže vyrábět a firma nestihá plnit naplánované zakázky. Při běžné preventivní údržbě není reálné stroj demontovat a průběžně sledovat stav ložiska vizuální kontrolou, a zde je tedy aplikace vibrodiagnostiky vhodným řešením. Při vynaložení určitých nákladů jsme schopni odhalit závažné problémy, předejít velkým ztrátám, a navíc také optimalizovat provozní podmínky stroje tak, že zvýšíme nejen jeho životnost, ale také kvalitu obráběných součástí. V závislosti na velikosti strojního parku stojí za zvážení, zdali by si měla firma zajistit vlastní vybavení pro měření a vyhodnocování diagnostických dat a zaměstnat interního diagnostika nebo využít služby externího odborníka. Druhé rozhodnutí, které musí společnost učinit, se pak týká četnosti sběru dat. Jednou variantou je pochůzková (off-line) diagnostika, při níž diagnostik vždy po nějaké době přijde ke stroji, provede příslušná měření, ta pak zpracuje a pomocí trendování sleduje, jak se z dlouhodobějšího hlediska mění stav stroje. Druhou možností je monitoring (on-line diagnostika), kdy je stroj trvale osazen senzory, sběr, přenos a vyhodnocování dat probíhá neustále a můžeme tak odhalit a reagovat i na náhlé chyby, při kterých se stav stroje zhorší skokově. Obecně lze tedy říci, že pro aplikaci některé z metod technické diagnostiky jsou vhodná především ta zařízení, která jsou pro zajištění výroby kritická, nezastupitelná, představují úzké místo výrobního procesu a existuje u nich nezanedbatelné riziko, že dojde k poruše, která způsobí vážné poškození stroje, vyvolá u něj dlouhou neschopnost plnit požadovanou funkci nebo ohrozí bezpečnost zaměstnanců či dokonce okolí firmy.

Zobecněný návod pro rozhodování o vhodném typu údržby pro jednotlivá zařízení vyjadřuje obr. 7, kdy je stroj v závislosti na frekvenci a délce trvání poruchového stavu zařazen do jedné z pěti kategorií: OTF (údržba po poruše), FTM (údržba s předem stanovenými intervaly), SLU (zlepšení zručnosti obsluhy), CBM (údržba podle technického stavu) a DOM (změna konstrukce). [3]

Trvání poruchového stavu

		Nízké	Střední	Vysoké
Frekvence (počet poruch za čas)	Nízká	OTF	FTM (Kdy?)	CBM
	Střední	FTM (Kdo?)	FTM	FTM (Co?)
	Vysoká	SLU	FTM (Jak?)	DOM

Obr. 7) Rozhodovací mapa pro typy údržby [3]

Dále existují také různé širší koncepce a filozofie řízení údržby, ze kterých mohou firmy v rámci svého fungování vycházet. Jedná se např. o totálně produktivní údržbu (TPM) nebo údržbu zaměřenou na bezporuchovost (RCM). V některých případech se pak údržba zahrne do komplexnějšího řízení hmotného majetku – asset managementu. V posledních letech se také začínají objevovat prvky tzv. čtvrté průmyslové revoluce a stále častěji se setkáváme se softwary pro řízení a plánování údržby, digitalizací a vizualizací procesů, automatizací různých činností apod.

V rámci TPM se na údržbu nedíváme jakožto na samostatný proces oddělený od ostatních činností ve firmě, ale považujeme ji za určitou komplexní problematiku, která prochází napříč celou firmou a k naplňování jejichž cílů mohou do jisté míry přispět všichni zaměstnanci. Totálně produktivní údržba je založena na několika pilířích představujících oblasti pro její zavádění. Zároveň však tato filozofie nestanovuje přesný, striktní postup pro její integraci a firmě umožňuje jisté přizpůsobení rámce pro své vlastní potřeby. [17]

Zavádění TPM je relativně dlouhý proces, který může zabrat i 2-4 roky. Je však dosti pružný, dynamický, reaguje na změny a podporuje neustálé zlepšování a přizpůsobování. Zároveň nebývá nutné, aby celý proces zavedení TPM organizovala jen skupina vysoce kvalifikovaných odborníků, ale podílí se na něm široké spektrum zaměstnanců, kteří znají prostředí firmy a se stroji a podmínkami provozu jsou denně v kontaktu. Koordinátorem implementace TPM pak může být interní zaměstnanec, který se touto problematikou zabývá a má ji na starosti, nebo může firma využít služeb konzultačních společností. [17]

TPM tedy není pouhým přístupem k řízení údržby a zajištění provozuschopnosti strojů, ale zasahuje do firemních procesů mnohem komplexněji. Kromě toho, že stanovuje určité body, které by měly být zavedeny čistě v oblasti údržby, také přispívá k motivaci a angažovanosti všech zaměstnanců, změně pohledu na údržbu ze samostatné podpůrné jednotky na oblast zájmu celé organizace, a z dlouhodobějšího hlediska tedy TPM ovlivňuje přístup zaměstnanců a kulturu firmy jako celku.

Údržba zaměřená na bezporuchovost RCM (Reliability Centered Maintenance) je druhou používanou filozofií řízení údržby, která vznikla přibližně ve stejné době jako TPM, avšak své počátky má v leteckém průmyslu. Obecně je tento přístup vhodný především pro oblasti průmyslu s velmi rizikovým provozem, a ne příliš rychlým vývojem technologií, kdy je cílem zajistit požadovanou úroveň spolehlivosti a bezpečnosti. [3, 17]

V první fázi zavádění RCM je nutné stanovit požadované výstupy, plán analýzy a provozní kontext daného objektu. Následně je provedena analýza FME(C)A, při které zjišťujeme způsoby poruch, ke kterým může u daného objektu dojít, jejich důsledky a kritičnost. Poruchy dělíme v rámci RCM na zjevné či skryté a dále pak na bezpečnostní / environmentální nebo ekonomické / provozní. Na základě výsledku analýzy jsou určeny jednotlivé činnosti údržby, jejich intervaly a je vytvořen program údržby. Průběžným monitorováním a přezkoumáváním dat z provozu zařízení se pak celý systém upravuje a zlepšuje. [3]

Vzhledem k tomu, že RCM vyžaduje analýzu všech možných způsobů a důsledků poruch všech částí zkoumaného zařízení, vyhodnocení jejich kritičnosti a rozhodnutí o vhodných způsobech zajištění údržby, je provedení takovéto analýzy velmi náročné jak finančně a časově, tak i co se týče odbornosti a kvalifikace zúčastněných osob. Aby měly výsledky analýzy, a tedy i navržený systém údržby, skutečnou vypovídající hodnotu, musejí být správná především vstupní data, se kterými pracujeme. Ta získáme během provozu stroje a je zřejmé, že s rostoucí dobou sběru dat se zvýší také kvalita a správnost výstupů prováděné analýzy.

Zavádění RCM je velmi náročný proces, který vyžaduje zajištění velkého množství finančních zdrojů a času zaměstnanců a přizvaných odborníků. Zároveň nedokáže příliš pružně reagovat na změny. Je vytvořen na základě statického modelu a při každé změně výrobního procesu, pořízení nové technologie apod. by měl být tedy znovu přezkoumán. V opačném případě bude stále více narůstat odchylka mezi analyzovaným modelem a skutečností, a tím bude klesat účinnost zavedeného systému údržby RCM. [17]

Závod Siemens Electric Machines s.r.o. v Drásově se více než mezi velmi rizikové provozy s významnými potenciálními dopady na bezpečnost a životní prostředí řadí spíše mezi výrobní podniky, jejichž cílem je udržovat zařízení v dobrém technickém stavu, efektivně je využívat, a redukovat tak celkové náklady na provoz a údržbu. Z tohoto důvodu není nutné přistupovat k zavádění filozofie RCM, která by byla v porovnání s TPM mnohem náročnější a nákladnější. K implementaci bych tedy doporučila spíše totálně produktivní údržbu. Koncepte TPM je navržena tak, aby byla použitelná a srozumitelná pro všechny zaměstnance, motivovala je k angažovanosti a vnesla mezi ně povědomí o důležitosti údržby. Komplexnost a pružnost tohoto systému přispívá k jeho dobré reakci na změny provozu, pořízení nových zařízení, podněty ke zlepšení apod. RCM je pak naopak založená na výchozí analýze, která definuje pevný program údržby. Aby byla zachována jeho správnost a aktuálnost, bylo by nutné tuto analýzu při každé změně ve zkoumaném systému opakovat. Použití údržby zaměřené na bezporuchovost je dle mého názoru vhodné spíše v oblastech jako jsou např. elektrárny, kdy je na bezporuchovost, životnost a bezpečnost provozu zařízení kladen obrovský důraz, příliš často nedochází ke změně procesů, očekává se skutečně vysoká kvalifikace všech pracovníků a převládá centralizovaná forma údržby.

Pokud bude firma navíc postupně sledovat, vyhodnocovat a evidovat informace o stavu strojů, vzniklých závadách, poruchách, jejich příčinách a přijatých opatřeních, bude nejen schopná zvyšovat efektivitu strojů v duchu filozofie TPM, ale taktéž získá data, která by mohla v budoucnu v případě zájmu využít pro implementaci některých prvků RCM, a využít tak výhody obou přístupů.

Jednou z hlavních myšlenek totálně produktivní údržby je zavedení autonomní údržby a průběžné provádění dalších, složitějších údržbářských činností kvalifikovanými zaměstnanci. To znamená, že TPM v základu stojí na preventivní údržbě s předem stanovenými intervaly,

které určujeme obvykle na základě doporučení výrobce a vlastních zkušeností. Pro mnoho strojů je tento systém nejrozumnějším řešením s ohledem na vynaložené náklady a dosaženou provozuschopnost. U strategických zařízení bych ovšem doporučila přistoupit také k využívání metod technické diagnostiky, a tedy k údržbě prediktivní. V první fázi je podstatné tyto strategické stroje určit, stanovit jejich nejkritičtější části a zvolit vhodnou diagnostickou veličinu. Dále se pak musíme rozhodnout, zdali přistoupíme k on-line či pochůzkové diagnostice, jestli budeme schopni měření a vyhodnocování dat provádět sami, jaké vybavení pořídíme, kdo a jakým způsobem bude tyto činnosti vykonávat. Určitě není příliš reálné v začátku aplikovat diagnostiku na velký počet strojů zároveň. Lepší variantou je realizace prvotního projektu jen u několika vybraných strojů, postupné získávání zkušeností a rozšiřování počtu sledovaných zařízení, parametrů apod.

Co se týče rozvržení údržbářských úkonů mezi vlastní a externí pracovníky, přiklonila bych se k částečnému outsourcingu. Čistě interní zajišťování údržbářských činností vede k velmi náročnému plánování práce tak, aby byli všichni zaměstnanci optimálně pracovní vytížení, průběžně se prováděly všechny stanovené preventivní úkony a zároveň existovaly kapacity pro řešení neplánovaných, nečekaných událostí.

4 APLIKACE VYBRANÝCH METOD ŘEŠENÍ

4.1 Siemens Electric Machines s.r.o.

Společnost Siemens Electric Machines s.r.o. (SEM) sídlící v Drásově je jedním ze členů skupiny Siemens v České republice. Tento výrobní závod (obr. 8) byl založen v roce 2001 a zaměstnává asi 700 zaměstnanců. Zabývá se vývojem, výrobou a prodejem synchronních generátorů s výkony do 25 MVA a synchronních i asynchronních motorů s výkony do 20 MW, které se pak používají např. u lodí a vlaků, na ropných plošinách nebo v průmyslových aplikacích. Ročně jich závod vyprodukuje kolem 350 a následně exportuje převážně do evropských států, Ameriky a Asie. [18]

Firma klade důraz na využívání moderních technologií, zlepšování výrobních procesů a zajištění spolehlivého chodu používaných zařízení. Důležitou rolí v této oblasti pak hraje údržba, v rámci které se v poslední době začíná přistupovat k zavádění principů filozofie TPM. Dále pak firma také zajišťuje servis strojů, jež vyrábí, a tedy zaměstnává odborníky, kteří v případě potřeby navštíví místo instalace daného stroje. Na základě provedené diagnostiky a četných zkušeností pak vyhodnotí technický stav stroje, podmínky jeho používání, příčinu vzniklého problému a navrhnou možné úpravy a doporučení pro jeho odstranění.



Obr. 8) Siemens Electric Machines s.r.o. v Drásově [19]

4.2 Zavádění TPM ve společnosti Siemens Electric Machines s.r.o.

Údržba spadá ve výrobním závodě v Drásově pod oddělení infrastruktury a investic, které je tvořeno vedoucím oddělení, p. sekretářkou, třemi zaměstnanci zabývajícími se údržbou a několika pracovníky, kteří mají na starosti další oblasti jako je např. bezpečnost. V nedávné době svou pozici opustil zaměstnanec, který měl problematiku TPM na starosti, a na jeho místo nastoupil nový pracovník, který do té doby působil v provozu navijárny. Již absolvoval školení zaměřené na TPM pravidelně organizované společností IPA Slovakia, s. r. o. a postupně začíná tuto metodu ve firmě dále rozvíjet. Koncept totálně produktivní údržby byl ve firmě zaveden asi před dvěma lety, a to ve spolupráci se Siemens, s.r.o., odštěpným závodem Elektromotory Frenštát. Zmínění zaměstnanci se zabývají údržbou z hlediska jejího řízení a organizace. Samotné údržbářské činnosti na jednotlivých zařízeních mají poté na starosti dva interní zaměstnanci, údržbáři specializující se na elektro oblast a hydrauliku, a externí firma ELPA, spol. s r.o. (bližší informace jsou uvedeny dále v práci). Jednoduché činnosti pak provádějí v rámci autonomní údržby také operátoři, kteří dané zařízení obsluhují.

Pro řízení jednotlivých oblastí své činnosti využívá společnost podnikový informační systém SAP. Pro potřeby údržby se pak jedná konkrétně o jeho PM (Plant Maintenance) modul.

Každé pracoviště ve výrobě je vybaveno počítačem se systémem PAP, který byl vytvořen v rámci zavádění programu digitalizace a průmyslu 4.0 a je napojen na SAP. Za jeho vznikem stojí pracovníci vlastního IT oddělení firmy, díky čemuž je možné do něj zasahovat, upravovat dle vlastních představ a rozšiřovat o nové funkce. Do systému PAP se operátor před zahájením činnosti na daném pracovišti přihlásí a vidí aktuálně zpracovávanou zakázku, potřebnou výrobní dokumentaci (výkresy, kusovník), stav výroby a mimo jiné je taktéž schopen prostřednictvím tohoto systému nahlásit výskyt případné poruchy.

Podle interní směrnice „TPM v SEM“ je TPM tvořeno pěti základními programy, kterými jsou:

1. program autonomní údržby,
2. program plánované údržby – PPO,
3. program zvyšování CEZ (OEE),
4. program trénování a vzdělávání,
5. program plánování pro nové stroje,

a bylo rozhodnuto, že v první fázi se přistoupí k zavedení autonomní a plánované údržby.

Strojní park firmy byl vybranými pracovníky různých oddělení rozdělen z hlediska zastupitelnosti a vytížení do čtyř kategorií: A, B, C a D, kde do kategorie A spadají nejdůležitější stroje a zařízení, kterými je nutné se zabývat přednostně. Pro aplikaci totálně produktivní údržby bylo vybráno celkem 82 strojů a vytvořil se harmonogram, podle něhož bylo TPM u jednotlivých strojů postupně zaváděno (4 stroje / měsíc). U ostatních strojů pak nebylo s ohledem na jejich charakter vytváření standardů pro údržbu považováno na potřebné a výhodné. V současné době se při pořízení nového stroje rozhodne, do které kategorie spadá, a podle potřeby se u něj zavedou jednotlivé prvky TPM.

Zavedení standardů autonomní a plánované údržby pro daný stroj se označuje jako tzv. TPM workshop. Ten obvykle trvá 1-3 dny a účastní se ho obsluha stroje, mistr, technolog / normovač, zástupce oddělení údržby a zaměstnanec údržbářské firmy. Začíná se představením stroje, vyhodnocením jeho současného stavu a zaznamenáním případných vad a poruch. Stroj se následně vyčistí, odstraní se objevené nedostatky, vytvoří se fotodokumentace a sestaví se standardy pro autonomní i plánovanou údržbu, přičemž se vychází z návodů výrobce zařízení a zkušeností s jeho provozem. Standardy vytvářejí společně pracovník oddělení údržby, údržbářské firmy, mistr a obsluha stroje. Technolog nebo normovač pak provede kontrolu a případnou korekturu obsahu. Do tří týdnů sestaví odpovědný zaměstnanec oddělení údržby jednotlivé standardy a během dalšího jednoho týdne je musejí mistr, technolog a normovač připomínkovat či schválit. Dokumenty jsou následně umístěny na pracoviště, obsluha stroje je zaškolená pro jejich používání a pracoviště je označeno TPM značkou.

Autonomní údržbu provádějí operátoři pracující na daném stroji podle standardů nacházejících se na tomto pracovišti (obr. 9, obr. 10). Jedná se o čištění stroje, kontrolu jeho hlavních částí a jednoduché mazání, přičemž tyto činnosti se provádějí obvykle na začátku či konci každé směny, jednou za týden nebo jednou za měsíc. Provedení požadovaných úkonů stvrdí zaměstnanec svým podpisem v kontrolní kartě (obr. 11).

Standard pro čištění a kontrolu - Směnový

Stroj: Tvarovačka cívek Spiraform inv. č. 8879

Pracoviště: P17430

Standard 1/1



Standard pro čištění	Pracovní prostor čistý bez sklolaminátových odštěpků a prachu
Standard pro kontrolu	Hlavní části stroje, ovládací prvky, řídicí panel...
Způsob	Vizuální kontrola, očištění znečištěných částí
Pomůcky	Vysavač, smetáček, lopatka, textilie
Stav zařízení	Vypnuté, v klidu
Čas – trvání	- dle nutnosti
Četnost	Před opuštěním pracoviště

SIEMENS

Datum:	Vypracoval:	Schválil:	Schválil vedoucí pracoviště:
--------	-------------	-----------	------------------------------

Obr. 9) Standard pro autonomní údržbu (čištění a kontrola)

Standard pro mazání – Týdenní

Stroj: Tvarovačka cívek Spiraform inv. č. 8879

Pracoviště: P17430

Standard 1/1



Standard pro mazání	Kluzné plochy posuvových lišt měřicího stolu
Způsob	Otřít textilií původní mazivo a nanést nové
Pomůcky	Textilie, mazací lis
Mazivo	TUK BFX Grease
Stav zařízení	Volné, bez uložených cívek
Čas – trvání	5 min
Četnost	Na konci poslední směny v týdnu

SIEMENS

Datum:	Vypracoval:	Schválil:	Schválil vedoucí pracoviště:
--------	-------------	-----------	------------------------------

Obr. 10) Standard pro autonomní údržbu (mazání)

Kontrolní karta		Pracoviště : 17430 Navijárna										Č.prac:		
Leden 2019														
Frekvence směnová	Datum	Směna / Podpis	Datum	Směna / Podpis	Datum	Směna / Podpis	Datum	Směna / Podpis	Datum	Směna / Podpis	Datum	Směna / Podpis	Datum	Směna / Podpis
Standard pro čištění Standard pro kontrolu	1.1.		2.1.		3.1.		4.1.		5.1.		6.1.		7.1.	
	8.1.		9.1.		10.1.		11.1.		12.1.		13.1.		14.1.	
	15.1.		16.1.		17.1.		18.1.		19.1.		20.1.		21.1.	
	22.1.		23.1.		24.1.		25.1.		26.1.		27.1.		28.1.	
	29.1.		30.1.		31.1.		Kontrola 2x měsíčně: Podpis mistra nebo vedoucího pracoviště							
Frekvence týdenní	Datum	Přijetí / Podpis	Datum	Přijetí / Podpis	Datum	Přijetí / Podpis	Datum	Přijetí / Podpis						
Standard pro čištění a kontrolu														
Frekvence měsíční	Datum	Přijetí / Podpis												
Standard pro čištění a kontrolu														
Poznámky, opravy	Datum	Přijetí / Podpis	Datum	Přijetí / Podpis	Datum	Přijetí / Podpis								
							Archivovat pro pozdější kontrolu							

Obr. 11) Kontrolní karta autonomní údržby

Mistr, který má danou oblast na starosti, dvakrát za měsíc ověří plnění činností autonomní údržby a podepíše se na odpovídající místo v kontrolní kartě. Jednou měsíčně pak probíhá tzv. 6S audit. V pozici auditora je pro zachování nezávislosti a objektivnosti hodnocení mistr z jiného provozu, který zkontroluje plnění 14 položek ze seznamu (tab. 1). Každému bodu přiřadí hodnotu 1 (požadavek je splněn) nebo 0 (zjištěný stav je nevyhovující), určí celkový počet získaných bodů a dosažené skóre v procentech. Výsledky několika posledních auditů a popis objevených nedostatků jsou posléze vyvěšeny na stanoveném místě na pracovišti.

U plánované údržby se náplň i intervaly mezi jednotlivými údržbářskými činnostmi stanovují na základě informací, které výrobce stroje uvádí v manuálu, případně se časem doplňují o vlastní získané zkušenosti. Plány údržeb, které se mají na jednotlivých strojích provést, jsou zapsány v SAPu (obr. 12), odkud si je vygenerují zaměstnanci firmy ELPA, spol. s r.o. a dva interní údržbáři, kteří preventivní údržbu fyzicky vykonají. Na samotném pracovišti se pak nacházejí standardy, v nichž jsou požadované činnosti popsány, doplněny o fotografie, potřebné pomůcky apod. Příklady těchto standardů jsou zobrazeny na obrázcích 13 a 14. Plánovaná údržba se na stroji obvykle provádí v půlročních a ročních intervalech, informace o jejím uskutečnění je zaznamenána do kontrolní karty a současně je externí firmou vystaven montážní list.

Tab 1) Dotazník auditu 6S

Krok 6S	Kontrolní otázky	Body	Nalezené závady, poznámky
Separace	Jsou na pracovišti věci potřebné k práci?	0 / 1	
	1. - schválené a nepoškozené nástroje a nářadí, vázací a závěsné prostředky; nástroje, měřidla, přístroje atd. řádně označené a s nepřerušenou dobou platnosti (zkalibrované)	0 / 1	
	2. O stěny, okna, pilíře se nic neopírá, na skříních nic není položeno?	0 / 1	
Systematizace	Veškerý materiál na pracovišti a místa pro uložení jsou označena?	0 / 1	
	- veškeré vybavení pracoviště má své místo (nářadí, nástroje, pomůcky, přípravky ...)	0 / 1	
	3. - štítky na skříních, regálech, policích existují a jsou dodržovány	0 / 1	
	- všechny regály, schůdky a žebříky jsou označeny nosností a platnou známkou o kontrole	0 / 1	
	- podlahové značení existuje (kontrola dle schváleného standardu)	0 / 1	
Stálé čištění	4. Je pracoviště čisté, s podepsaným úklidem TPM?	0 / 1	
	5. Jsou čisticí přístroje, čisticí pomůcky a přípravky, popř. jiné chemické látky správně označeny, přehledně, účelně uloženy na vyhrazeném a označeném místě?	0 / 1	
Standardizace	Jsou vytvořeny a dodržovány standardy, jsou dostupné?	0 / 1	
	6. - obsah tabule je dle standardů s aktuálním obsahem	0 / 1	
	- dokumentace na pracovišti je aktuální	0 / 1	
Sebedisciplína	7. Jsou pečlivě odepisovány předchozí operace (průvodka v papírové formě) nebo je správně používán PAP – přihlášení, zahájení zakázky, ..., pokud je PAP zaveden?	0 / 1	
	8. Jsou pracovní pomůcky, nářadí, osobní věci, dokumenty, čisticí pomůcky uloženy na definovaném a označeném místě, současný stav pracoviště odpovídá standardu pracoviště?	0 / 1	
Stálá bezpečnost	9. Jsou na pracovišti dodržovány zásady BOZP a při práci jsou používány schválené OOPP?	0 / 1	
	10. Jsou pracovní nebo výrobní zařízení a stroje udržovány v bezpečném stavu? Jsou používány bezpečnostní prvky strojů (optická závora, kryty, ...)?	0 / 1	
	11. V cestě není nic uloženo, profil komunikace u pracoviště je volný?	0 / 1	
	12. Jsou na pracovišti dodržovány zásady PO a Environmentu, třídí se odpad? Jsou přístupy k hasicím přístrojům, rozvaděčům, nouzovým východům volně přístupné?	0 / 1	
	13. Bylo minimalizováno riziko zakopnutí (volně uložené kabely, palety, materiál, bezpečný průchod, bezpečný pohyb na pracovišti, ...)?	0 / 1	
	14. Jsou dodržena pravidla pro práci ve výškách (označená a schválená lešení, používání nepoškozených žebříků a schůdků)?	0 / 1	

Výpis důvodu otevřených hlášení poruch strojů

Hlášení	A	Dr.	Popis	Založ.dne	Čas hlášení	Požad.začátek	Text př.	Text1	Text2	Text3
415001106	B	MF	roční PPO prohlídka, elektrická revize	19.02.2018	14:08:44	15.04.2018		* 03.04.2018	* Vojta tisk	
415001171	C	MF	4410200662:Generátor Redek 1DK	09.04.2018	14:08:07	01.08.2018		* 31.07.2018	* ELPA tisk	
415001180	C	MF	4410200669:Laser rotating Ultra Is	16.04.2018	14:08:25	04.08.2018		* 31.07.2018	* ELPA tisk	
415001182	C	MF	4410200679:Zatěžovací motor do zkušebny		14:08:27	06.08.2018		* 31.07.2018	* ELPA tisk	
415001184	C	MF	4410200663:Vakuový vypínač 3AK7		14:08:35	02.08.2018		* 31.07.2018	* ELPA tisk	
415001185	C	MF	4410200696:Dynamometr asynchronní 120kW			07.08.2018		* 31.07.2018	* ELPA tisk	
415001204	C	MF	8869:Olejové hospodářství	30.04.2018	14:08:21	21.08.2018		* 17.08.2018	* ELPA tisk	
415001206	C	MF	8870:Stejnoseměrný elektromotor	07.05.2018	14:08:36	24.08.2018		* 17.08.2018	* ELPA tisk	
415001210	C	MF	9019: roční STK vozku		14:08:49	01.07.2018				
415001212	B	MF	9071: roční STK vozku			01.07.2018				
415001213	C	MF	9436: roční STK vozku			01.07.2018				
415001214	C	MF	9437: roční STK vozku		14:08:50	01.07.2018				
415001215	C	MF	9128: roční STK vozku			01.07.2018				
415001216	C	MF	9179: roční STK vozku			01.07.2018				
415001220	C	MF	9448:Kontrola,dotaž.šroub., promazání		14:09:01	03.07.2018		* 07.05.2018	* Kontrola stroje, dotažení šroubových spojení, promazání	* mechanických částí,kontrola provozn
415001221	C	MF	9449:Kontrola,dotaž.šroub., promazání			03.07.2018		* 07.05.2018	* Kontrola stroje, dotažení šroubových spojení, promazání	* mechanických částí,kontrola provozn
415001337	C	MF	4410200664:Kontr.ČSN EN 60204-1 a návodu	11.06.2018	14:08:58	03.08.2018		* 11.06.2018	* Kontrola elektrického zařízení stroje dle ČSN EN 60204-1	* a dle návodu výrobce
415001338	C	MF	4410200671:Kontr. ČSN EN 60204-1 a návodu		14:08:59	05.08.2018		* 11.06.2018	* Kontrola elektrického zařízení stroje dle ČSN EN 60204-1	* a dle návodu výrobce
415001339	C	MF	4410200694:Kontr.ČSN EN 60204-1 a návodu			06.08.2018		* 11.06.2018	* Kontrola elektrického zařízení stroje dle ČSN EN 60204-1	* a dle návodu výrobce
415001373	B	MF	4410200695:Výdej.a filtr.zařízení na ole	09.07.2018	14:08:18	29.10.2018		* 22.10.2018	* ELPA tisk	
415001377	C	MF	9062:Odsávací zařízení POC14 Z2/F2/V1/K1		14:08:24	26.10.2018		* 22.10.2018	* ELPA tisk	
415001382	C	MF	4410401582 roční kontrola		14:08:49	01.09.2018		* 04.09.2018	* Kolíska tisk	
415001396	C	MF	8891:Kontrola,dotaž.šroub., promazání	16.07.2018	14:08:45	11.09.2018		* 16.07.2018	* Kontrola stroje, dotažení šroubových spojení, promazání	* mechanických částí,kontrola provozn
415001400	C	MF	9079:Mobilní odsávací zařízení	23.07.2018	14:08:26	11.11.2018		* 19.11.2018	* ELPA tisk	
415001401	C	MF	9080:Mobilní odsávací zařízení		14:08:35	12.11.2018		* 19.11.2018	* ELPA tisk	
415001428	B	MF	9386:Vyjiskřovací zařízení ER 400 T	13.08.2018	14:10:09	04.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001433	C	MF	9170:Okružní píla FEROX 250	20.08.2018	14:08:19	07.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001438	C	MF	9413:Mikrobodové označ.zař.e9D-P122		14:08:20	09.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001441	C	MF	4410200707:Průmyslový odvlhčovač		14:08:26	11.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001442	C	MF	9199:Sloupová vrtačka		14:08:29	06.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001443	C	MF	9213:Indukční ohřev ložisek			06.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001444	C	MF	4410200710:Vodní hospodářství zkušebna			12.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001445	C	MF	9258:Elektrická pec ohřívací		14:08:31	08.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001454	C	MF	9310:Kontr. dle ČSN EN 60204-1 a návodu		14:08:58	13.10.2018		* 20.08.2018	* Kontrola elektrického zařízení stroje dle ČSN EN 60204-1	* a dle návodu výrobce
415001455	B	MF	4410200718:Olejové hospodářství zkušebna	27.08.2018	14:08:20	13.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001456	C	MF	4410200721:Trenažér pro generátory			13.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001459	B	MF	4410200726:tvarování a stříhání izolace		14:08:27	15.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001460	C	MF	4410603605:Zař. zaválcov.trubek D532-40		14:08:28	16.12.2018		* 03.12.2018	* ELPA tisk	
415001478	C	MF	4410200693: roční validace	03.09.2018	14:08:27	01.11.2018				
415001479	B	MF	9476: roční kalibrace			01.11.2018				
415001480	C	MF	8620: roční validace			01.11.2018				
415001483	C	MF	8777: roční validace		14:08:28	01.11.2018				
415001486	A	MF	8669: roční validace			01.11.2018				

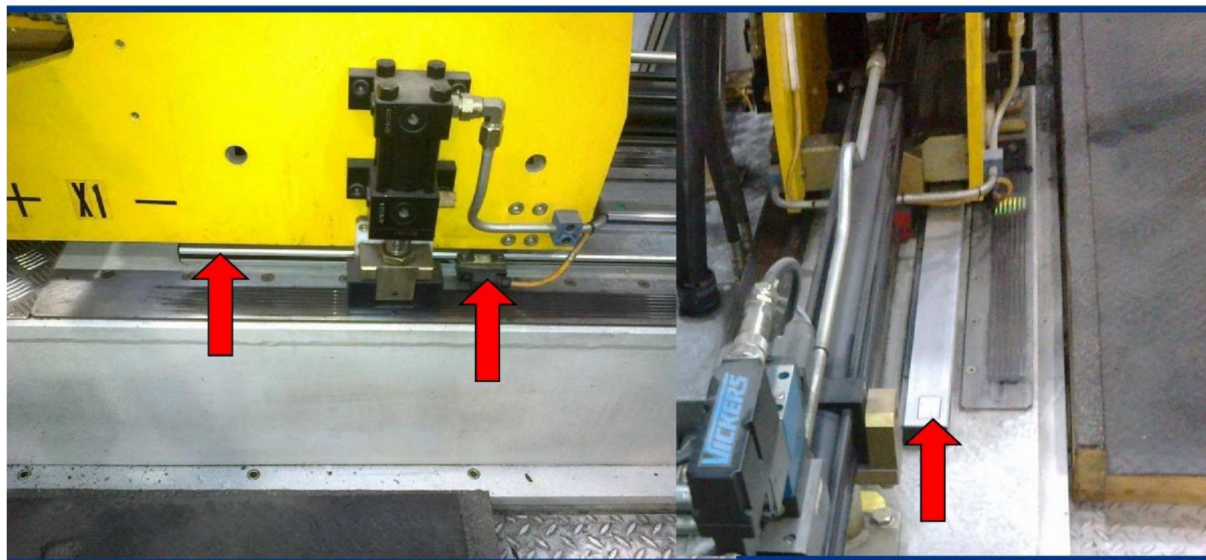
Obr. 12) Seznam plánovaných údržbářských zásahů v systému SAP

Standard pro PPO 6 měsíční – Technici SEM FM

Stroj: Tvarovačka cívek Spiraform inv. č. 8879

Pracoviště: 17430

Standard 1/2



Standard pro čištění	Demontáž a čištění a kontrola lišt odměřovacího zařízení – očistit prach a hliníkové odřené nečistoty.
Standard pro kontrolu	Kontrola jednotlivých lišt odměřovacího zařízení Prohlídka mechanických částí
Pomůcky	Textilie, čisticí prostředky, mazací lis, nářadí pro demontáž krytu
Stav zařízení	Vypnuto
Čas – trvání	240 min.
Četnost	1x za 6 měsíců

SIEMENS

Datum:	Vypracoval:	Schválil:	Schválil vedoucí pracoviště:
--------	-------------	-----------	------------------------------

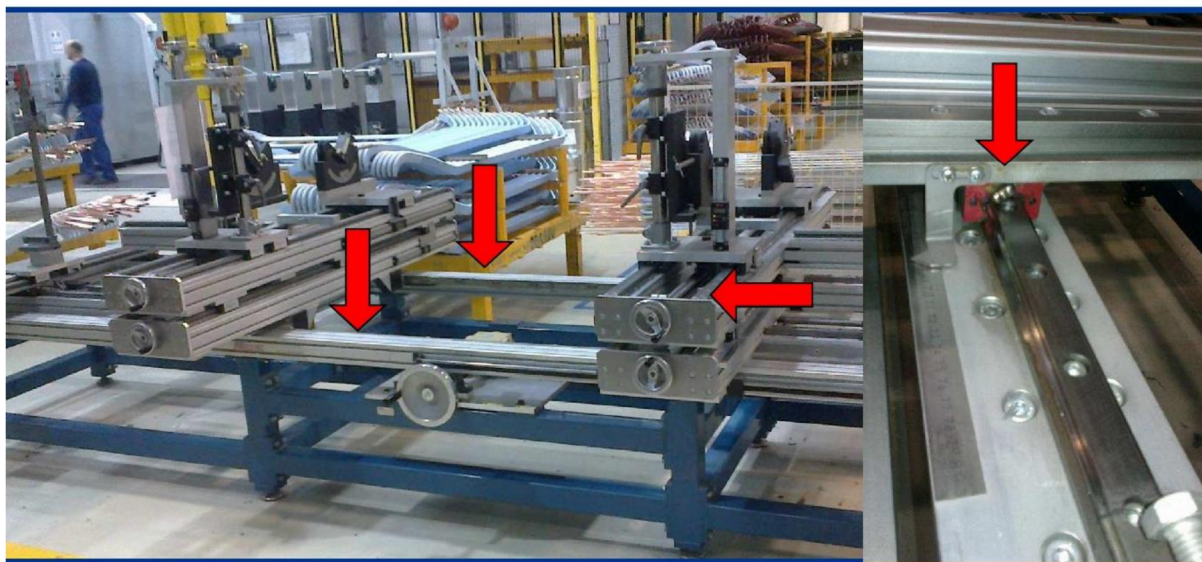
Obr. 13) Standard pro plánovanou údržbu (interní technici údržby)

Standard pro PPO 6 měsíční – Elpa s.r.o.

Stroj: Tvarovačka cívek Spiraform inv. č. 8879

Pracoviště: 17430

Standard 1/1



Standard pro čištění a mazání	Měřicí stůl na cívky: Kluzné plochy a vodící lišty očistit a promazat. Maznice na pouzdrech (tuk BFX GREASE) vytvořit lehký olejový film na lištách Při mazání nutno nanést přiměřené množství maziva, aby nedošlo ke znečištění cívek mazivem!
Standard pro kontrolu	Kontrola pohybu měřících částí, musí se pohybovat lehce.
Pomůcky	Textilie, čisticí prostředky, mazací lis, nářadí pro demontáž krytu
Stav zařízení	Volné bez cívek
Čas – trvání	60 min.
Četnost	1x za 6 měsíců

SIEMENS

Datum:	Vypracoval:	Schválil:	Schválil vedoucí pracoviště:
--------	-------------	-----------	------------------------------

Obr. 14) Standard pro plánovanou údržbu (zaměstnanci firmy Elpa)

Co se týče reaktivní údržby v případech výskytu náhlých, neplánovaných závad a poruch, existují dvě možnosti, které může operátor pro jejich nahlášení využít. Přímou do systému PAP může zadat č. stroje, vybrat, zdali se jedná o poruchu s odstávkou, bez odstávky či požadavek, a následně zvolit typ poruchy: strojní, elektro, řídicí systém, seřízení, ostatní. Informace se pak z PAPu automaticky přenesou do SAPu. Druhou možností je ohlásit vzniklý problém mistrovi, který zadá požadavek na opravu přímo do SAPu (obr. 15), kde jej v seznamu (obr. 16) vidí interní i externí zaměstnanci údržby, a mohou tedy zahájit opravu. Dva vlastní zaměstnanci mají na starosti především poruchy na impregnační stanici a záležitosti týkající se softwaru Sinumerik. Odstranění ostatních závad pak provádějí pracovníci firmy ELPA. Jejich vedoucí nahlášený požadavek na opravu přidělí konkrétnímu údržbáři a jeho jméno v SAPu připsá na konec řádku s popisem problému. Po příchodu na pracoviště údržbář vyhledá mistra, který mu stroj předá do opravy a stvrdí to svým podpisem v montážním listu. Po dokončení opravy pak osoba, která ji vykonala, do montážního listu popíše zjištěnou poruchu, způsob a dobu potřebnou pro její odstranění. Stroj předá mistrovi zpět do provozu a ten toto opět potvrdí podepsáním montážního listu. Posléze je dokument předán zaměstnanci oddělení údržby, ten jej založí do archivu a daný požadavek na opravu v SAPu uzavře.

Založení hlášení pro údržbu

Prosím, vyberte hlášení údržby, které chcete založit

MP = porucha stroje s odstávkou

MX = závada stroje bez odstávky nebo požadavek střediska

MT = závada na budově - zablokováno

MS = odstávka stroje z důvodu seřízení - zablokováno

Zrušení

Založení hlášení pro údržbu

Zadání vstupních dat pro založení hlášení

Inventární číslo stroje:

Poruchu hlásí(os.č.)

40 znaků na popis poruchy

Zrušení založení hlášení

Obr. 15) Založení hlášení pro údržbu v systému SAP (porucha stroje s odstávkou)

Výpis důvodu otevřených hlášení poruch strojů
























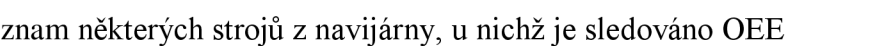
Hlášení	A	Dr.	Popis	Založ.dne	Čas hlášení	Požad.začátek	Text př.	Text1	Text2
418006029		MX	P17421: požadavek střediska P17421	13.02.2019	12:38:49	13.02.2019		Výroba stojanu baterie man.voziků včetně Uspořádání kabelů	
418006030		MX	P17430: požadavek střediska P17430	14.02.2019	07:57:12	14.02.2019		Navijčka 30t stále se vypíná , opakovaná závada	
418006032	C	MX	8760: REZACKA PAPIŘU (IZOLACÍ)		09:07:03	15.02.2019		Prosím o kompletaci,ustavení a zprovoznění velkých strojních nůžek na izolace, které jsou umístě	
418006033		MX	P17432: požadavek střediska P17432		09:11:18	15.02.2019		Prosím o výrobu a montáž držáku pro lisovací přitlačné desky k lisu dle dodaného nákresu-in	
418006034	C	MX	8980: Regálová sestava do expedice REG.1		09:40:26	14.02.2019		oprava dorazů na regále v expedici - zadní dorazy na palety, osazení ve správné výšce dle sou	
418006035		MX	P17423: požadavek střediska P17423		10:20:24	14.02.2019		Porucha PŘÍMA BRÚSKA (NAREX), nefunkční. Brúška je v kanceláři MF2 HaP+tisk	
418006039	A	MX	4410200720: Vláknoový laser Trumpf TrueLa	15.02.2019	06:16:00	15.02.2019		porucha LOAD MASTER. Hlášeno 14.2 večer. Řeší p. ELPA	obj. ND u f.Trumpf
418006040	A	MX	9481: CNC hrotový soustruh SR1		06:51:56	15.02.2019		nejede-hláší poruchu hydrostatiky, výměna filtru - ELPA-	
418006044	C	MX	9362: Lis akumulátorový Wietkovitz API30		12:38:53	18.02.2019		lisovací kleště AP30 - prasklé tělo lisu, nejede,nelisuje -	asi vlivem pádu na zem
418006045		MX	P17431: požadavek střediska P17431		12:44:49	18.02.2019		nastřelovací pistole na závitové hřebý - nastřeluje hřebý šikmo,	částečně deformuje závi
418006046		MX	P17209: požadavek střediska P17209		15:12:04	15.02.2019		Oprava 3 ks - prodlužovací kabel, 5m/5 zásuvek pro oddělení servisu	() - HaP-
414001633	C	MP	8915: odporove pajeci zarizeni Volkman	18.02.2019	06:48:52	18.02.2019	Hlášení z PaP: porucha elktro	ELPA	
418006050		MX	P17413: požadavek střediska P17413		10:25:49	18.02.2019		přípevnění a oprava držáku nástěnky v boxu č. 2	
418006051		MX	P17430: požadavek střediska P17430		11:30:33	18.02.2019		EL. připojení nůžek Maxima BP115 na pracovišti MF3 Brno (Amulle) -	účtovat na rámcovou ob
418006052		MX	P17322: požadavek střediska P17322		12:24:29	18.02.2019		Jeřáb drátovka nejede posuv kočky.	
418006053		MX	P17440: požadavek střediska P17440		13:02:28	19.02.2019		zprovoznění mazací pumpy a instalace hadice dle domluvy na místě /	stará montáž /
414001636	A	MP	8950: segmentova drazkovačka Schuller I		13:37:54	18.02.2019	NOVÁ CEDULKA STROJ OZN. SC		
418006056		MX	P17423: požadavek střediska P17423	19.02.2019	07:01:30	19.02.2019		Dodání 6ks svařovacích hadic (4m dlouhé) na svařovací agregáty na	pracovišti skládání svazků
418006057		MX	P17430: požadavek střediska P17430		07:30:04	19.02.2019		Pec č. 6 zatěžsnění dveří hřídle rotru ELPA	
418006058		MX	P17430: požadavek střediska P17430		07:50:38	19.02.2019		Z jeřábu EJ 28 kape olej. ELPA	
418006059		MX	P17411: požadavek střediska P17411		08:03:25	20.02.2019		Oprava pojistky na řetězu. ELPA	
418006060		MX	P17423: požadavek střediska P17423		08:46:56	19.02.2019		Na otočném jeřábovém oku M 20 - č. 6/2 je naražený závit	M 20 . Oko na kanceláři
418006061	C	MX	1122: NUZYK STROJNI TABULOVE		09:17:02	19.02.2019		Na Pels nesvítl světlo. ELPA	
418006062		MX	P17430: požadavek střediska P17430		09:34:24	19.02.2019		rozpadené kolečko u el.viziku 5t (dlouhé vydle)	
414001639	C	MP	8760: REZACKA PAPIŘU (IZOLACÍ)		14:34:13	19.02.2019	Hlášení z PaP: seřízení - údržba	ELPA-	
418006065		MX	P17430: požadavek střediska P17430		14:45:52	19.02.2019		oprava přímočaré pilky (ocasatka) MAKITA - HaP+tisk	
418006066	B	MX	8836: Ovječka cívek MI 155	20.02.2019	04:09:03	20.02.2019	Hlášení z PaP: porucha strojní	ELPA-	
414001641	C	MP	8593: STROJNI TABULOVE NUZYK NTC -		06:06:48	20.02.2019	Hlášení z PaP: seřízení - údržba	ELPA-	
418006067		MX	P17421: požadavek střediska P17421		06:35:51	20.02.2019		Ulomený držák PET lahve na pracovišti Schuler 2. ELPA	
418006068	A	MX	4410200720: Vláknoový laser Trumpf TrueLa		07:04:28	20.02.2019		Nefunguje výměna roštů. ELPA-	
418006069		MX	P17421: požadavek střediska P17421		07:06:20	20.02.2019		Nefunkční nůžkový hydraul. stůl na pracovišti odbřívování. ELPA-	
418006070		MX	P17430: požadavek střediska P17430		07:31:36	20.02.2019		Oprava el.prodloužení 230V - MF3 - HaP+tisk	
418006071		MX	P17430: požadavek střediska P17430		07:49:43	20.02.2019		Mostový jeřáb EJ 28 - kape olej a nefunguje mikro pojezd.	
418006072	A	MX	9473: Portálové frézové centrum FRFQ350-		08:53:01	20.02.2019		porucha chlazení VT,porucha filtru (CH-SP37), stroj nejede-ELPA	
418006073		MX	P17322: požadavek střediska P17322		09:00:24	20.02.2019		Výměna vzduchové ofukovací pistole. ELPA-	
418006074		MX	P17440: požadavek střediska P17440		10:10:36	20.02.2019		Přeznačení vázacích prostředků N1, N2, N5, C27 z MF1 na MF4	ELPA-
418006075	C	MX	8915: odporove pajeci zarizeni Volkman		10:11:20	20.02.2019		Oprava-dolití chladící kapaliny ELPA-	
418006076		MX	P17522: požadavek střediska P17522		13:15:50	20.02.2019		Zaplachtování strojů a materiálu v prostoru těžké navijárny v termínu	22.2. od 14:00 hod.
418006077		MX	P17413: požadavek střediska P17413		13:53:00	20.02.2019		Na velké kladivo (palice) dodat novou násadu. ELPA-	
418006078		MX	P17432: požadavek střediska P17432		13:53:17	21.02.2019		Demontáž dvou polohovadel na staré navijárně-vkládání a montáž dvou	nových-převoz z haly 4A
418006079		MX	P17522: požadavek střediska P17522	21.02.2019	07:23:42	21.02.2019		Zakrytí díry po malé mačceci vaně na RR - účtovat na Footprint	ELPA-
414001642	B	MP	8515: NAVIJECKI STROJ ROTORU		09:36:05	21.02.2019	Hlášení z PaP: porucha strojní		

Obr. 16) Seznam požadovaných oprav v systému SAP

U vybraných strojů je sledováno také tzv. OEE (obr. 17). Nejedná se však o OEE v pravém slova smyslu, které by se počítalo na základě pohotovosti, výkonnosti i míry kvality. V tomto případě je sledován pouze provozní stav, v němž se stroj v daném okamžiku nachází (obr. 18): stroj je vypnutý (červená), je zapnutý, ale nevyrábí (světle zelená), vyrábí (tmavě zelená). Zjištění provozu konkrétního stroje pak vychází z charakteru jeho činnosti, např. u soustruhu jsou sledovány jeho otáčky.

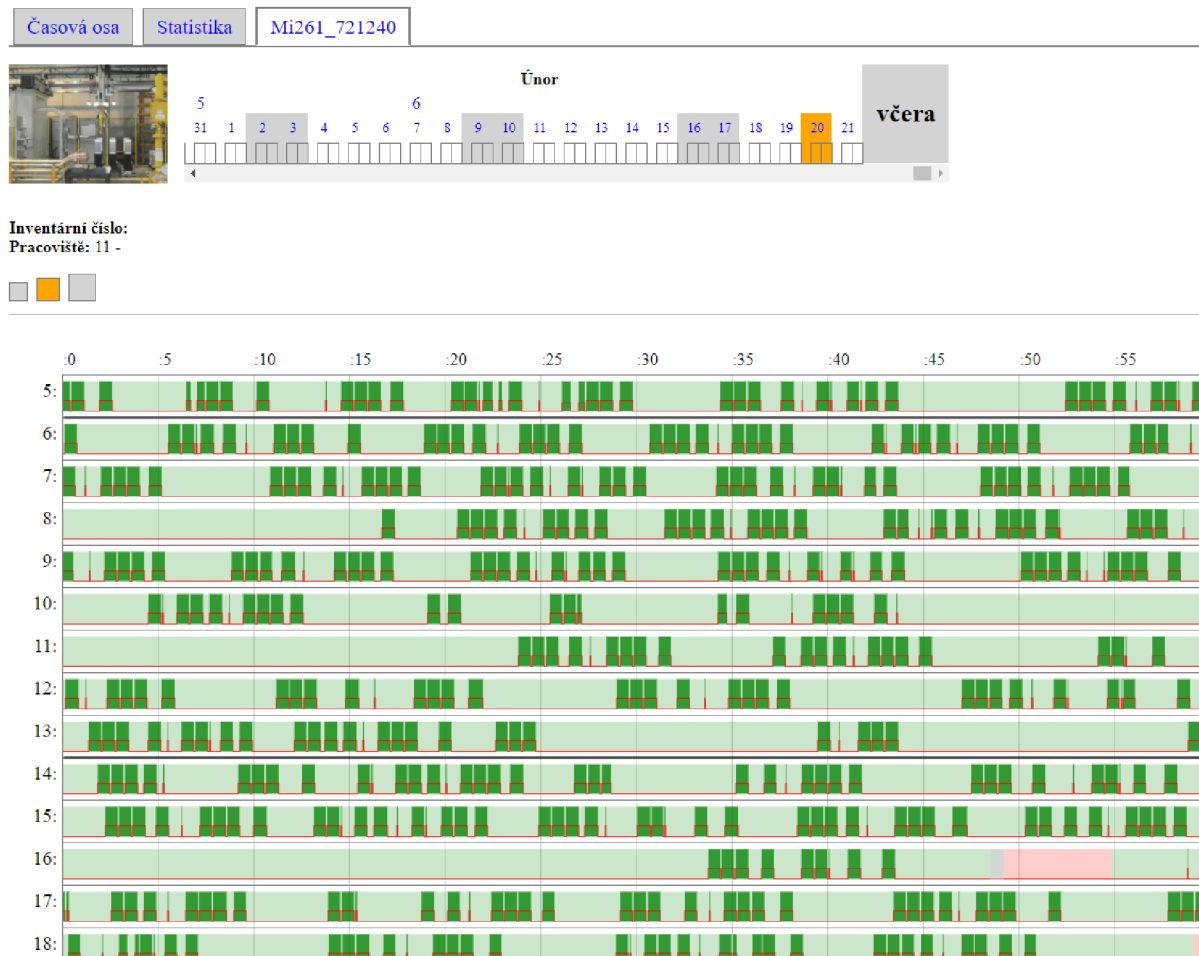
Pro každou zakázku a dílčí výrobní operaci je stanovená časová norma na její provedení, např. počet hodin potřebných k navinutí určitého množství cívek. Operátor si tedy dokáže vypočítat čas připadající na jeden kus, resp. množství, které by měl být schopen za směnu vyrobit. Skutečně dosažený objem výroby pak na konci směny zadá do systému PAP. Pro výpočet druhé dílčí složky OEE, výkonnosti, by za stávajících podmínek tedy bylo možné získávat pouze jeden číselný údaj za směnu.

S posledním dílčím parametrem celkové efektivity zařízení, úrovní kvality, nastává jistý problém. U sériových výrob, při kterých je produkováno velké množství výrobků, lze obecně relativně snadno sledovat dosahování požadované kvality a statisticky vyhodnocovat počet neshod a jejich příčiny. Charakter výroby v SEM Drásov je však zcela odlišný – objem výroby je co do počtu vyprodukovaných kusů poměrně malý, avšak výroba každého z nich je časově velice náročná. Operátor je typicky přímou součástí výrobního procesu a pokud zpozoruje vznikající problém, okamžitě výrobu pozastaví, přivolá seřizovače, který stroj uvede do požadovaného stavu, a až poté může výroba daného kusu pokračovat dále.

MF3 - Navijárna		
Navijárna B		
	Mi261_721240 11	
	IR_668_721237 11	
	Spiraform_338902 11	
	Slepovací lis_721236 11	
	Navijacka civek_712333 11	
	V.P.I_722201 11	
	Pec_1_722201 11	
	Pec_2_722201 11	
	Pec_3_722201 11	
	Pec_4_722201 11	
	Pec_5_722201 11	 192.168.150.28
	Pec_6_722201 11	

Obr. 17) Seznam některých strojů z navijárny, u nichž je sledováno OEE

Mi261_721240 - Visual OEE Drásov



Obr. 18) Sledování OEE, resp. provozního stavu, u vybraného stroje

4.3 Technicko-ekonomické posouzení dosažených výsledků

Jedním z opatření, která již byla ve firmě implementována, je zavedení autonomní údržby (AÚ) u vybraných, strategických strojů. Jak již bylo v práci uvedeno dříve, tento krok má mnoho příznivých dopadů na daná zařízení, zaměstnance i řízení údržby jako takové. Pokud budeme stroj pravidelně čistit, mazat, kontrolovat a všimnout si při jeho provozu různých abnormalit, dokážeme jej snáze udržovat v dobrém technickém stavu, snížit jeho poruchovost, prodloužit životnost a případné problémy včas odhalit a odstranit. Díky tomu, že tyto činnosti nejsou příliš náročné na odborné znalosti, je po základním zaškolení může provádět i sama obsluha stroje. Ta takto lépe pochopí jeho konstrukci a funkce, snáze odhalí zmíněné abnormality, dokáže o problému efektivněji komunikovat s údržbářem a jednodušší úkony zvládne případně provést svépomocí. Zároveň se zaměstnancům údržby vytvoří větší časový fond pro náročnější zásahy. Celý tento systém může mít na zaměstnance i motivační efekt: operátor získá možnost rozšířit si své znalosti a dovednosti a na čistém a udržovaném pracovišti se mu bude zajisté lépe pracovat. Dalším přínosem převedení těchto úkonů z kvalifikovaných techniků údržby na operátory je i pokles finanční náročnosti autonomní údržby daný rozdílem ve mzdách různých pracovních pozic. Tabulka 2 uvádí přibližnou roční úsporu, které firma takto docílila, a průměrné a odhadované hodnoty potřebných údajů poskytnutých zaměstnanci společnosti.

Tab 2) Roční finanční úspora v důsledku zavedení autonomní údržby

Počet strojů, u nichž je prováděna AÚ:	82 strojů
Doba potřebná pro AÚ / 1 stroj / 1 den:	10 min / stroj / den
Počet dní provozu stroje / 1 rok:	242 dní / rok
Hodinová mzda operátora:	140 Kč / hod
Hodinová mzda technika údržby:	350 Kč / hod
Přibližná roční úspora v důsledku zavedení AÚ:	694 540 Kč

$$\text{Přibližná roční úspora} = 82 \cdot \frac{10}{60} \cdot 242 \cdot (350 - 140) = 694540 \text{ Kč}$$

Autonomní údržba všech strojů zabere během jednoho dne v součtu necelých 14 hod. Odhadovaná úspora pak činí přibližně 700 tisíc Kč ročně, což je nezanedbatelná částka. Pokud vezmeme v úvahu i další zmíněné výhody, je přínos zavedení autonomní údržby prováděné obsluhou strojů a zařízení jasně patrný.

5 NÁVRH OPATŘENÍ KE ZLEPŠENÍ AUTONOMNÍ A PLÁNOVANÉ ÚDRŽBY VE FIRMĚ

Koncept totálně produktivní údržby se ve společnosti Siemens Electric Machines s. r. o. v Drásově začal zavádět již před několika lety. Jedná se však o úkol, který je dosti náročný jak na čas, tak i na lidské zdroje, a vzhledem k tomu, že jedním z pilířů TPM je neustálé zlepšování, tento proces vlastně nikdy zcela nekončí. V současné době má firma v rámci TPM vytvořený systém autonomní a plánované údržby. Aktuálnost, přítomnost odpovídajících dokumentů na pracovišti a jejich dodržování je kontrolováno při pravidelných 6S auditech. Dále je pak částečně zavedeno sledování provozních stavů některých strojů.

Problematika TPM je velmi široká a nabízí mnoho prostoru pro zlepšení autonomní a plánované údržby i dalších souvisejících oblastí. V další části kapitoly budou uvedeny jednotlivé návrhy opatření pro zlepšení stavu řízení údržby ve společnosti, zjednodušení a zefektivnění činností, získání možnosti sledovatelnosti a analýzy procesů apod.

5.1 Sledování a evidence údržbářských zásahů

Trendem současné doby je přechod od papírové formy řízení nejen výroby, ale vlastně celého chodu firmy k formě elektronické. Převedením nejrůznějších dokumentů, tabulek, záznamů atd. do elektronické podoby dokážeme usnadnit a zefektivnit jejich správu a editaci a taktéž zajistit jejich používání v aktuální podobě. Vzhledem k tomu, že mnoho z níže navrhovaných opatření se pak týká právě takovéto digitalizace, sběru dat a jejich vyhodnocování, bych se ráda ještě zpětně odvolala na informace uvedené v kapitole 4.2 týkající se informačních systémů SAP a PAP používaných ve firmě. Autory systému PAP, kterým jsou vybavena prakticky všechna pracoviště ve výrobě a skrze který je možné zadávat a přenášet data do SAPu, jsou sami zaměstnanci IT oddělení společnosti. Při konzultaci s jedním z těchto pracovníků jsem pak byla ujištěna, že PAP je skutečně možné upravovat a rozšiřovat o nové funkce podle potřeb uživatele, a implementace navrhovaných opatření by tedy neměla činit žádný problém. Výhodou oproti komerčním systémům je pak samozřejmě snadnější komunikace zadavatele požadavku s programátorem, jeho znalost prostředí společnosti a souvisejících okolností, lepší možnosti testování správné funkce systému a v neposlední řadě taky finanční náročnost takového úkolu.

V praxi bych pak takovýto převod do elektronické podoby doporučila např. u kontrolní karty pro autonomní údržbu. Operátor by její vykonání potvrdil v PAPu, který by jej v opačném případě na provedení stanovených činností upozornil: u těch, které se mají vykonat na začátku směny, by neumožnil zahájit práci na daném stroji a u činností vyžadovaných na konci směny by neumožnil odhlášení z pracoviště. Díky tomu by mohly odpadnout také dvě měsíční kontroly mistrem, zdali je kontrolní karta správně vyplněna. Dále by nebylo nutné archivovat tak vysoký počet papírových dokumentů, které jsou horší na dohledatelnost informací, pro jejich skladování je potřeba vyčlenit fyzický prostor a představují jistou zátěž pro životní prostředí. Nutným předpokladem pro (nejen) tuto změnu je pak schopnost přihlášení každého pracovníka do systému PAP pomocí vlastní zaměstnanecké čipové karty tak, aby bylo jednoznačné, kdo v danou dobu na pracovišti pracoval a jaké činnosti během té doby (ne)vykonal.

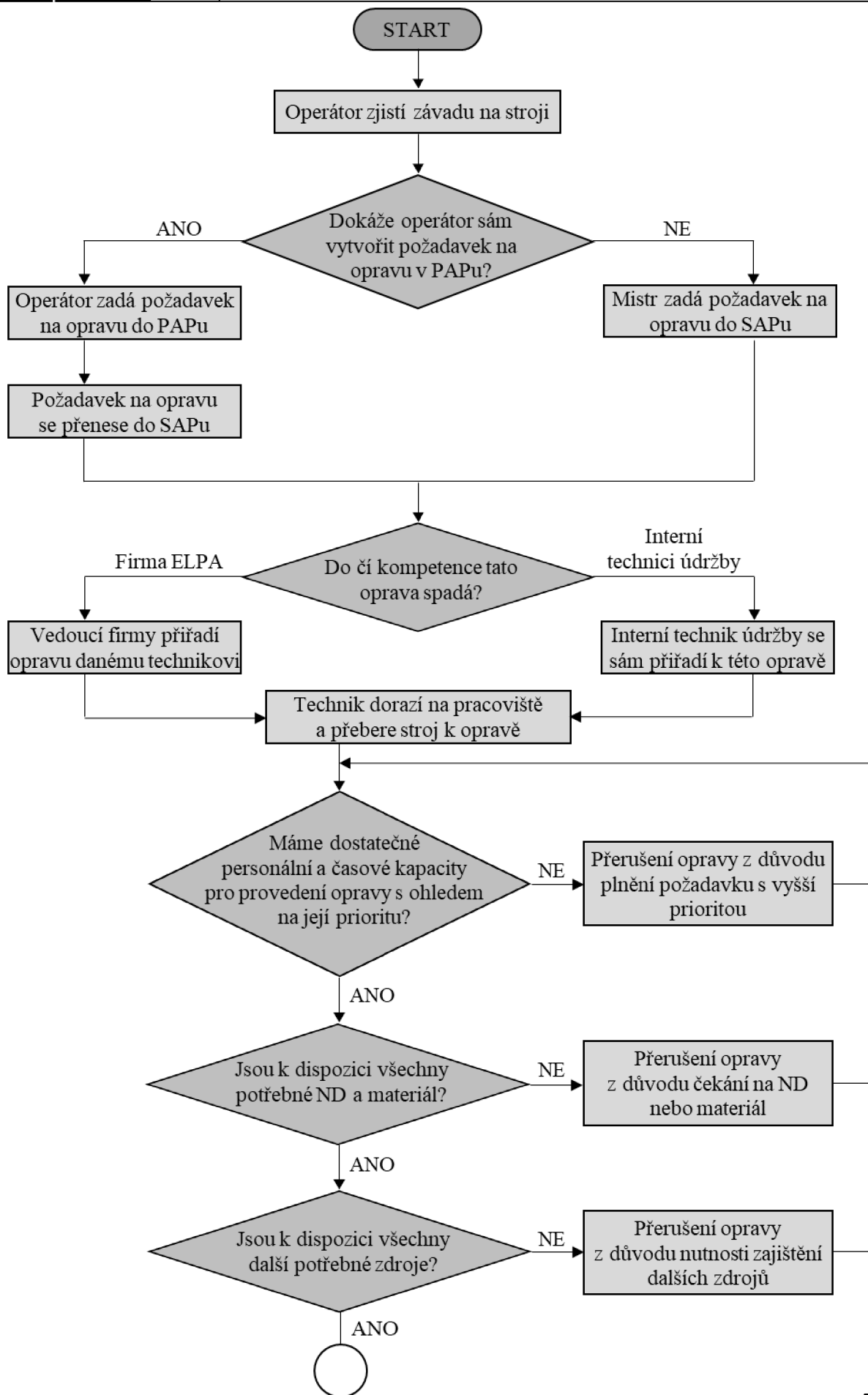
O něco rozsáhlejší projektem by mohlo být zavedení elektronického sledování průběžného stavu probíhající opravy a výstupů údržbářských zásahů. V současné době je informace o vzniklé poruše zadána do SAPu, následně je její vyřešení přiděleno vybranému údržbáři, který na pracoviště dorazí, provede opravu a vyplní montážní list. Jak je tedy patrné, celý tento proces není aktuálně nijak blíže sledován, pro získání informací o průběhu nebo dokončení opravy musí člověk odpovědného technika zastihnout osobně nebo alespoň telefonicky, a není tedy možné tyto činnosti nijak objektivně hodnotit ani zlepšovat. Mým návrhem by tedy bylo vytvořit v PAPu seznam typických etap opravy:

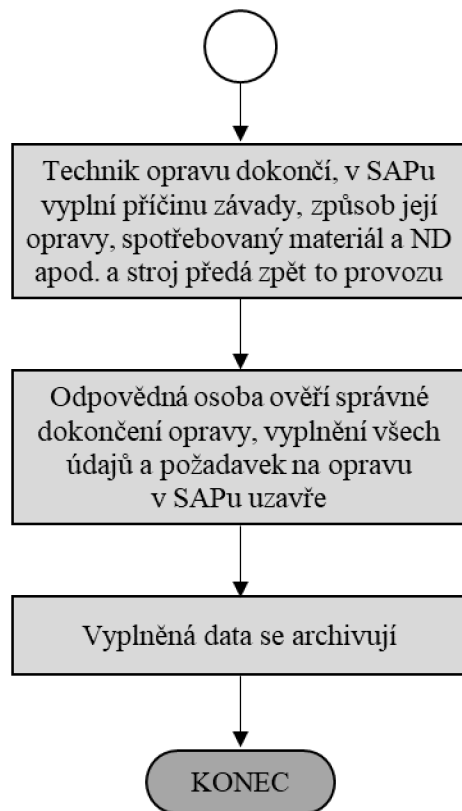
- požadavek na opravu byl vytvořen,
- požadavek na opravu byl přidělen technikovi údržby,
- technik údržby přebral stroj k opravě,
- oprava byla přerušena z důvodu plnění požadavku s vyšší prioritou,
- oprava byla přerušena z důvodu čekání na náhradní díly,
- oprava byla přerušena z důvodu nutnosti zajištění dalších zdrojů (kvalifikovaný odborník, technická diagnostika, outsourcing některé činnosti apod.),
- technik údržby předal stroj do provozu,
- požadavek na opravu byl uzavřen.

Odpovědný pracovník by pak vždy vybral ze seznamu jednu z položek, díky čemuž by získala firma informace o tom, jak dlouho jednotlivé etapy oprav trvají, u kterých z nich existuje největší potenciál pro zkrácení doby jejich trvání, jak moc efektivně využívají údržbáři svůj čas během směny, a především by bylo možné snadno a v reálném čase dohledat, v jaké fázi se právě která oprava nachází. Některé z etap by bylo vhodné doplnit taktéž o doplňující poznámku: jméno zvoleného odpovědného technika, popis / č. požadavku s vyšší prioritou, chybějící náhradní díl nebo jiný zdroj. Záznam takového sledování etap probíhající opravy je zobrazen na obr. 19 a mapa procesů na obr. 20 potom stručně znázorňuje jednotlivé etapy opravy pro získání lepší představy o jejich návaznosti.

Hlášení č. 437008790		Hrotový soustruh	Lehká obrobna	
Den	Čas	Etapa opravy	Poznámka	Délka etapy
08.01.2019	07:09:01	Požadavek vytvořen		00:11:55
08.01.2019	07:20:56	Požadavek přidělen technikovi	ELPA – technik B	02:39:09
08.01.2019	10:00:05	Stroj přebrán k opravě		04:46:02
08.01.2019	14:46:07	Čekání na ND	Ložisko XYZ – předpokládané dodání 9.1.2019 v 7 hod.	> 05:08:43

Obr. 19) Příklad sledování průběhu opravy





Obr. 20) Mapa procesů: etapy opravy

Výstupem reaktivní i plánované údržby je v současné době tzv. montážní list. Jedná se o dokument, ve kterém technik údržby vyplní popis zjištěné závady, provedené opravy, výkaz odpracovaných hodin, spotřebovaný materiál a ujetou vzdálenost v případě nutnosti dopravy. Stejně jako v minulém případě tedy není oddělení údržby schopno efektivně pracovat s poskytnutými informacemi, analyzovat je a získávat tak podklady nutné pro zavádění změn. Mým návrhem je vytvoření databáze nejčastějších typů poruch, závad. V ideálním případě by se měl sejit tým tvořený zástupcem oddělení údržby, několika údržbáři, mistry, případně seřizovači nebo operátory a ti by následně stanovili seznam např. 10 nejčastěji se vyskytujících druhů poruch či závad. Méně časté problémy by byly zařazovány do kategorie „Ostatní“. Technik údržby by pak vždy vybral jednu položku ze seznamu, díky čemuž bychom získali elektronickou evidenci příčin poruch a mohli odhalit např. do té doby skryté souvislosti mezi vznikem určitého problému a konkrétním strojem nebo provozními podmínkami. Pro upřesnění nalezené závady by technik využil další pole určené k vepsání poznámky. I zde by bylo samozřejmě možné vysledovat nejčastější příčiny a vytvořit druhou úroveň této databáze.

Pro popis provedené opravy by technik obdobně jako nyní využil textové pole. Zde je však potřeba zaměstnancům vysvětlit, že je nutné nepsat pouze krátkou, stručnou poznámku, ale detailněji popsat technický stav zařízení, průběh opravy a další relevantní informace. Vhodná by byla taktéž možnost přiložení související fotodokumentace, protokolů z měření a dalších případných příloh. Po uplynutí delší doby nebo při fluktuaci zaměstnanců takto nedojde ke ztrátě získaných znalostí a zkušeností, bude možné se k danému problému a jeho řešení zpětně vrátit a dohledat potřebné informace.

Výkaz odpracovaných hodin již nebude nutné vyplňovat vůbec. Díky elektronickému sledování průběhu opravy, resp. plánované údržby, bude ihned jasné vidět délka trvání celého zásahu i jeho dílčích etap. Jednak se tímto odstraní možnost umělého navyšování počtu odpracovaných hodin, kdy sám údržbář napíše do montážního listu, že oprava probíhala např. od 9 do 12 hod., jednak také získáme přehled o tom, jak dlouho obvykle daný typ údržbářského zásahu trvá, jak rychle jej dokáže konkrétní technik provést nebo jak vytížení jednotliví pracovníci jsou.

Další a tentokrát již poměrně velmi rozsáhlá databáze by se měla vztahovat k náhradním dílům. Po provedení údržby by zaměstnanec z databáze vybral spotřebovaný materiál a jeho množství. Následně bychom tedy mohli zjistit aktuální stav skladových zásob, vést statistiku o frekvenci spotřeby jednotlivých dílů, po určité době ji začít využívat i pro předpověď budoucí spotřeby a optimalizovat tak množství materiálu drženého skladem. Kromě záznamů o spotřebě může databáze obsahovat také informace o dodacích lhůtách, o dostupnosti daného materiálu v jiných závodech skupiny Siemens, pokyny pro montáž apod.



Po předání stroje zpět do provozu a vyplnění všech potřebných údajů by byla informována odpovědná osoba (u složitějších úkolů a oprav zaměstnanec oddělení údržby, u jednodušších činností jako je seřízení mistr), která by v SAPu daný požadavek na opravu či plánovanou údržbu uzavřela. Toto hlášení by poté zmizelo ze seznamu aktuálně otevřených požadavků, avšak pro budoucí využití by zůstalo archivováno v databázi.





Příklad dvou řádků ze seznamu aktuálně otevřených požadavků na opravy a další údržbářské zásahy je zobrazen na obrázku 21. Pro každé hlášení vidíme, kdo a kdy jej vytvořil, k jaké závadě na kterém stroji došlo, kdo je odpovědný za opravu a jaký je její průběh. Při rozkliknutí ikony hodin se otevře záznam průběhu konkrétní opravy (obr. 19), ikona složky obsahuje přiložené fotky, výsledky měření, technické zprávy apod. a kliknutím na ikonu ve tvaru klíče se z databáze zobrazí materiál a náhradní díly, které byly při této opravě spotřebovány.

Aby mohly být všechny tyto informace efektivně využívány, je především nutné, aby byly správné, výstižné, dostatečně podrobné, srozumitelné apod. Bylo by vhodné všechny zúčastněné osoby před zavedením těchto změn dostatečně proškolit a vysvětlit jim, jaký je význam a přínos aplikovaných opatření a požadovaný způsob zápisu údajů.

Č. hlášení	Den, čas hlášení	Zadavatel hlášení	Stroj	Č. střediska	Inv. č.
437008790	08.01.2019 07:09:01	Operátor A	Hrotový soustruh	P17412	9036
437008791	08.01.2019 19:35:30	Mistr lisovny D	Drážkovací lis	P17421	8937

Popis závady	Odpovědný technik	Aktuální etapa opravy	Stav opravy
Vysoké vibrace na vřetenu, horší kvalita obrobků	ELPA – technik B	Čekání na ND <input type="checkbox"/>	● Pozastavena
Nedostatečný přítlak lisu	Seřizovač E	Stroj přebrán k opravě <input type="checkbox"/>	● Probíhá

Průběh opravy	Příčina závady	Popis příčiny závady	Popis provedené opravy
	Opotřebení <input type="checkbox"/>	Opotřeбенé ložisko XYZ - vnitřní kroužek	Vibrodiagnostickým měřením byly zjištěny vysoké vibrace s frekvencí odpovídající poškození vnitřního kroužku ložiska vřetene. Další provoz stroje je velice riskantní. Díl je skladem v Siemens Mohelnice, očekávaný termín dodání 9.1.2019 kolem 7 hod.
	<input type="checkbox"/>		

Přílohy	Spotřebovaný materiál, ND	Odpovědná osoba	Odpracované hodiny	Ujeté km
		Zaměstnanec oddělení údržby C	> 12:45:49	
		Mistr lisovny D	> 00:19:20	

Obr. 21) Příklad seznamu oprav a s nimi souvisejících informací

5.2 Hodnocení OEE

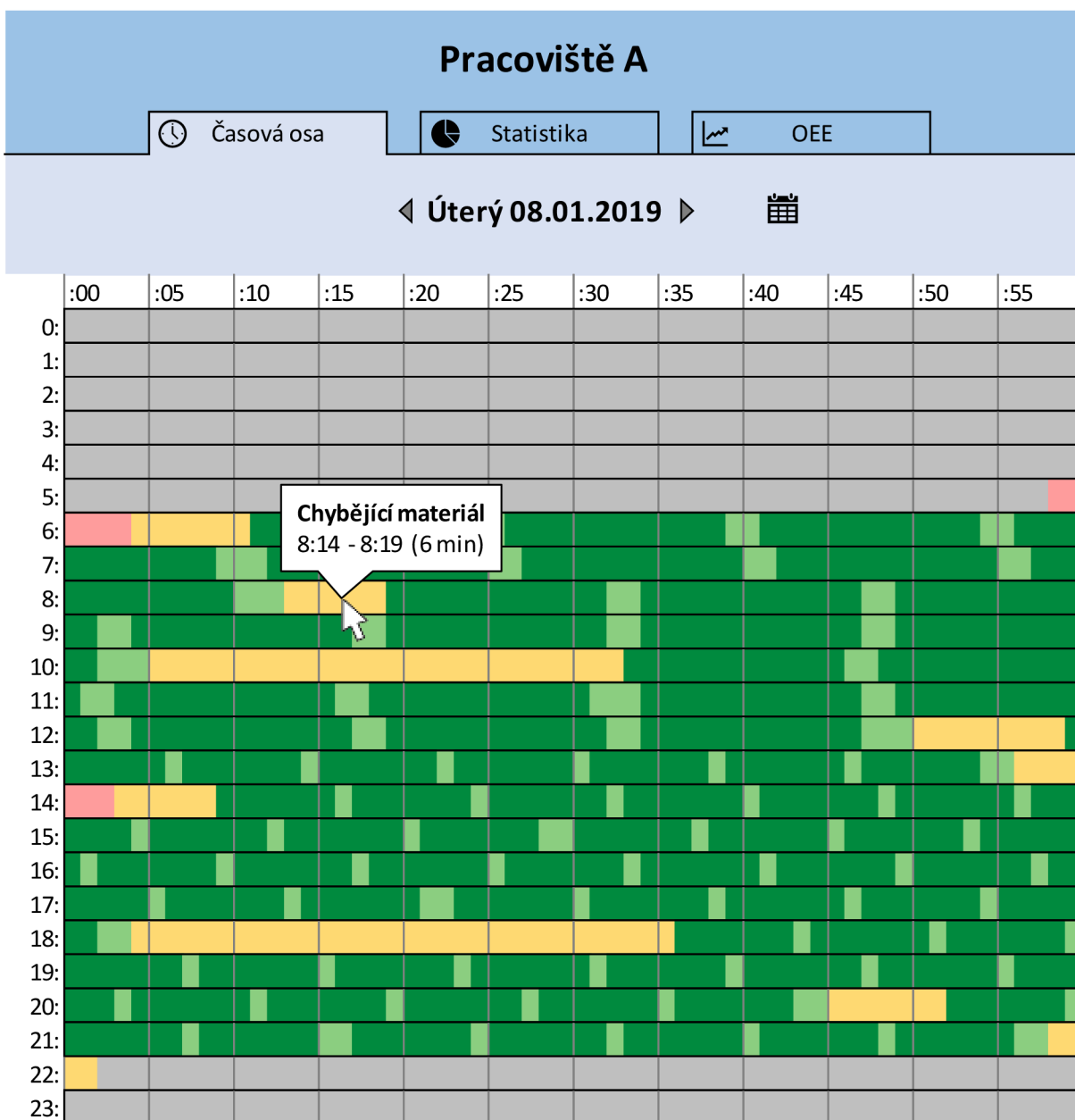
V současné době je již zaveden systém sledování provozního stavu vybraných strojů. Problémem je však pouze velmi omezená kategorizace těchto stavů: stroj je vypnutý / zapnutý, avšak nevyrábí / vyrábí. V době, kdy je stroj vypnutý nebo je zapnutý, avšak ne v běhu, neplní svou funkci, a tedy společnosti nevytváří žádnou hodnotu. Tuto dobu můžeme dále rozdělit na část, kdy stroj využívat nepotřebujeme, protože u něj právě nemáme plánované žádné zakázky, a část, kdy sice potřebujeme, aby stroj svou činnost vykonával, ale není to z nějakého důvodu možné (chybějící materiál, nedostatek lidských zdrojů, porucha, plánovaná údržba apod.). Ukazatel OEE se vztahuje pouze k plánované době provozu a první z těchto případů nás tedy z tohoto pohledu zajímat příliš nemusí. Ten by byl zahrnut až při sledování ukazatele TEEP, který v sobě zahrnuje i součinitel využití, tj. podíl plánovaného času provozu z času celkového, a více než s údržbou souvisí s plánováním výroby a případným pořizováním nových strojů.

Z pohledu údržby nás pak zajímá právě ta doba, kdy od stroje jeho funkci vyžadujeme, ale z určitého důvodu toho není dosaženo. Abychom byli schopni tyto časové intervaly zkrátit, je nutné sbírat, analyzovat a vyhodnocovat data o příčinách jednotlivých prostojů. Na základě znalosti výrobního procesu a doposud získaných informací ze sledování provozního stavu lze pro jednotlivá pracoviště a konkrétní výroby určit průměrný takt, resp. čas krátkodobého přerušování chodu stroje mezi výrobou jednotlivých kusů. Řekněme, že určitý stroj provádí danou výrobní operaci u jednoho kusu výrobku po dobu 13 min a během dalších asi 2 minut obsluha odebere hotový kus, vymění jej za kus následující a operaci opět spustí. Čas, který operátor na tuto manipulaci potřebuje, se bude pokaždé mírně lišit, avšak můžeme říci, že za běžných okolností nepřesahuje např. 3 min. Mé navrhované opatření je tedy takové, že pokud sledovací zařízení i po uplynutí této doby vyhodnotí stav zařízení jakožto zapnutý, avšak bez probíhající výroby, vyzve obsluhu k výběru, resp. změně příčiny prostoje ze seznamu (obr. 22).

	Příčina prostoje: Seřízení
<p>Vyberte příčinu prostoje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Chybějící materiál <input type="radio"/> Špatná kvalita výroby <input type="radio"/> Přejít na jinou výrobu <input checked="" type="radio"/> Seřízení <input type="radio"/> Porucha, závada <input type="radio"/> Autonómni údržba <input type="radio"/> Plánovaná údržba <input type="radio"/> Zaškolování <input type="radio"/> Audit <input type="radio"/> Přestávka <input type="radio"/> Ostatní <p style="text-align: right;">Vybrat</p>	<p>Vyberte jinou příčinu prostoje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Chybějící materiál <input type="radio"/> Špatná kvalita výroby <input type="radio"/> Přejít na jinou výrobu <input type="radio"/> Seřízení <input type="radio"/> Porucha, závada <input type="radio"/> Autonómni údržba <input type="radio"/> Plánovaná údržba <input type="radio"/> Zaškolování <input type="radio"/> Audit <input type="radio"/> Přestávka <input type="radio"/> Ostatní <p style="text-align: right;">Vybrat</p>

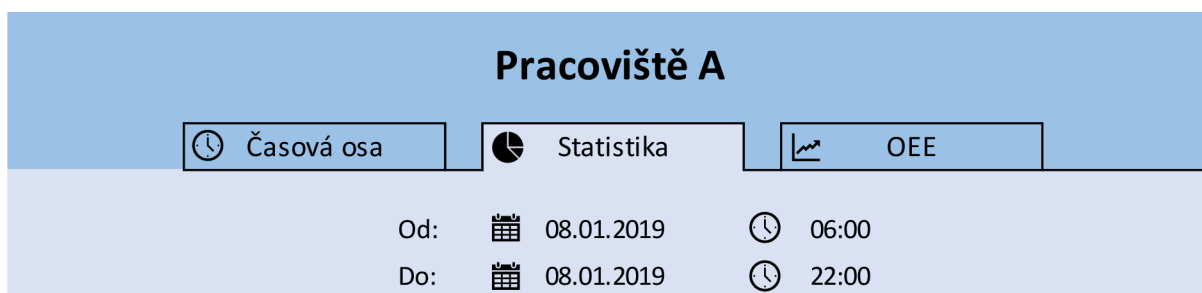
Obr. 22) Výběr příčiny prostoje

Přínosem tohoto opatření je získání poměrně detailního přehledu o průběhu práce na pracovišti, jak ukazuje obr. 23. Šedá oblast značí dobu, během níž byl stroj vypnutý, červená barva dobu, kdy již byl stroj zapnutý, avšak na pracovišti nebyl v systému PAP přihlášen žádný zaměstnanec. Po tom, co mistr zadá operátorům práci na danou směnu, se osoba na pracovišti přihlásí a stav automaticky přejde do oranžové barvy značící prostoje, v tomto případě autonomní údržbu na začátku směny. Tmavě zelená barva následně označuje čas, během kterého stroj vykonával svou funkci, světle zelené jsou krátkodobé pauzy, během kterých operátor provádí manipulaci s hotovým a následujícím dílem a případně další nutné úkony. Právě tehdy, když světle zelený interval přesáhne pro danou výrobu stanovenou dobu, přejde systém do stavu prostoje a operátora se dotáže na jeho příčinu. Při najetí kurzorem na konkrétní časový interval se pak zobrazí důvod prostoje a délka jeho trvání. Na obr. 23 pak můžeme vidět tyto prostoje: autonomní údržba na začátku a konci každé směny, půlhodinová přestávka v průběhu každé směny, ráno čekání na chybějící materiál, před 13. hod přechod na jiný typ výroby (následovaný změnou rychlosti produkce) a seřízení stroje ve večerních hodinách.

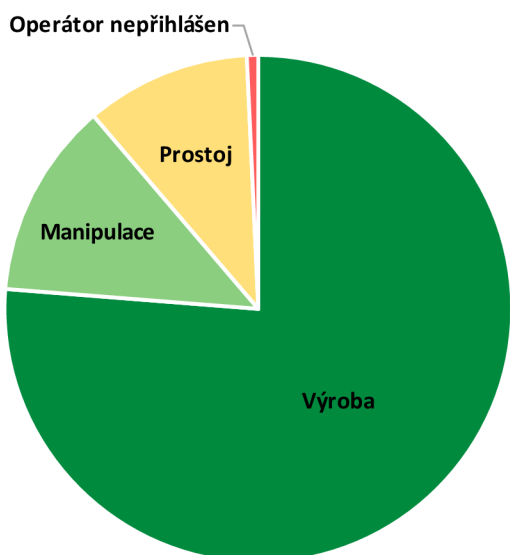


Obr. 23) Průběh práce na pracovišti – časová osa

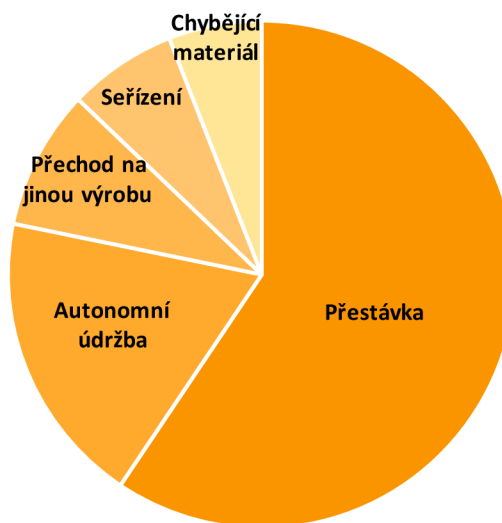
Obrázek 24 následně zobrazuje statistiku využití pracoviště během zvoleného časového úseku. Vybraní zaměstnanci by měli ze svých počítačů přístup i k podrobnějším statistikám obsahujícím doplňující informace, možnost filtrování podle vybraných parametrů, srovnání jednotlivých pracovišť apod. Na základě takto získaných informací bude možné určit příčiny, které způsobují největší počet prostojů nebo prostoje s nejdelší dobou trvání, a v duchu Paretovy analýzy následně zavádět taková nápravná opatření, která přispějí ke zvýšení pohotovosti pracoviště nejvíce. Dalším využitím může být např. kontrola dodržování předepsaných přestávek nebo srovnání produktivity jednotlivých směn.



Využití pracoviště



Prostoj



Čas [hh:mm]	Čas [%]	Využití
12:12	76%	Výroba
02:00	13%	Manipulace
01:41	11%	Prostoj
00:07	1%	Operátor nepřihlášen

Čas [hh:mm]	Čas [%]	Prostoj
01:00	59%	Přestávka
00:19	19%	Autonomní údržba
00:09	9%	Přechod na jinou výrobu
00:07	7%	Seřízení
00:06	6%	Chybějící materiál

Obr. 24) Průběh práce na pracovišti – statistika

Pro komplexní hodnocení celkové efektivity zařízení je nutné počítat hodnoty všech tří dílčích součinitelů: pohotovosti, výkonnosti a kvality (obr. 25). Při výpočtu součinitele pohotovosti jsem vycházela ze situace, kdy zaměstnanci pracují ve dvousměnném provozu, v osmihodinových směnách s půlhodinovou přestávkou a 15 minut je vyhrazených na zadání

práce a autonomní údržbu, tj. plánovaný čas provozu činí 435 min za směnu. Čas přerušení poté říká, o kolik doba, během níž neprobíhala výroba (prostoje + operátor není přihlášen), převyšuje plánované přerušení provozu. Při programování výpočtu je však nutné pamatovat na možnost úpravy vzorce v případech plánované údržby, kterou se sníží plánovaný čas provozu.

$$A = \frac{\text{plánovaný čas provozu} - \text{čas přerušení}}{\text{plánovaný čas provozu}} = \frac{2 \cdot 435 - (101 + 7 - 2 \cdot 45)}{2 \cdot 435} = 0,979$$

Pro výpočet součinitele výkonnosti je potřebné znát časové normy pro výrobu jednotlivých výrobků. V našem případě je pro první typ výrobku stanoven čas výroby na 13 min, čas následné manipulace na 2 min a vyrobeno bylo během dne 24 ks. Po přechodu na druhý typ výroby se stihlo vyrobit 60 ks, přičemž stanovená norma činí 7 min na výrobu a 1 min na manipulaci. Skutečný operační čas je dán součtem tmavě a světle zelených oblastí na časové ose. Zde stojí za zmínku problematika přístupu ke stanovení času manipulace, po jehož uplynutí systém vyhodnotí stav pracoviště jako prostoj. V uvedeném příkladu počítám v čitateli zlomku u normovaného času s časem obvykle potřebným (2 min a 1 min). Prostoj však začíná až po uplynutí o něco delší doby (3 min a 2 min), což je obsaženo ve jmenovateli zlomku. Je tedy nutné, aby byly časy pro jednotlivé výroby před jejich vložením do systému pečlivě proměřeny a následně nastaveny tak, aby prostoj nevznikal už při velmi malém překročení očekávané doby, ale aby taktéž příliš nenavýšovaly podíl skutečného operačního času na úkor času přerušení. Na dobu manipulace bychom se samozřejmě mohli dívat i jako na čas přerušení, kdy stroj nevyrábí, a ponížít o ni normovaný čas na 1 kus. Problém by však spočíval v tom, že už ze samotné podstaty věci by nebylo ani za zcela ideálních podmínek možné dosáhnout požadované normy, protože dobu potřebnou pro manipulaci nebudeme nikdy schopni zcela odstranit.

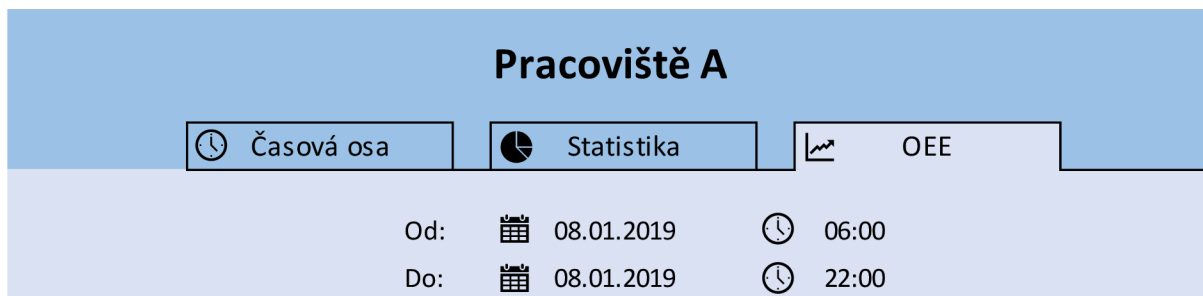
$$E = \frac{\text{normovaný čas na 1 kus} \cdot \text{počet vyrobených kusů}}{\text{skutečný operační čas}} = \frac{(13 + 2) \cdot 24 + (7 + 1) \cdot 60}{852} = 0,986$$

Co se týče záznamu počtu vyrobených kusů, nejjednodušší a nejschůdnější variantou je zůstat u stávajícího způsobu, tedy u ručního zadávání vyrobeného množství operátorem na konci směny, resp. při dokončení výrobní dávky a přechodu na jiný typ výroby. Musíme však počítat s tím, že OEE pak budeme moci vyhodnotit vždy až s určitým zpožděním a za delší časový úsek. Z hlediska automatizace sledování produktivity jsou ideální provozy se zavedeným systémem pro elektronickou sledovatelnost produkce, kdy je každý vyráběný kus opatřen např. jedinečným čarovým kódem, jehož průběžným skenováním na vybraných pracovištích lze sledovat jeho cestu výrobním procesem a mimo jiné také určovat aktuální vyrobené množství na těchto pracovištích. Takovýto systém ve firmě zaveden není. S ohledem na charakter její výroby a celkovou náročnost takového projektu však jeho aplikaci osobně ani nepovažuji za příliš rentabilní. Možnou cestou by mohla být schopnost systému pro rozpoznání provozního stavu zařízení vyhodnotit jeden cyklus „provoz – manipulace“ jako jeden vyrobený kus. Toto je však úkol především pro programátory, kteří by tento systém museli správně navrhnout, otestovat a vzít v úvahu možné nestandardní situace, kdy je např. výrobní operace ukončena dříve z důvodu špatné kvality, ohrožení bezpečnosti, poruchy apod.

Třetí z dílčích parametrů potřebných pro výpočet ukazatele OEE, úroveň kvality, je pro hodnocení v reálných podmínkách zkoumaného provozu specifický asi nejvíce. Na rozdíl od velkoobjemových sériových výrob zde prakticky nedochází k výrobě kusů, jež bychom mohli označit jako zmetky. Opět bych se tedy přikláněla k ručnímu zadávání počtu dobrých a vadných kusů buď na konci směny nebo pro bližší časové určení v okamžiku, kdy k této

situaci dojde. Bylo by však vhodné záznam o výrobě zmetku doplnit o druh a příčinu vzniku nehody a případné další relevantní informace.

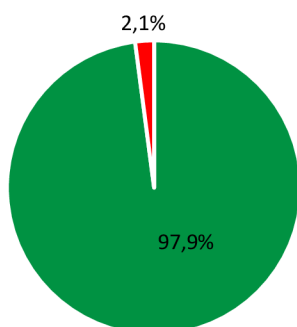
$$Q = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - \text{počet vadných kusů}}{\text{počet vyrobených kusů}} = \frac{84 - 1}{84} = 0,988$$



OEE = 95,4 %

Pohotovost

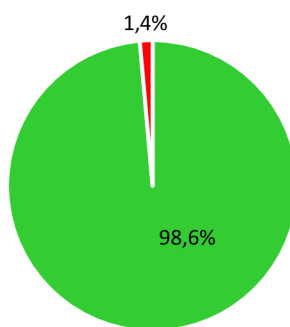
A = 97,9 %



- Skutečný operační čas
- Čas přerušení

Výkonnost

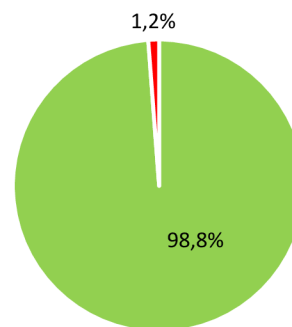
E = 98,6 %



- Čas výroby daný normou
- Čas výroby nad rámec normy

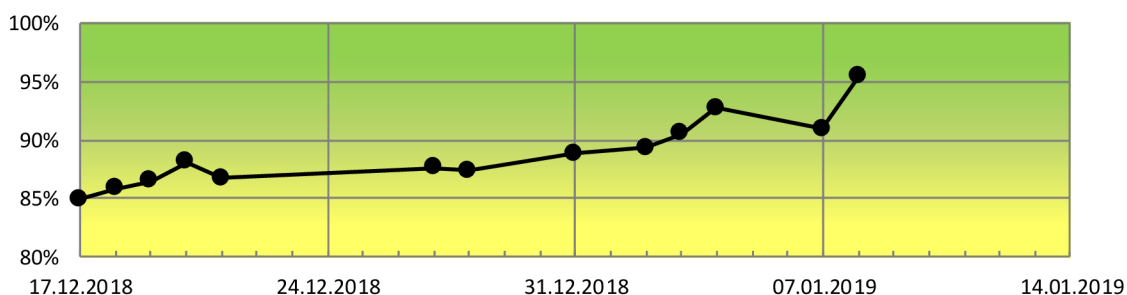
Kvalita

Q = 98,8 %



- Dobré kusy
- Vadné kusy

Vývoj OEE



Obr. 25) Průběh práce na pracovišti – OEE

Sledovat můžeme pro dané pracoviště jak tři dílčí součinitele, tak i komplexní ukazatel OEE. Zajímat nás může vývoj jejich hodnot v průběhu času nebo srovnání pro různá pracoviště. Díky bližšímu sledování příčin a analýze jednotlivých prostojů, kvalitativních problémů apod. můžeme posléze navrhnout potřebná nápravná opatření a zajišťovat vhodné provozní podmínky tak, abychom efektivně dosahovali lepších výsledků při vynaložení optimálního úsilí.

5.3 Vzdělávání zaměstnanců

Jedním z pilířů, na kterých filozofie TPM stojí, je vzdělávání a trénink zaměstnanců. Hlavní myšlenkou je zapojit do snahy o zlepšování efektivity, životnosti a bezpečnosti zařízení všechny zaměstnance bez ohledu na to, jak blízko má jejich pracovní pozice k problematice údržby jako takové. Každý zaměstnanec by měl mít představu o tom, co totálně produktivní údržba obnáší, jaké jsou její hlavní myšlenky a přínosy pro firmu. Jen tak může na této problematice získat vlastní zájem a postupně začít jednat v souladu s ní.

V současné době totálně produktivní údržbu ve firmě představuje především provádění činností autonomní údržby u vybraných strojů. Při jejím zavádění u konkrétního stroje probíhá tzv. TPM audit, který je zakončen zaškolením obsluhy pro pochopení a dodržování vytvořených standardů. Další informace o filozofii TPM však zaměstnancům předávány nejsou, a tak se dá očekávat, že většina z nich si bohužel nedokáže přínosy své práce zařadit do širšího kontextu. Z tohoto důvodu jsem vytvořila dvě prezentace, které by se mohly stát součástí vstupních i pravidelných školení. K účelům vstupního školení všech zaměstnanců a pravidelných školení zaměstnanců bez přístupu k počítači slouží verze prezentace určená k osobnímu přednesu odpovědným zaměstnancem oddělení údržby, která se snaží o aktivní zapojení posluchačů do výkladu. Některé části textu jsou cíleně vynechány tak, aby mohli posluchači sami přijít s vlastními myšlenkami, a pro lepší pochopení ukazatele OEE je uveden i příklad jeho praktického výpočtu. Pracovníci s přístupem k počítači by pak mohli pravidelná školení absolvovat elektronicky formou e-learningu a druhá prezentace tedy již obsahuje veškerý potřebný text. Vstupní školení by mohlo být následně zakončeno složením testu ověřujícího pochopení odprezentované problematiky. Obě prezentace i výstupní test jsou součástí příloh této diplomové práce.

Cílem zmíněných školení není vychovat ze zaměstnanců odborníky na totálně produktivní údržbu, nýbrž seznámit široké spektrum zaměstnanců různých profesí s jejími hlavními myšlenkami. Pro zaměstnance z řad operátorů, mistrů, seřizovačů, techniků údržby apod. by mohla být dále zajišťována také různá doplňující školení a praktické tréninky zaměřené na specifické činnosti, které během své práce tito lidé vykonávají. Na úspěšné absolvování těchto školení nebo tréninků a získání určité úrovně znalostí či dovedností by poté mohlo být navázáno i oprávnění k vykonávání některých činností, průběžné navyšování mezd či splnění požadavků pro další kariéerní růst.

5.4 TPM audit autonomní a plánované údržby

V současné době je TPM auditováno jen při pravidelných 6S auditech, které probíhají na jednotlivých pracovištích jednou měsíčně a v pozici auditora je pro zachování nezávislosti a objektivnosti hodnocení mistr z jiné oblasti výroby. Konkrétně se pak jedná především o dva body z dotazníku: „Je pracoviště čisté, s podepsaným úklidem TPM?“ a „Jsou vytvořeny a dodržovány standardy, jsou dostupné?“. V praxi je tedy pouze ověřeno, zdali se na pracovišti

nachází aktuální standardy autonomní a plánované údržby, zdali je pracoviště řádně uklizeno a provedení úkonů se zaznamenává do kontrolní karty.

Za předpokladu, že je systém autonomní údržby na pracovišti zaveden správně a operátoři jednají v souladu s ním, bychom mohli takovýto přístup k auditu považovat za dostatečný. Ve skutečnosti se však okolnosti, za kterých byl tento systém vytvořen, v průběhu času mění, a tím se snižuje jeho aktuálnost a účinnost. Mohou se měnit provozní podmínky, požadavky na spolehlivost stroje, na jeho efektivitu, kvalitu produktů a bezpečnost, vlivem stárnutí se mohl výrazně zhoršit technický stav stroje nebo mohlo dojít ke zvýšení či snížení frekvence jeho využití. Toto všechno má pak dopady na požadavky, které klademe na autonomní a plánovanou údržbu. Příkladem může být stroj, který byl dříve používán jen na jedné směně, avšak nyní pracuje ve třisměnném provozu. Navíc se stal pro zajištění plynulosti výroby strategickým, protože druhý, podobný stroj, který mohl taktéž vykonávat danou činnost, byl vyřazen z provozu. Z popsané situace je patrné, že dřívější systém údržby nemůže vyhovovat současným požadavkům a je nutné jej upravit, zintenzivnit.

Mým návrhem je tedy zavedení TPM auditů, které by měly za cíl ověřit adekvátnost zavedeného systému údržby u konkrétních strojů a zařízení. Probíhaly by ve stanovených intervalech, například 1x ročně a dále pak při větších změnách v provozu, které mohou mít na tuto problematiku podstatný vliv (např. výše uvedené zvýšení četnosti využití stroje v důsledku růstu objemu výroby). Audit by měl vést zaměstnanec oddělení údržby odpovědný za problematiku TPM ve firmě a dále by měly být přítomny osoby, které znají reálné podmínky provozu a údržby stroje, jeho technický stav a další relevantní souvislosti (technik údržby, mistr, operátor, seřizovač apod.). Výstupem auditu by bylo buď potvrzení, že je současný stav vyhovující, aktualizace standardů v případě menších úprav nebo rozsáhlejší změna zavedeného systému autonomní a plánované údržby při zjištění výrazných odchylek od původního stavu. Následně je při zavedení jakékoliv změny nutné o jejím uskutečnění informovat a proškolit všechny zaměstnance, kterých se týká, tak, aby úpravu zaregistrovali, pochopili, začali se jí řídit a výstup auditu byl skutečně implementován do praxe.

5.5 Technická diagnostika a prediktivní údržba

Jednou z oblastí spadajících do moderního přístupu k údržbě v duchu průmyslu 4.0 je i aplikace metod technické diagnostiky pro sledování vybraných parametrů strojních zařízení. V závislosti na konkrétním typu stroje, jeho strategičnosti, vytíženosti a provozních podmínkách je vhodné zavádět různé diagnostické metody, měřit různé veličiny a posléze vyhodnocovat různé parametry. Často se přistupuje například k použití vibrodiagnostiky, termodiagnostiky, elektrodiagnostiky nebo tribodiagnostiky. V některých případech se dokonce využívá i tzv. multiparametrická diagnostika, kdy použijeme více metod za účelem prokázání správnosti stanovené diagnózy, získání bližších informací o stavu stroje či příčinách vzniku závady.

Praktické provádění i vyhodnocování diagnostických měření je finančně dosti náročná záležitost a vyplatí se provádět především u strojů, jejichž provozuschopnost je pro firmu klíčová, porucha by způsobila dlouhou neschopnost vyrábět, měla významný dopad na finance firmy, ohrozila bezpečnost osob nebo životní prostředí.

V současné době se ve firmě řeší možné zavedení on-line diagnostiky u vybraných strojů. Konkrétněji by se mělo jednat o osazení strojů senzory pro měření vibrací a teploty, sledování hodnot vybraných parametrů a automatické hlášení údržbářům v případech, kdy dojde k překročení stanovených limitů. Firma zaměstnává vlastní diagnostiky, jejichž náplň

práce však spočívá primárně v poskytování servisu zákazníkům. Jejich četné zkušenosti však mohou velmi pomoci i při zavádění zmíněné diagnostiky vlastního strojového parku. Aby totiž byly finance do tohoto projektu investovány rozumně a efektivně, je klíčové stanovit si požadavky na použité měřicí vybavení (měřené veličiny, rozsah, citlivost, počet kanálů, možnosti zpracování dat), správně osadit senzory, vyhodnocovat data a stanovit limitní hodnoty.

6 ZÁVĚR

První část této diplomové práce teoreticky pojednává o údržbě v současné technické praxi. Údržba pro firmu představuje nástroj, kterým lze při jeho správné aplikaci zajišťovat spolehlivý a efektivní provoz strojů a zařízení, snížit jejich poruchovost, zvýšit životnost a v neposlední řadě také pozitivně ovlivnit kvalitu produkce nebo bezpečnost provozu. Je tedy patrné, že způsob, kterým společnost k řízení, plánování a zajišťování údržby přistupuje, má významný dopad na mnoho oblastí a že se na údržbu tedy musíme dívat jako na součást integrovaného systému managementu firmy.

Dále je pak pozornost soustředěna na totálně produktivní údržbu, tedy jednu z komplexnějších filozofií řízení údržby, pro jejíž aplikaci se mohou firmy rozhodnout ve snaze o systémový přístup k této problematice. TPM je postavena na 8 pilířích, jejichž postupným zaváděním lze rozšiřovat činnosti údržby, zlepšovat je a přispívat tak k naplňování cílů údržby.

Následně byl proveden systémový rozbor této diplomové práce, v rámci kterého byly formulovány cíle, navrhnuty a zdůvodněny možné způsoby řešení problematiky řízení údržby ve společnosti Siemens Electric Machines s.r.o. Kapitola uvádí několik možných přístupů k řízení údržby ve firmě jako jsou např. různé typy systémů údržby, outsourcing nebo rozsáhlejší koncepce řízení údržby jako TPM a RCM. Jednotlivé přístupy jsou popsány a zhodnoceny, jsou uvedeny jejich přínosy, možné nevýhody a následně je s ohledem na provoz a podmínky v dané společnosti navrhnuo optimální řešení v podobě zavádění totálně produktivní údržby a souvisejících činností.

Další část práce vznikla ve spolupráci s výše zmíněnou firmou Siemens Electric Machines s.r.o. sídlící v Drásově. Diplomová práce popisuje současný stav údržby, metody jejího řízení aplikované v této společnosti a jejich přístup k implementaci TPM. Dále bylo z technicko-ekonomického hlediska posouzeno jedno ze zavedených opatření, kterým je provádění autonomní údržby u vybraných strojů. Z výsledku je patrné, že jeho přínosy skutečně nespočívají pouze v udržování strojů v dobrém technickém stavu a ve zvyšování angažovanosti, motivace a dovedností operátorů, ale i ve značné finanční úspoře v důsledku toho, že tyto činnosti vykonává obsluha pracoviště, a ne finančně lépe ohodnocený kvalifikovaný údržbářský personál.

V návaznosti na současný stav údržby ve firmě jsou poté v závěrečné části práce uvedena navrhovaná opatření, která mohou přinést zlepšení v oblasti autonomní, plánované i reaktivní údržby, umožnit sledování a hodnocení efektivity výrobního procesu, zvýšit kvalifikaci a motivovat zaměstnance k vlastnímu zájmu na problematice údržby a celkově zlepšit stav údržby v této společnosti. Konkrétně se jedná o elektronické sledování průběhu údržbářských zásahů a evidenci s nimi souvisejících informací, které je možné posléze analyzovat a použít pro objektivní zhodnocení situace a navržení účinných nápravných opatření. Další návrh se týká hodnocení celkové efektivity zařízení a poskytuje návod pro získávání a zpracování dat, jejich využití k výpočtu součinitelů pohotovosti, výkonnosti, kvality, a tedy i celkové hodnoty ukazatele OEE. K tomu, aby mohla firma zlepšovat jednotlivé procesy a dosahovat vyšší efektivity provozu svých zařízení, potřebuje zavést kvantitativní ukazatel, který jí umožní objektivně sledovat a hodnotit dosahovanou úroveň a poskytne jí informace o tom, na které oblasti by měla ve snaze o zlepšení soustředit svou pozornost. Další navrhovaná opatření se pak týkají rozšíření školení zaměstnanců i o problematiku totálně

produktivní údržby, zavedení TPM auditů pro pravidelné přezkoumávání aktuálnosti a adekvátnosti systému autonomní a plánované údržby u jednotlivých strojů nebo přechodu k modernější prediktivní údržbě vycházející z objektivního zjišťování stavu objektu pomocí metod technické diagnostiky.

Problematika údržby je velmi široká a je možné k ní přistupovat různými způsoby v závislosti na podmínkách v konkrétní firmě, charakteru jejího provozu, stanovených cílech, plánech apod. Přístupů a oblastí, na které je možno se ve snaze o zlepšení zaměřit, existuje celá řada a záleží na prioritách a možnostech dané společnosti, pro které se rozhodne. Zároveň je celý tento proces zlepšování nekonečný a implementací jednoho opatření se obvykle vygeneruje mnoho nových podnětů a podkladů pro další navazující činnosti. Všechny změny vždy vyžadují určité úsilí zaměstnanců, podporu vedení, finanční zdroje a čas, avšak při jejich vhodném výběru, důsledném zavedení a dodržování s sebou přinášejí požadované výsledky, umožní firmě růst a poskytnou jí lepší konkurenční postavení.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČSN EN 13306. *Údržba – Terminologie údržby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018. 60 s. Třídící znak 01 0660.
- [2] PAČAIOVÁ, Hana. *Riadenie údržby: vývoj, stratégie, postupy a metódy v rámci integrovaných systémov manažérstva*. Košice: Strojnícka fakulta Technickej univerzity v Košiciach, 2007. ISBN 978-80-8073-751-1.
- [3] LEGÁT, Václav. *Management a inženýrství údržby*. Praha: Professional Publishing, 2013. ISBN 9788074311192.
- [4] MAŠÍN, Ivan a Petr LEPSÍK. *Analytické a kreativní postupy v údržbě strojů a zařízení*. Liberec: Technická univerzita, 2015. ISBN 9788074942242.
- [5] VOŠTOVÁ, Věra, František HELEBRANT a Karel JEŘÁBEK. *Provoz a údržba strojů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 8001025314.
- [6] NEČAS, Libor. *Výzkum a studie ekonomické výhodnosti implementace TPM do praxe: autoreferát disertační práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita, 2013. ISBN 978-80-248-3097-1.
- [7] HLADÍK, Tomáš. *Příležitosti a požadavky koncepce Průmysl 4.0 pro management a inženýrství údržby*. In: *Konferenční seminář pro TOP manažery 2017 : Management a inženýrství údržby a jeho informační systém podle požadavků Průmysl 4.0 : zámeck Liblice 19. a 20.4.2017*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2017, s. 67-71. ISBN 978-80-213-2756-6.
- [8] BOLEDOVIČ, Ludovít. *Totálne produktívna údržba – TPM*. Žilina: IPA Slovakia, 2010. ISBN 978-80-89667-00-0.
- [9] HELEBRANT, František. *Technická diagnostika a spoľehlivosť. IV., Provoz a údržba strojů*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1690-6.
- [10] RAKYTA, Miroslav a Miroslav FUSKO. *Úvod do priemyselného inžinierstva: Pomocné procesy, údržba a starostlivosť o zariadenia*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného inžinierstva, 2016.
- [11] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [12] BEN-DAYA, Mohamed, Salih O. DUFFUAA, Abdul RAOUF, Jezdimir KNEZEVIC a Daoud AIT-KADI. *Handbook of maintenance management and engineering*. London: Springer, 2009. ISBN 978-1-84882-471-3.
- [13] Calculate TEEP – Measure Utilization and Capacity | OEE. *What Is OEE (Overall Equipment Effectiveness)? | OEE* [online]. Itasca, ©2002-2018 [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <https://www.oee.com/teep.html>
- [14] STUHLÝ, Vladimír, Roman POPROCKÝ, Miroslav RAKYTA a Juraj GREŇČÍK. *Navrhovanie procesov údržby*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline : EDIS-vydavateľské centrum ŽU, 2017. ISBN 978-80-554-1315-0.
- [15] DUFFUAA, Salih O. a A. RAOUF. *Planning and control of maintenance systems: modelling and analysis*. Second edition. Cham: Springer, 2015. ISBN 978-3-319-37181-8.

- [16] LEGÁT, Václav, Josef POŠTA, Vladimír JURČA, Radim FLEGL a Petr HRNČÍŘ. *Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2007. ISBN 978-80-02-01949-7.
- [17] TÓTHOVÁ, Mária a Ivana ŠČASNOVIČOVÁ. Analýza procesov údržby TPM a RCM. *Prvý strojársky server – Strojárstvo / Strojrenství* [online]. Žilina, ©2019 [cit. 2019-01-27]. Dostupné z: <https://www.engineering.sk/index.php/clanky2/stroje-a-technologie/226-analyzaprocessovudrzby>
- [18] Siemens Electric Machines – Obory činnosti – Siemens. *Home – Siemens Česká republika – Czech Republic* [online]. Praha, ©1996-2019 [cit. 2019-01-18]. Dostupné z: https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty_a_sluzby/sem�/Pages/Siemens_Electric_Machines.aspx
- [19] Naše hodnoty – Obory činnosti – Siemens. *Home – Siemens Česká republika – Czech Republic* [online]. Praha, ©1996-2019 [cit. 2019-01-18]. Dostupné z: https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty_a_sluzby/sem�/pages/nase-hodnoty.aspx

8 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

8.1 Seznam tabulek

Tab 1)	Dotazník auditu 6S	40
Tab 2)	Roční finanční úspora v důsledku zavedení autonomní údržby	48

8.2 Seznam obrázků

Obr. 1)	Typy systémů údržby [3]	18
Obr. 2)	Osm pilířů TPM [3]	21
Obr. 3)	Vliv druhů ztrát na využití stroje [11]	24
Obr. 4)	Metodika Best of Best [3]	26
Obr. 5)	Sedm kroků implementace autonomní údržby [3]	27
Obr. 6)	Rozhodovací matice pro outsourcing [3]	29
Obr. 7)	Rozhodovací mapa pro typy údržby [3].....	31
Obr. 8)	Siemens Electric Machines s.r.o. v Drásově [19].....	35
Obr. 9)	Standard pro autonomní údržbu (čištění a kontrola)	37
Obr. 10)	Standard pro autonomní údržbu (mazání).....	38
Obr. 11)	Kontrolní karta autonomní údržby.....	39
Obr. 12)	Seznam plánovaných údržbářských zásahů v systému SAP	41
Obr. 13)	Standard pro plánovanou údržbu (interní technici údržby).....	42
Obr. 14)	Standard pro plánovanou údržbu (zaměstnanci firmy Elpa).....	43
Obr. 15)	Založení hlášení pro údržbu v systému SAP (porucha stroje s odstávkou)....	44
Obr. 16)	Seznam požadovaných oprav v systému SAP.....	45
Obr. 17)	Seznam některých strojů z navijárny, u nichž je sledováno OEE	46
Obr. 18)	Sledování OEE, resp. provozního stavu, u vybraného stroje	47
Obr. 19)	Příklad sledování průběhu opravy	50
Obr. 20)	Mapa procesů: etapy opravy	52
Obr. 21)	Příklad seznamu oprav a s nimi souvisejících informací	54
Obr. 22)	Výběr příčiny prostoje	55
Obr. 23)	Průběh práce na pracovišti – časová osa.....	56
Obr. 24)	Průběh práce na pracovišti – statistika.....	57
Obr. 25)	Průběh práce na pracovišti – OEE.....	59

9 SEZNAM PŘÍLOH

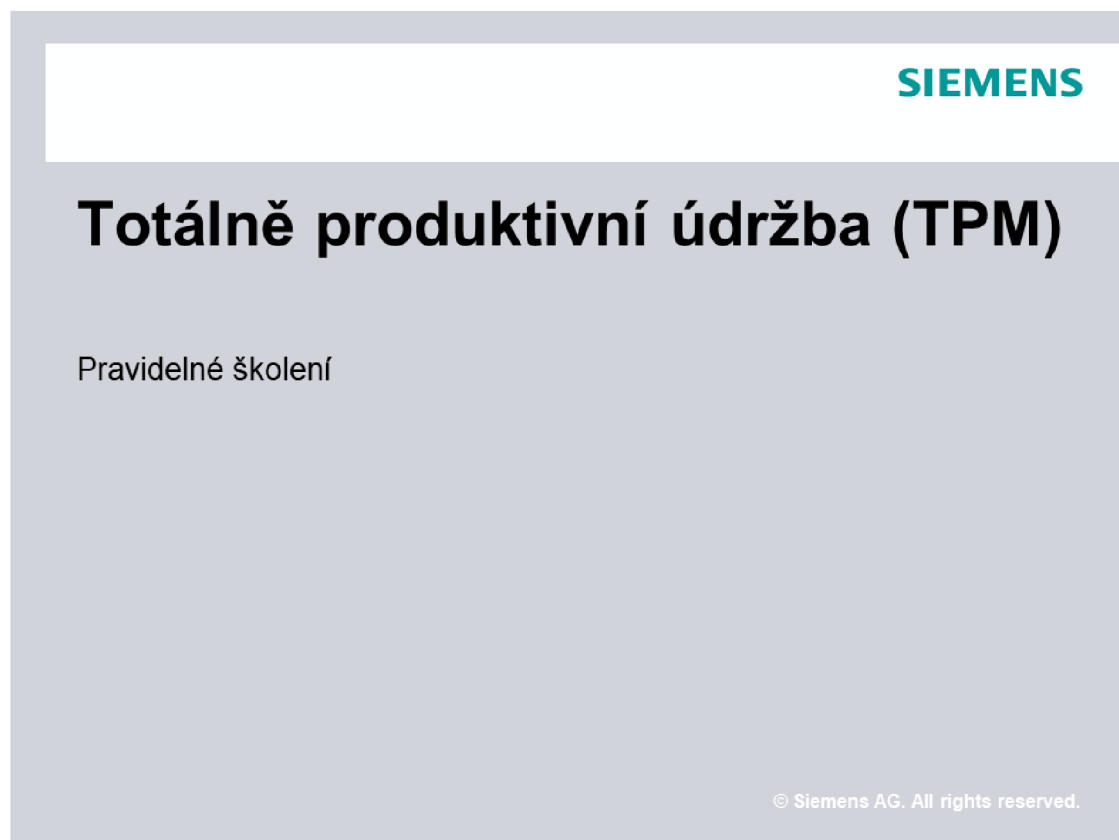
Prezentace pro školení TPM formou e-learningu

Prezentace pro školení TPM formou osobního přednesu

Školení TPM – výstupní test

PŘÍLOHY

Prezentace pro školení TPM formou e-learningu:

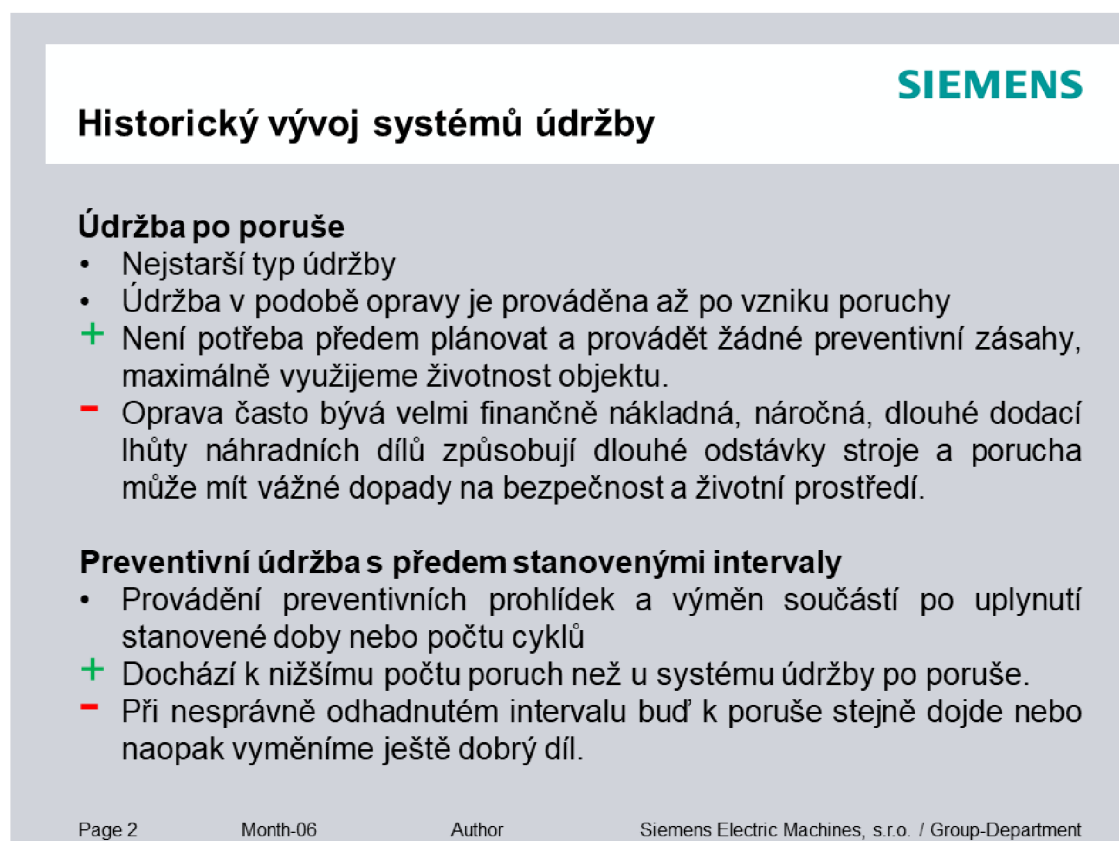


SIEMENS

Totálně produktivní údržba (TPM)

Pravidelné školení

© Siemens AG. All rights reserved.



SIEMENS

Historický vývoj systémů údržby

Údržba po poruše

- Nejstarší typ údržby
- Údržba v podobě opravy je prováděna až po vzniku poruchy
- + Není potřeba předem plánovat a provádět žádné preventivní zásahy, maximálně využijeme životnost objektu.
- Oprava často bývá velmi finančně nákladná, náročná, dlouhé dodací lhůty náhradních dílů způsobují dlouhé odstávky stroje a porucha může mít vážné dopady na bezpečnost a životní prostředí.

Preventivní údržba s předem stanovenými intervaly

- Provádění preventivních prohlídek a výměn součástí po uplynutí stanovené doby nebo počtu cyklů
- + Dochází k nižšímu počtu poruch než u systému údržby po poruše.
- Při nesprávně odhadnutém intervalu buď k poruše stejně dojde nebo naopak vyměníme ještě dobrý díl.

Page 2 Month-06 Author Siemens Electric Machines, s.r.o. / Group-Department

Historický vývoj systémů údržby

Prediktivní údržba

- Využití metod technické diagnostiky pro objektivní určení stavu stroje a výměna součásti až při dosažení limitní úrovně opotřebení
- + Předvedeme vzniku poruchy při současném maximálním využití životnosti objektu. Údržbu lze předem naplánovat a zajistit potřebné náhradní díly, materiál, nářadí apod.
- Použití metod technické diagnostiky vyžaduje speciální vybavení, software, znalosti, zkušenosti a je tedy finančně náročné.

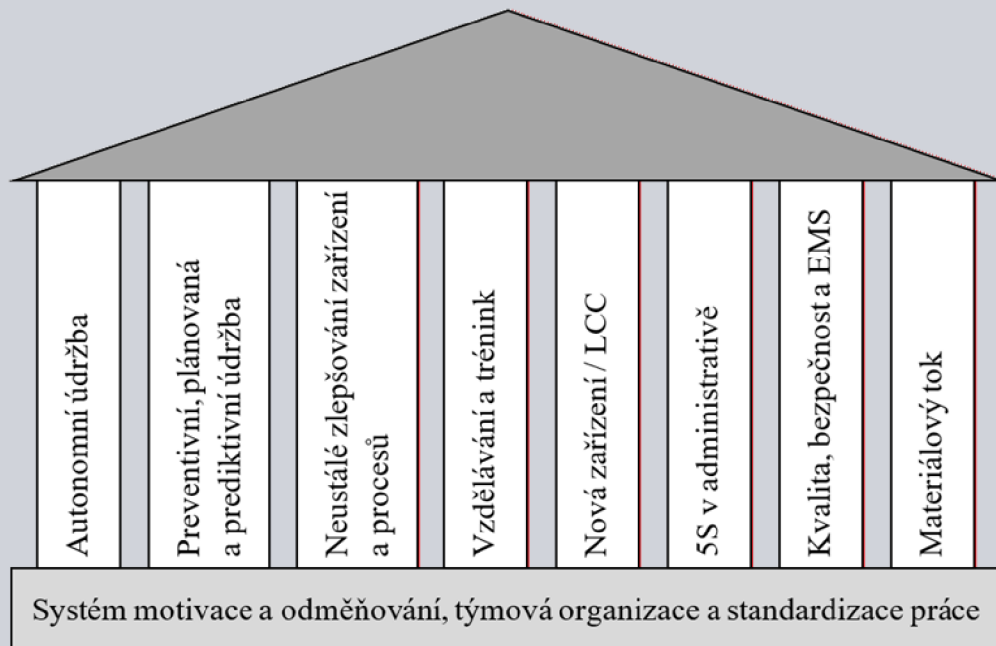
Proaktivní údržba

- Hledání příčin poruch a snaha o přecházení jejich vzniku
- + Vyvarujeme se nebo alespoň oddálíme vznik poruchy.
- Analýza příčin bývá velmi náročná a kromě potřebného vybavení vyžaduje i široké znalosti a zkušenosti odpovědných zaměstnanců.

Totálně produktivní údržba

- TPM = Total Productive Maintenance
- Filozofie řízení údržby, která vznikla mezi lety 1950-1970 v Japonsku. Za jejího zakladatele je považován Seichi Nakajima.
- Základní myšlenkou je zapojit do činností TPM všechny zaměstnance firmy – každý může svou prací přispět k naplňování cílů TPM!
- Především obsluha strojního zařízení může prováděním autonomní údržby, dodržováním stanovených provozních podmínek a všímáním si různých abnormalit, jako jsou velké vibrace, teplota nebo hluchost, přispět k efektivnímu a spolehlivému provozu stroje.

Pilíře TPM



Autonomní údržba

- Údržba vykonávaná obsluhou stroje podle vytvořených standardů
- Zahrnuje činnosti jako je čištění, mazání nebo kontrola snadno přístupných částí stroje.
- Operátor má s prací na stroji nejvíce zkušeností a má tedy i největší potenciál objevit u něj různé abnormality, upozornit na ně a pomoci tak předejít vzniku poruchy, provozu v nesprávných podmínkách či výrobě nekvalitních kusů.

Standard pro čištění a kontrolu - Směnový

Stroj: Tvarovačka cívek Spiratom inv. č. 8879 Pracoviště: P17430 Standard 1/1

Standard pro čištění	Pracovní prostor čistý bez sklolaminátových odštěpků a prachu
Standard pro kontrolu	Hlavní části stroje, ovládací prvky, řídicí panel...
Způsob	Vizuální kontrola, očištění znečištěných částí
Pomůcky	Vysavač, smetáček, lopačka, textilie
Stav zařízení	Vypnuté v tílu
Čas – trvání	- dle nutnosti
Celnost	Před opuštěním pracoviště

SIEMENS

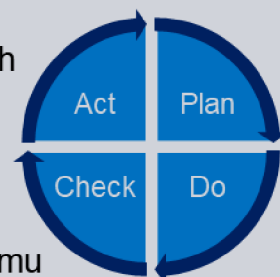
Datum:	Vypracoval:	Schválil:	Schválil vedoucí pracoviště:
--------	-------------	-----------	------------------------------

Preventivní, plánovaná a prediktivní údržba

- Plánováním a průběžným prováděním údržbářských činností jako jsou různé kontroly, prohlídky, mazání, výměna strojních součástí nebo diagnostická měření, můžeme výrazně přispět k předcházení vzniku poruch.
- V opačném případě dochází mnohem častěji k poruchám, které mnohdy bývají velmi náročné na opravu, dlouhé dodací lhůty náhradních dílů způsobují dlouhé odstávky a zastavení výroby, může být ohrožena bezpečnost zaměstnanců a v nejhorším případě taky může dojít ke vzniku havárie přesahující hranice podniku.
- Intervaly mezi jednotlivými prováděnými úkony obvykle vycházejí z manuálů a doporučení výrobců. Časem se pak upřesňují o vlastní získané zkušenosti či výsledky diagnostiky.

Neustále zlepšování zařízení a procesů

- Abychom mohli určitou oblast zlepšovat, je nejdříve nutné získat informace o současném stavu, ten analyzovat, zhodnotit a na základě zjištěných skutečností navrhnout efektivní způsob řešení situace.
- **PDCA** - opakující se cyklus čtyř na sebe navazujících činností „plánuj, dělej, zkontroluj, dodržuj“ vedoucích k neustálému zlepšování
- **DMAIC** – cyklus tvořený pěti navazujícími činnostmi „definuj, měř, analyzuj, zlepšuj, kontroluj“
- **Ishikawův digram** – hledání příčiny složitého problému postupným rozčleněním možností do několika hlavních skupin
- **Kaizen** – systém zapojení zaměstnanců do hledání a návrhu opatření ke zlepšení různých oblastí života firmy
- **OEE**



Neustále zlepšování zařízení a procesů

Celková efektivita zařízení

- Ukazatel používaný pro hodnocení efektivity zařízení
- Závislý na třech součinitelích: pohotovost (A), výkonnost (E) a úroveň kvality (Q)

$$OEE = A \cdot E \cdot Q$$

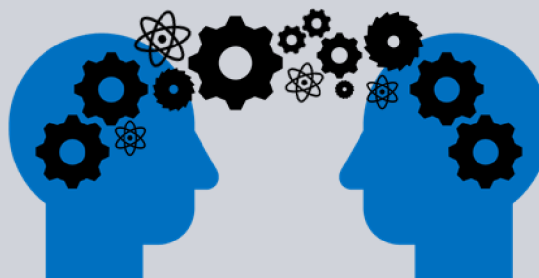
$$A = \frac{\text{plánovaný čas provozu} - \text{čas přerušení}}{\text{plánovaný čas provozu}}$$

$$E = \frac{\text{normovaný čas na 1 ks} \cdot \text{počet vyrobených ks}}{\text{skutečný operační čas}}$$

$$Q = \frac{\text{počet vyrobených ks} - \text{počet vadných ks}}{\text{počet vyrobených ks}}$$

Vzdělávání a trénink

- Vstupní, pravidelná školení – získání znalostí z oblasti údržby a TPM
- Tréninky – získání praktických dovedností nutných pro provádění autonomní údržby i složitějších údržbářských zásahů a souvisejících činností
- Účast vybraných zaměstnanců na specifických školeních, seminářích, konferencích apod.



Nová zařízení / LCC

- Náklady spojené s provozem a údržbou stroje v součtu mnohdy převyšují náklady na jeho pořízení.
- Při pořizování nových strojů a zařízení bychom se neměli zabývat jen jejich pořizovací náklady, ale náklady v průběhu celého životního cyklu (LCC – Life Cycle Costs).
- V praxi to znamená, že musíme hledět např. na spotřebu elektrické energie, ceny a intervaly výměn provozních kapalin, ceny a dostupnost náhradních dílů, podmínky záruky a zajištění servisu, náklady na likvidaci apod.
- Je-li to možné, je vhodné při pořizování nového stroje s ohledem na zaměnitelnost náhradních dílů a zkušenosti zaměstnanců s obsluhou a údržbou produktů určitého výrobce opět upřednostnit tuto značku.

5S v administrativě

- Původně japonská metoda pro vytvoření a udržování čistého, přehledného a výkonného pracoviště
 - Metodu 5S lze aplikovat ve výrobě i v kancelářských prostorech.
1. Separace – oddělení potřebných věcí na pracovišti od nepotřebných
 2. Systematizace – přehledné uspořádání a označení potřebných věcí
 3. Stálé čištění – neustálé udržování čistoty na pracovišti
 4. Standardizace – zdokumentování a standardizace postupů
 5. Sebedisciplína – dodržování vytvořených standardů
- + Čisté a přehledné pracoviště je pro práci příjemnější, zvýší se spokojenost zaměstnanců, sníží se časy potřebné pro hledání předmětů či informací, vzroste výkonnost pracovníků a poklesne chybovost.

Kvalita, bezpečnost a EMS

- **Kvalita:** Jen stroj, který je v dobrém technickém stavu, dokáže spolehlivě vyrábět kvalitní výrobky! Například nevyváha vřetene soustruhu může způsobit vibrace, které se projeví na nevyhovující textuře povrchu obrobku.
- **Bezpečnost:** Zanedbaná údržba může u stroje vyústit v poruchu, při jejímž vzniku může dojít k ohrožení bezpečnosti. Například pokud je provozní teplota vyšší než bod vzplanutí chybně zvoleného maziva, může dojít k požáru a popálení obsluhy.
- **Životní prostředí:** V některých případech může porucha vyústit v havárii s dosahem za hranice podniku a mít dopad na životní prostředí. Například poškozené těsnění v zásobníku toxické látky povede k jejímu úniku do okolí a možnému zasažení živých organismů v širokém okolí firmy.

Materiálový tok

- Cílem řízení materiálového toku je zajistit, aby se konkrétní materiál nacházel na určitém místě v požadovaném množství a stanovenou dobu.
- Dokážeme tak výrazně eliminovat zásoby vstupního materiálu, rozpracovaných i hotových výrobků ve skladech a meziskladech.
- Údržba pomáhá předcházet poruchám strojů, následným prostojům, a tedy i narušení plynulosti materiálového toku.
- + Úspora prostoru a financí spojených se skladováním, předcházení hromadění materiálu na výstupu či nedostatku materiálu na vstupu určitého výrobního procesu

- Základním předpokladem pečlivě a kvalitně odvedené práce je spokojený a motivovaný zaměstnanec.
- Dalšími předpoklady pro dosahování požadované efektivity a výkonnosti je poté týmová práce zaměstnanců, jejich vzájemná komunikace, sdílení informací, znalostí a zkušeností.
- Standardizace práce, jasné definování procesů a srozumitelné popsání jednotlivých postupů přispěje k tomu, aby zaměstnanec dané činnosti porozuměl, vykonával ji správně a zamezilo se vzniku nedorozumění a sériových chyb. Zároveň by se standardizace neměla týkat pouze oblasti výroby a údržby, ale všech činností ve firmě.

Děkuji za pozornost.

SIEMENS

Totálně produktivní údržba (TPM)

Vstupní a pravidelné školení

© Siemens AG. All rights reserved.

SIEMENS

Historický vývoj systémů údržby

Údržba po poruše

- Nejstarší typ údržby
- Údržba v podobě opravy je prováděna až po vzniku poruchy

+ ...

- ...

Preventivní údržba s předem stanovenými intervaly

- Provádění preventivních prohlídek a výměn součástí po uplynutí stanovené doby nebo počtu cyklů

+ ...

- ...

Historický vývoj systémů údržby

Prediktivní údržba

- Využití metod technické diagnostiky pro objektivní určení stavu stroje a výměna součástí až při dosažení limitní úrovně opotřebení

+ ...
- ...

Proaktivní údržba

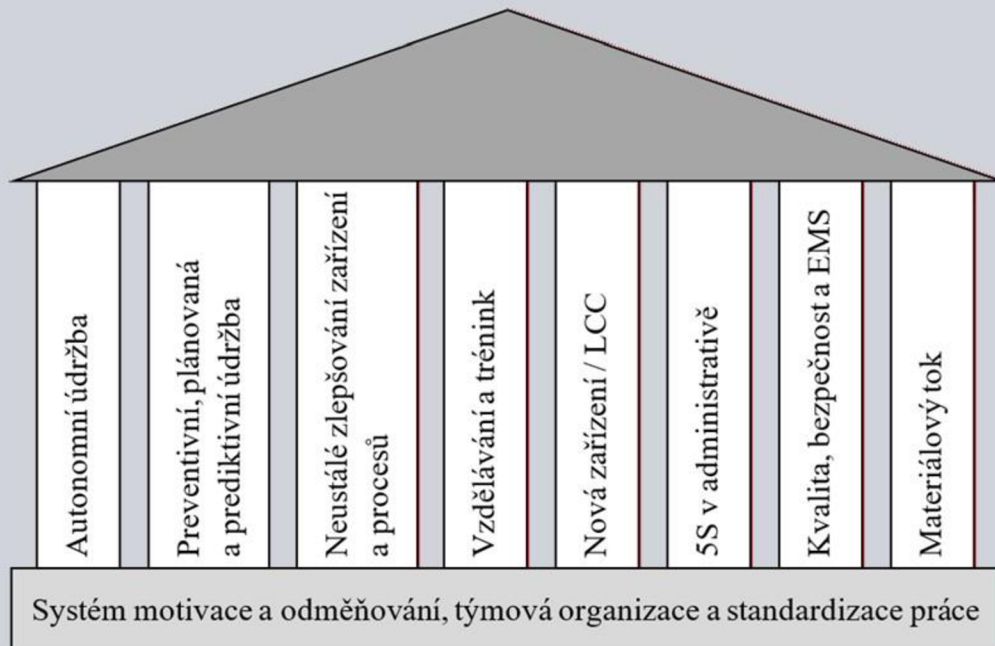
- Hledání příčin poruch a snaha o přecházení jejich vzniku

+ ...
- ...

Totálně produktivní údržba

- TPM = Total Productive Maintenance
- Filozofie řízení údržby, která vznikla mezi lety 1950-1970 v Japonsku. Za jejího zakladatele je považován Seichi Nakajima.
- Základní myšlenkou je zapojit do činností TPM všechny zaměstnance firmy – každý může svou prací přispět k naplňování cílů TPM!
- Především obsluha strojního zařízení může prováděním autonomní údržby, dodržováním stanovených provozních podmínek a všímáním si různých abnormalit, jako jsou velké vibrace, teplota nebo hluchost, přispět k efektivnímu a spolehlivému provozu stroje.

Pilíře TPM



Autonomní údržba

- Údržba vykonávaná obsluhou stroje podle vytvořených standardů
- Zahrnuje činnosti jako je čištění, mazání nebo kontrola snadno přístupných částí stroje.
- Operátor má s prací na stroji nejvíce zkušeností a má tedy i největší potenciál objevit u něj různé abnormality, upozornit na ně a pomoci tak předejít vzniku poruchy, provozu v nesprávných podmínkách či výrobě nekvalitních kusů.

Standard pro čištění a kontrolu - Směnový

Stroj: Tvarovačka cívek Spiratom inv. č. 8879 Pracoviště: P17430 Standard 1/1

Standard pro čištění	Pracovní prostor čistý bez sklolaminátových odštěpků a prachu
Standard pro kontrolu	Hlavní části stroje, ovládací prvky, řídicí panel...
Způsob	Vizuální kontrola, očištění znečištěných částí
Pomůcky	Vysavač, smetáček, lopačka, textilie
Slav zařízení	Vypnut v klou
Čas - trvání	- dle nutnosti
Četnost	Před opuštěním pracoviště

SIEMENS

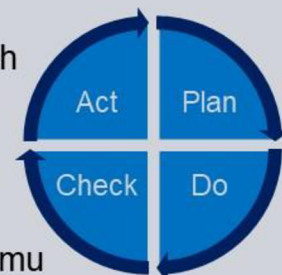
Datum:	Vypracoval:	Schválil:	Schválil vedoucí pracoviště:
--------	-------------	-----------	------------------------------

Preventivní, plánovaná a prediktivní údržba

- Plánováním a průběžným prováděním údržbářských činností jako jsou různé kontroly, prohlídky, mazání, výměna strojních součástí nebo diagnostická měření, můžeme výrazně přispět k předcházení vzniku poruch.
- V opačném případě dochází mnohem častěji k poruchám, které mnohdy bývají velmi náročné na opravu, dlouhé dodací lhůty náhradních dílů způsobují dlouhé odstávky a zastavení výroby, může být ohrožena bezpečnost zaměstnanců a v nejhorším případě taky může dojít ke vzniku havárie přesahující hranice podniku.
- Interval mezi jednotlivými prováděnými úkony obvykle vycházejí z manuálů a doporučení výrobců. Časem se pak upřesňují o vlastní získané zkušenosti či výsledky diagnostiky.

Neustále zlepšování zařízení a procesů

- Abychom mohli určitou oblast zlepšovat, je nejdříve nutné získat informace o současném stavu, ten analyzovat, zhodnotit a na základě zjištěných skutečností navrhnout efektivní způsob řešení situace.
- **PDCA** - opakující se cyklus čtyř na sebe navazujících činností „plánuj, dělej, zkontroluj, dodržuj“ vedoucích k neustálému zlepšování
- **DMAIC** – cyklus tvořený pěti navazujícími činnostmi „definuj, měř, analyzuj, zlepšuj, kontroluj“
- **Ishikawův digram** – hledání příčiny složitého problému postupným rozčleněním možností do několika hlavních skupin
- **Kaizen** – systém zapojení zaměstnanců do hledání a návrhu opatření ke zlepšení různých oblastí života firmy
- **OEE**



Neustále zlepšování zařízení a procesů

Celková efektivita zařízení

- Ukazatel používaný pro hodnocení efektivity zařízení
- Závislý na třech součinitelích: pohotovost (A), výkonnost (E) a úroveň kvality (Q)

$$OEE = A \cdot E \cdot Q$$

$$A = \frac{\text{plánovaný čas provozu} - \text{čas přerušeni}}{\text{plánovaný čas provozu}}$$

$$E = \frac{\text{normovaný čas na 1 ks} \cdot \text{počet vyrobených ks}}{\text{skutečný operační čas}}$$

$$Q = \frac{\text{počet vyrobených ks} - \text{počet vadných ks}}{\text{počet vyrobených ks}}$$

Neustále zlepšování zařízení a procesů

Celková efektivita zařízení – příklad:

- Zaměstnanci na pracovišti A pracují pouze na ranní směně. Směna trvá od 6:00 do 14:00 a v jejím průběhu mají zaměstnanci nárok na půlhodinovou přestávku na oběd. Během směny je 15 minut vyhrazeno pro zadání práce mistrem a autonomní údržbu.
- Daný den se na pracovišti vyrobilo 80 ks výrobku B, z toho byl 1 kus zmetkový. Normovaný čas na výrobu 1 kusu výrobku B činí 5 minut.
- Během směny byla výroba přerušena na 5 minut z důvodu probíhajícího 5S auditu, na 7 minut v důsledku čekání na doplnění vstupního materiálu a 8 minut trvalo seřízení stroje.
- Jaké hodnoty ukazatele OEE pracoviště A daný den dosáhlo?

Neustále zlepšování zařízení a procesů

Celková efektivita zařízení – příklad:

plánovaný čas provozu (8*60-30-15) min = 435 min

čas přerušení (5+7+8) min = 20 min

skutečný operační čas (435-20) min = 415 min

normovaný čas na 1 ks 5 min

počet vyrobených ks 80 ks

počet vadných ks 1 ks

$$A = \frac{435-20}{435} = 0,954$$

$$E = \frac{5 \cdot 80}{415} = 0,964$$

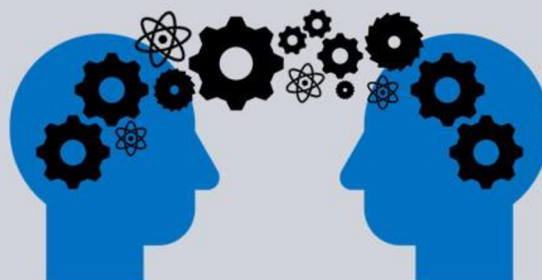
$$Q = \frac{80-1}{80} = 0,988$$

$$OEE = 0,954 \cdot 0,964 \cdot 0,988 = 0,909$$

$$OEE = 90,9 \%$$

Vzdělávání a trénink

- Vstupní, pravidelná školení – získání znalostí z oblasti údržby a TPM
- Tréninky – získání praktických dovedností nutných pro provádění autonomní údržby i složitějších údržbářských zásahů a souvisejících činností
- Účast vybraných zaměstnanců na specifických školeních, seminářích, konferencích apod.



Nová zařízení / LCC

- Náklady spojené s provozem a údržbou stroje v součtu mnohdy převyšují náklady na jeho pořízení.
- Při pořizování nových strojů a zařízení bychom se neměli zabývat jen jejich pořizovací náklady, ale náklady v průběhu celého životního cyklu (LCC – Life Cycle Costs).
- Jaké náklady tedy spadají do celkových nákladů na životní cyklus?
...
...
...
- Je-li to možné, je vhodné při pořizování nového stroje s ohledem na zaměnitelnost náhradních dílů a zkušenosti zaměstnanců s obsluhou a údržbou produktů určitého výrobce opět upřednostnit tuto značku.

5S v administrativě

- Původně japonská metoda pro vytvoření a udržování čistého, přehledného a výkonného pracoviště
 - Metodu 5S lze aplikovat ve výrobě i v kancelářských prostorech.
1. Separace – oddělení potřebných věcí na pracovišti od nepotřebných
 2. Systematizace – přehledné uspořádání a označení potřebných věcí
 3. Stálé čištění – neustálé udržování čistoty na pracovišti
 4. Standardizace – zdokumentování a standardizace postupů
 5. Sebedisciplína – dodržování vytvořených standardů
- + Čisté a přehledné pracoviště je pro práci příjemnější, zvýší se spokojenost zaměstnanců, sníží se časy potřebné pro hledání předmětů či informací, vzroste výkonnost pracovníků a poklesne chybovost.

Kvalita, bezpečnost a EMS

- **Kvalita:** Jen stroj, který je v dobrém technickém stavu, dokáže spolehlivě vyrábět kvalitní výrobky! Například nevyvaha vřetene soustruhu může způsobit vibrace, které se projeví na nevyhovující textuře povrchu obrobku.
- **Bezpečnost:** Zanedbaná údržba může u stroje vyústit v poruchu, při jejímž vzniku může dojít k ohrožení bezpečnosti. Například pokud je provozní teplota vyšší než bod vzplanutí chybně zvoleného maziva, může dojít k požáru a popálení obsluhy.
- **Životní prostředí:** V některých případech může porucha vyústit v havárii s dosahem za hranice podniku a mít dopad na životní prostředí. Například poškozené těsnění v zásobníku toxické látky povede k jejímu úniku do okolí a možnému zasažení živých organismů v širokém okolí firmy.

Materiálový tok

- Cílem řízení materiálového toku je zajistit, aby se konkrétní materiál nacházel na určitém místě v požadovaném množství a stanovenou dobu.
- Dokážeme tak výrazně eliminovat zásoby vstupního materiálu, rozpracovaných i hotových výrobků ve skladech a meziskladech.
- Údržba pomáhá předcházet poruchám strojů, následným prostojům, a tedy i narušení plynulosti materiálového toku.
- + Úspora prostoru a financí spojených se skladováním, předcházení hromadění materiálu na výstupu či nedostatku materiálu na vstupu určitého výrobního procesu

System motivace a odměňování, týmová organizace a standardizace práce

SIEMENS

- Základním předpokladem pečlivě a kvalitně odvedené práce je spokojený a motivovaný zaměstnanec.
- Dalšími předpoklady pro dosahování požadované efektivity a výkonnosti je poté týmová práce zaměstnanců, jejich vzájemná komunikace, sdílení informací, znalostí a zkušeností.
- Standardizace práce, jasné definování procesů a srozumitelné popsání jednotlivých postupů přispěje k tomu, aby zaměstnanec dané činnosti porozuměl, vykonával ji správně a zamezilo se vzniku nedorozumění a sériových chyb. Zároveň by se standardizace neměla týkat pouze oblasti výroby a údržby, ale všech činností ve firmě.

SIEMENS

Děkuji za pozornost.

Školení TPM – výstupní test

Jméno, příjmení:

Osobní číslo:

Datum:

Každá otázka má vždy jednu správnou odpověď.

1. Vyberte správné tvrzení o údržbě po poruše:

- a) zavedením pokročilejšího systému údržby je možné se jí zcela vyhnout,
- b) její výhoda spočívá v tom, že není nutné ji předem plánovat,
- c) je nevýhodná, protože často nevyužijeme celé životnosti součástí.

2. Preventivní údržba s předem stanovenými intervaly:

- a) je prováděna až po vzniku poruchy,
- b) vede ke snížení počtu poruch ve srovnání s údržbou po poruše,
- c) je prováděna v intervalech, které jsou vždy optimální z hlediska životnosti součástí a vynaložených nákladů.

3. Využívání metod technické diagnostiky:

- a) je základním předpokladem pro prediktivní údržbu,
- b) je snadné a nevyžaduje žádné speciální vybavení či znalosti,
- c) je vždy vhodné aplikovat u všech strojů a zařízení.

4. Z důvodu velmi vysokých vibrací soustruhu během obrábění u něj bylo provedeno vibrodiagnostické měření. Zjistilo se, že hlavní příčinou jsou provozní otáčky ležící velmi blízko jeho vlastní frekvenci a v důsledku toho vznik rezonance. Jako opatření byla zvýšena tuhost soustruhu, sníženy provozní otáčky a vyměněno jedno opotřebené ložisko. Do koncepce kterého systému údržby takovýto přístup spadá?

- a) Prediktivní údržba
- b) Proaktivní údržba
- c) Totálně produktivní údržba

5. Totálně produktivní údržba:

- a) je filozofie řízení údržby, která vznikla ve druhé polovině 20. století v USA,
- b) se snaží do svých činností a naplňování cílů zapojit všechny zaměstnance,
- c) říká, že údržbou by se měl v podniku zabývat pouze kvalifikovaný personál oddělení údržby.

6. Autonomní údržba:

- je údržba prováděná pracovníky externí údržbářské firmy,
- využívá zkušeností operátora s prací na daném stroji a jeho schopnosti objevit případné provozní abnormality,
- přenáší na operátory veškeré údržbářské činnosti prováděné na daném stroji.

7. Celková efektivita zařízení (OEE):

- je závislá na tom, zdali se v podniku pracuje ve vícesměnném nebo jen jednosměnném provozu a pouze v pracovní dny nebo i o víkendu,
- se vypočítá podle vztahu $OEE = A + E + Q$, kde A je součinitel pohotovosti, E je součinitel výkonnosti a Q je úroveň kvality,
- je ukazatel umožňující kvantitativní hodnocení efektivitu práce určitého zařízení.

8. Provoz stroje v daný den naplánován na 10 hod. V průběhu dne však došlo k poruše, kvůli které musel být jeho provoz na 2,5 hod přerušen. Normovaný čas na výrobu 1 ks výrobku činí 6 min a za den se stihlo vyrobit celkem 60 ks, z nichž byly 3 ks vadné. Vyberte nesprávné tvrzení:

- součinitel pohotovosti $A = 0,75$.
- součinitel kvality $Q > 0,90$.
- ukazatel OEE $> 0,80$.

9. Při pořizování nového stroje:

- jsou jedinými kritérii pro jeho výběr pořizovací náklady, rychlost dodání, výkon a dobrá pověst výrobce,
- bychom se měli mimo jiné zajímat i o náklady spojené s jeho provozem a údržbou,
- bychom se měli zajímat o celkové náklady na životní cyklus, do kterých však nespádají náklady spojené s vyřazením stroje z provozu a jeho následnou likvidací.

10. Metoda 5S:

- je cyklus tvořený pěti na sebe navazujícími činnostmi „definuj, měř, analyzuj, zlepšuj, kontroluj“ vedoucími k neustálému zlepšování vybraného procesu,
- je použitelná pouze v podmínkách výroby,
- má svůj původ v Japonsku.

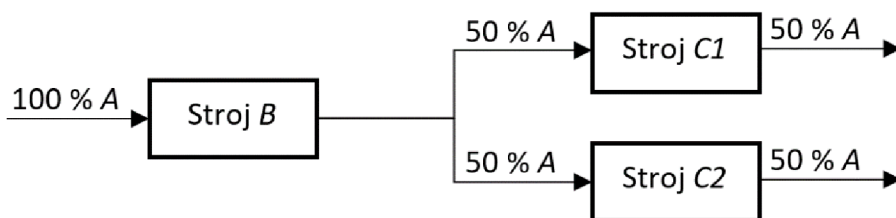
11. Vyberte nesprávné tvrzení o vztahu údržby a kvality:

- Jedná se o dvě zcela rozdílné disciplíny, které spolu nijak nesouvisí, a proto se jimi ve firmě zabývají různá oddělení.
- Zanedbáním údržby stroje se mohou zhoršit jeho provozní parametry a dosahovaná kvalita jeho výstupů.
- Ke zlepšení dosahovaných hodnot ukazatele OEE můžeme přispět volbou vhodného systému údržby i řešením problémů s nekvalitou produkce.

12. Vyberte správné tvrzení o vztahu údržby a bezpečnosti:

- a) Při provádění činností údržby strojů a zařízení je třeba dbát základních pravidel BOZP a PO, avšak údržba jako taková nemá na bezpečnost provozu žádný vliv.
- b) Pravidelným prováděním preventivních činností údržby a dodržováním vytvořených standardů dokážeme zcela odstranit riziko zranění obsluhy.
- c) Zanedbáváním či nesprávným prováděním údržby se zvyšuje pravděpodobnost vzniku poruchy stroje, při níž může být ohrožena bezpečnost zaměstnanců nebo i okolí firmy

13. Během výroby musí výrobek A projít dvěma operacemi. První operaci vykonává u všech kusů výrobku stroj B, druhou operaci vykonává u 50 % kusů stroj C1 a u 50 % kusů stroj C2. Za předpokladu, že všechny tři stroje jsou plně využívány ve třísměnném provozu:



- a) pokud nastane u stroje B porucha, která neumožní jeho další provoz, poklesne objem výroby na polovinu,
- b) pokud nastane u stroje B porucha, která neumožní jeho další provoz, dostanou se oba stroje C1 a C2 do prostoje v důsledku nedostatku vstupního materiálu,
- c) je z hlediska zajištění materiálového toku a schopnosti vyrábět je porucha stroje C1 více kritická než porucha stroje B.

14. Podle filozofie TPM:

- a) je důležité rozvíjet týmovou práci a komunikaci zaměstnanců, a to i napříč různými odděleními,
- b) bychom měli podporovat a rozvíjet zaměstnance jako jednotlivce a údržbu striktně oddělovat od ostatních činností ve firmě,
- c) stačí zaměstnance pečlivě proškolit pro výkon určité činnosti, písemná podoba pracovního postupu není nutná.