

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

Provozně ekonomická fakulta

Katedra řízení



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Vyhodnocení dopadů poruchovosti výrobního
zařízení na efektivitu výrobních operací**

Autor DP: Bc. Martin KOBLASA

Vedoucí DP: Ing. Tomáš MACÁK, Ph.D.

© 2010

Čestné prohlášení

Tímto prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem „**Vyhodnocení dopadů poruchovosti výrobního zařízení na efektivitu výrobních operací**“ vypracoval samostatně s využitím poznatků načerpaných z odborné literatury a dalších informačních zdrojů citovaných v práci a uvedených v seznamu literatury. Využil jsem znalosti získané z proběhlých konzultací ve zvoleném podnikatelském subjektu a pomoci vedoucího diplomové práce. Dále jako autor prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 2. dubna 2010

.....
Martin KOBLASA

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Tomáši Macákovi, Ph.D. za jeho odborné vedení a podporu při zpracování své diplomové práce. Dále bych rád vyjádřil poděkování Ing. Zdeňku Vyjídáčkovi, manažeru jakosti společnosti NOSTA – HERTZ, spol. s r.o., který mi věnoval svůj čas při konzultacích a své rozsáhlé zkušenosti. V neposlední řadě bych rád poděkoval vedoucímu výroby společnosti THIMM Obaly, k.s. Bc. Kamilu Maškovi, který mi poskytl potřebné podklady pro vypracování aplikační části této práce.

Autor: Martin KOBLASA

**VYHODNOCENÍ DOPADŮ PORUCHOVOSTI VÝROBNÍHO
ZAŘÍZENÍ NA EFEKTIVITU VÝROBNÍCH OPERACÍ**

**FALL RATE ANALYSIS OF PRODUCTION
FACILITY TO EFFECTIVENESS OF
MANUFACTURING OPERATION**

© 2010

Souhrn

Diplomová práce s názvem „Vyhodnocení dopadů poruchovosti výrobního zařízení na efektivitu výrobních operací“ se zabývá uplatněním konceptu údržby Total Productive Maintenance (TPM) ve výrobním procesu podniku. Tato metoda se ve světě využívá již celou řadu let a postupně nachází stále větší oblibu i v českých podnicích.

V teoretické části práce je objasněna problematika TPM, je zde popsán její historický vývoj, nosné pilíře, na kterých celý koncept stojí a také ukazatel nezbytný pro zjištění míry efektivního využití zařízení. Závěrečná část literární rešerše se věnuje procesu implementace konceptu TPM v podniku.

Aplikační část si klade za cíl demonstrovat načerpané poznatky o TPM na zvolený podnikatelský subjekt. Tato část popisuje, jak společnost aplikovala teoretické základy do svého provozu a do svých výrobních podmínek. Fáze implementace TPM je demonstrována na konkrétním výrobním stroji a je následně přezkoumána auditem. Na tomto stroji jsou vyhodnoceny poruchy zaznamenané v průběhu uplynulých osmi let. Pro nejproblematictější část stroje je sestaven inspekční plán údržby, který má pomoci jak obsluze, tak pracovníkům údržby zvýšit efektivitu zařízení. V závěru je vyhodnocen vliv TPM na dané výrobním zařízení.

Klíčová slova

údržba

TPM

efektivita

porucha

zařízení

výroba

Summary

The diploma thesis named „Fall rate analysis of production facility to effectiveness of manufacturing operation“ deals with Total Productive Maintenance (TPM) application in company’s production procedures. This method is being applied worldwide for several years. It is becoming more popular even in Czech businesses.

The questions of TPM are enlightened in the theoretical part of this thesis. The historical development, the fundamental pillars and the indicator for overall equipment effectiveness are described too. The final part of the literature search considers TPM implementation process in company.

The practical part of this thesis is to demonstrate acquired knowledges about TPM on the chosen company. This part is to present, how the theoretical issues were settled in the production. The implementation phase is demonstrated on concrete machine and it is checked by audit consequently. There are malfunction records from past 8 years, which are analysed. The maintenance plan is created for the most problematic part of the machine. This plan is to help operating personnel and maintaining personnel to enhance the equipment effectiveness. At the end there is a TPM influence assessment according to the chosen machine.

Key words

maintenance

TPM

effectiveness

malfunction

equipment

production

OBSAH:

1	ÚVOD	6
2	CÍL PRÁCE A METODIKA.....	7
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	8
3.1	TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE	8
3.1.1	SPOLEHLIVOST	8
3.1.2	ÚDRŽBA	10
3.2	DEFINICE TPM.....	13
3.3	HISTORIE TPM	15
3.3.1	KAIZEN.....	16
3.4	PILÍŘE TPM.....	17
3.4.1	FILOSOFIE 5 S.....	18
3.4.2	AUTONOMNÍ ÚDRŽBA	20
3.4.3	PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA	22
3.4.4	ODSTRANĚNÍ ZÁVAŽNÝCH PROBLÉMŮ	23
3.4.5	ŠKOLENÍ A TRÉNINK.....	24
3.5	CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ.....	25
3.5.1	VÝPOČET CEZ	26
3.5.2	SBĚR A VYHODNOCOVÁNÍ CEZ	27
3.6	IMPLEMENTACE TPM.....	28
3.6.1	FÁZE IMPLEMENTACE	28
4	CHARAKTERISTIKA PODNIKATELSKÉHO SUBJEKTU	30
5	APLIKACE	32
5.1	PILÍŘE TPM V THIMM.....	33
5.1.1	STANDARDIZACE A ZLEPŠOVÁNÍ	33
5.1.2	TÝMOVÁ PRÁCE	37
5.1.3	AUTONOMNÍ ÚDRŽBA	38

5.1.4	PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA	39
5.1.5	ŠKOLENÍ A TRÉNINK.....	40
5.1.6	VIZUÁLNÍ MANAGEMENT	41
5.2	FÁZE IMPLEMENTACE TPM	41
5.3	OEE – EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ	43
5.4	VYHODNOCENÍ PORUCHOVOSTI.....	46
5.4.1	POPISNÉ CHARAKTERISTIKY	50
5.5	INSPEKČNÍ PLÁN	52
5.6	ZHODNOCENÍ VLIVU TPM	56
6	<u>ZÁVĚR</u>	60
7	<u>SEZNAM LITERATURY.....</u>	62

1 ÚVOD

Koncept Total Productive Maintenance (TPM) má své počátky již v padesátých letech dvacátého století a od té doby prošel znatelným vývojem. Mnoho podniků se ho naučilo využívat pro zvýšení efektivity své výroby. Zavádění TPM do výrobní praxe je často vídanou záležitostí zejména u zahraničních podnikatelských subjektů. V České republice se lze s TPM setkat především v podnicích se zahraniční účastí. Jedná se většinou o velké výrobní podniky, které mohou investovat nemalé časové a finanční prostředky do dlouhodobého konceptu, jakým TPM bezesporu je. Od jeho počátečních kroků až po úplné využívání totiž obvykle uběhne řada let. Ovšem tato investice se i přes překážky vyplácí, jak dokládají zkušenosti podniků, které TPM již využívají. Odborníci předpovídají, že TPM svůj rozmach v naší zemi teprve zažije. I tento fakt ovlivnil můj výběr tématu diplomové práce, tedy skutečnost, že jde o téma, které je v současné době diskutované a bude aktuální ještě v příštích letech.

Diplomová práce využívá autorových znalostí získaných během studia na České zemědělské univerzitě a zkušeností, které získal během své diplomní praxe ve společnosti NOSTA – HERTZ, spol. s r.o., která byla založena před třinácti lety. Jediným produktem společnosti bylo poskytování poradenství v oblasti údržby systému řízení dle normy ČSN EN ISO 9001 a realizace interních auditů. Od té doby se portfolio společnosti rozrostlo o další produkty, avšak původní produkt je jedním z klíčových pro firmu i dnes.

2 CÍL PRÁCE A METODIKA

Cíl práce

Cílem této diplomové práce je pojednat o problematice údržby výrobního zařízení v podniku za využití konceptu Total Productive Maintenance (TPM) a demonstrovat jeho aplikaci na konkrétním podniku. Část daného cíle je naplněna v oddíle literární rešerše, kde je s využitím odborné literatury popsána údržba jako taková, je zde uvedena definice metody TPM a vše podstatné, co s ní souvisí. Ucelenou představu o problematice přináší aplikační části, kde je na konkrétním podnikatelském subjektu předvedeno, jak se teoretické znalosti uplatní v praxi a jak může být využito konceptu TPM ke snížení poruchovosti a tím pádem k zefektivnění výroby.

Metodika

Zpracování první části práce – literární rešerše je založeno na prostudování odborné literatury, která byla zapůjčena v Národní technické knihovně, v Městské knihovně v Praze a také v knihovně na Katedře řízení ČZU. Dále je využito internetových zdrojů a čerpáno je také z publikací poskytnutých společnostmi NOSTA – HERTZ, spol. s r.o. a z interních materiálů firmy THIMM Obaly, k.s.

V aplikační části práce je demonstrováno, jak firma THIMM Obaly, k.s. aplikovala koncept TPM ve svých specifických provozních podmínkách. Jsou popsány jednotlivé pilíře TPM a jejich fungování v provozu firmy. V další podkapitole je vysvětlen ukazatel efektivity OEE včetně praktického příkladu, následuje aktuální fáze implementace TPM v THIMM Obaly, k.s. včetně jejího přezkoumání pomocí auditu. Předposlední dvě podkapitoly pojednávají o vyhodnocení záznamů s poruchami pomocí statistického programu a o vzniku inspekčního plánu coby nástroje autonomní údržby. Na závěr je pomocí grafů a rostoucí hodnoty OEE prokázán pozitivní vliv TPM na efektivitu výroby.

Ke zpracování praktické části je využito interních materiálů firmy NOSTA – HERTZ, spol. s r.o. a podkladů poskytnutých firmou THIMM Obaly, k.s. Dále byly využity fotografie pořízené autorem při návštěvách podniku a poznatky získané z rozhovorů se zaměstnanci výroby a údržby.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

Pro zvýšení efektivity výrobního zařízení a optimalizaci výrobních procesů podniku existuje v dnešní době řada moderních přístupů. Nepřetržitý proces zlepšování činností zahrnuje také úsek údržby výrobních zařízení, kdy je pro podniky důležité si uvědomit její význam pro zvyšování produktivity práce a snižování nákladů. Metoda, která se zabývá komplexní údržbou výrobního zařízení na celopodnikové úrovni se nazývá Total Productive Maintenance (dále jen TPM), což se do češtiny obvykle překládá jako komplexní/úplná produktivní údržba. Podstatou je zajištění maximální spolehlivosti všech výrobních zařízení podléjících na produkci podniku.

3.1.1 Spolehlivost

Význam slova spolehlivost je obecně známý, přesto je dobré, aby zde zazněla definice odborníků. Havlíček definuje spolehlivost následně: *„Spolehlivost je definována jako obecná vlastnost objektu (strojírenského výrobku, stroje), spočívající ve schopnosti plnit požadované funkce při zachování hodnot stanovených provozních ukazatelů v daných mezích a v čase podle stanovených podmínek.“*¹

Další definici nabízí norma ČSN IEC 50(191) Mezinárodního elektrotechnického slovníku, kde se píše: *„Spolehlivost je vyjádřena jako pravděpodobnost bezporuchového provozu, to je pravděpodobnost, že objekt může plnit požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém intervalu.“*²

Zkoumání této vlastnosti bylo zpočátku chápáno jako samostatná disciplína, jejíž hlavním úkolem bylo studovat podstatu a zákonitosti vzniku poruch. Tyto zjištěné informace potom měla předávat především výrobcům, kteří je mohli využít ke zdokonalení výroby a

¹ Havlíček, J., Jurča, V., Lacina, J., *Jakost a spolehlivost strojů*, s.9

² Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 191: Spolehlivost a akost' služieb.

k předcházení vzniku poruch. Dále je měla poskytovat uživatelům strojů, kteří si na základě těchto poznatků mohli udělat obrázek o jakosti stroje a podřídit tomu svoji investici. Komplexní povaha otázek spolehlivosti a celkové jakosti výrobku ukazuje, že spolehlivostní ukazatele jsou nezbytným nástrojem pro operativní řízení racionálního hospodárného provozu strojů a jsou používány pro plánování optimálních cyklů údržby.³

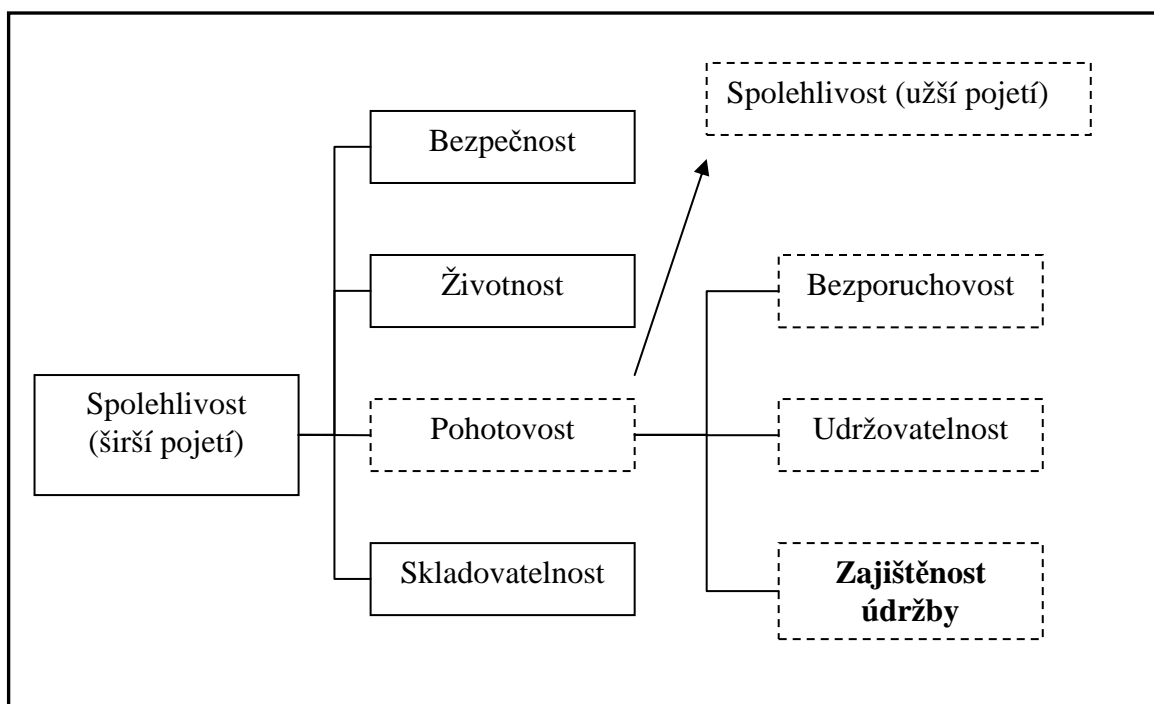
Problematika spolehlivosti obnáší čtyři na sebe navazující kroky:

- ✓ vymezení spolehlivosti objektu vyjádřením kritéria ztráty jeho schopnosti plnit požadované funkce,
- ✓ vymezení podmínek užívání (způsob užívání a provozní podmínky),
- ✓ analýza poruch (jejich příčin, následků),
- ✓ kvantifikace vymezené spolehlivosti (zvolení ukazatelů tak, aby bylo možné požadavky na spolehlivost číselně vyjadřovat)⁴

Širší vymezení spolehlivosti bývá vyjádřeno dílčími vlastnostmi, viz obrázek č. 1.

Obrázek č. 1 Vymezení spolehlivosti

(Mykiska, 2000)



³ Havlíček, J. a kol., *Provozní spolehlivost strojů*, s.10

⁴ Mykiska, A., *Spolehlivost technických systémů*, s.46

3.1.2 Údržba

Spolehlivost výrobního zařízení je ovlivňována ve dvou sférách. Tou první je sféra výrobců strojů a tou druhou je sféra uživatelů, respektive podniků. Zde se vlastnosti získané výrobou stroje rozvíjejí a utvářejí způsobem vlastního užívání a také systémem údržby.⁵ Nejúčinnějším opatřením, jak zajistit provozuschopnost stroje a vyhnout se tím prostojům (stav, kdy objekt z jakéhokoli důvodu neplní požadované funkce), je systém údržby. Havlíček uvádí: „*Obecná údržba je integrující termín pro souhrn veškerých činností, vykonávaných pro udržení objektu v provozuschopném stavu nebo jeho navrácení do tohoto stavu po poruše....její náplní je kontrola stavu objektu, jeho čištění, mazání, seřizování a další specifické operace preventivního charakteru.*“⁶

Norma ČSN IEC 50(191) definuje údržbu obecnou, ale i preventivní a údržbu po poruše: „*Údržba je souhrn konkrétních technologických činností a postupů, jejich uplatňováním za určených podmínek se provádí obnova požadovaného technického stavu objektu. Preventivní údržba je údržba prováděná v předem určených intervalech nebo podle předepsaných kritérií a je zaměřená na snížení pravděpodobnosti poruchy nebo degradace fungování objektu. Údržba po poruše je údržba prováděná po zjištění poruchového stavu a je zaměřená na uvedení objektu do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci*“⁷

Pro efektivní využívání celého procesu údržby v podniku je nezbytná jeho organizace. Tím je myšleno vytvoření samostatné organizační struktury, jejíž jednotky musí být podpořeny podmínkami pro dělbu práce. Postupem času bylo definováno rozdělení údržby podle **organizačních stupňů** a podle **podřízenosti organizačních útvarů**.

⁵ Havlíček, J. a kol., *Provozní spolehlivost strojů*, s.17

⁶ Havlíček, J., Jurča, V., Lacina, J., *Jakost a spolehlivost strojů*, s.42

⁷ Medzinárodný elektrotechnický slovník. Kapitola 191: Spolehlivost a akosť služieb.

Podle organizačních stupňů je dělení následující:

- ✓ **jednostupňová organizace údržby** – veškerá potřeba je zajištěna jediným útvarem; ten navíc současně opravuje a vyrábí náhradní díly; tento typ bývá aplikován u malých podniků s jednoduchou organizační strukturou.
- ✓ **dvoustupňová organizace údržby** – potřeby podniku jsou zabezpečeny pomocí ústředního útvaru a pomocí provozních útvarů; ústřední útvar má na starosti velké opravy v podniku, vyrábí a opravuje náhradní díly; provozní útvary fungují v rámci provozů a mají zajišťovat úkoly na úrovni těchto provozních jednotek, případně vypomáhají i ústřední údržbě; tento typ údržby je aplikován ve středních a velkých podnicích.
- ✓ **třístupňová organizace údržby** – typ údržby realizován v největších podnicích, kdy třetím stupněm jsou závodní útvary (první stupeň je ústřední útvar, druhý provozní útvar); praxe je obdobná jako u předchozích typů, závodní útvary mají na starosti jen ty nejběžnější práce.

Co se týče rozdělení údržby podle podřízenosti organizačních útvarů, tak je situace následující:

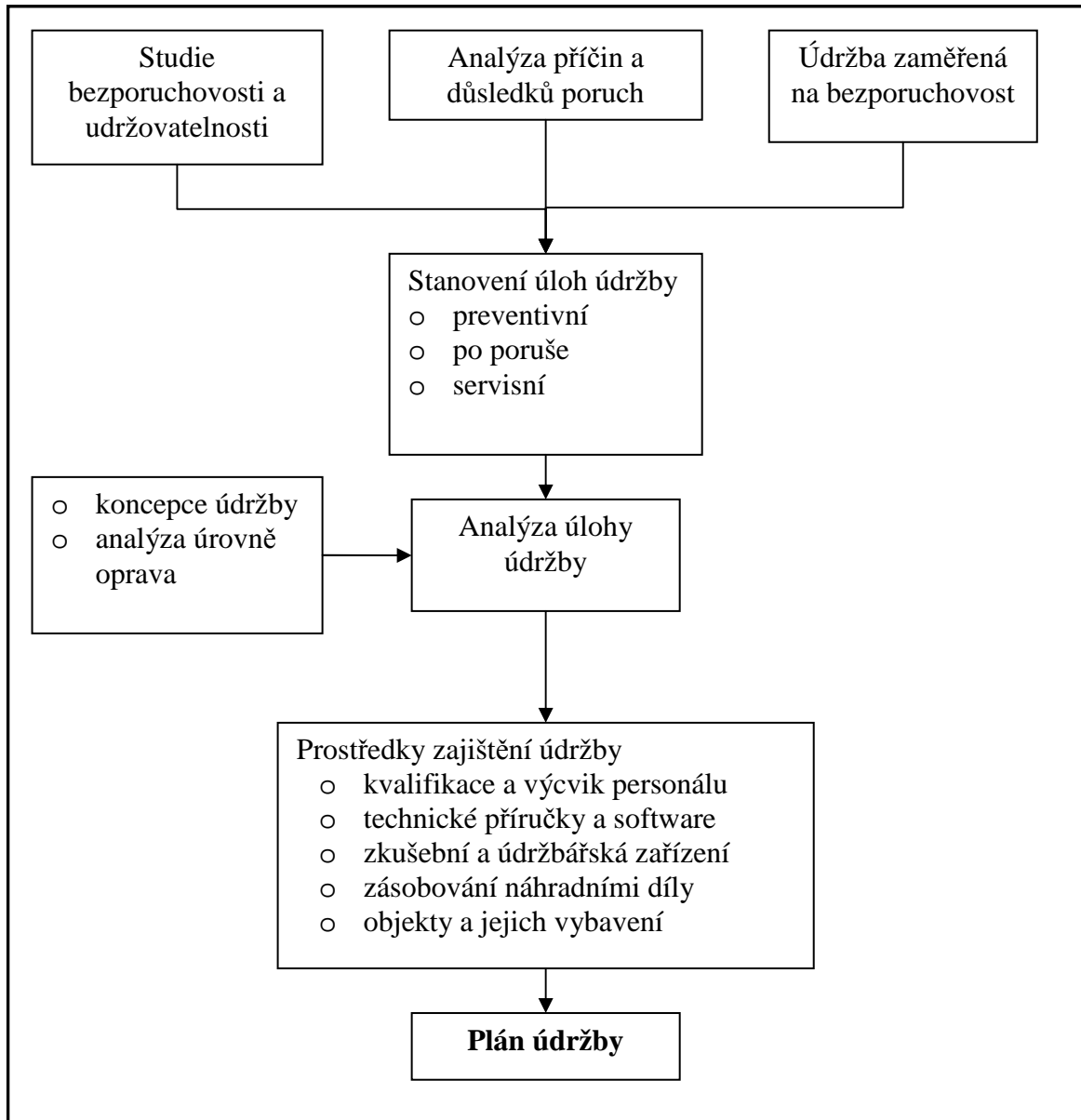
- ✓ **centralizovaná údržba** – veškeré vedení údržby v podniku spadá pod jediného vedoucího, který má na starosti jak organizační vedení, tak odborné vedení; mezi výhody patří plná odpovědnost jediného pracovníka a účinnější řízení údržby, naopak k nevýhodám patří menší operativnost při opravách.
- ✓ **decentralizovaná údržba** – údržbářské útvary nejsou všechny podřízeny jedinému vedoucímu; vedení zajišťuje více pracovníků a to jen odborně; tento typ přináší přesnější spojení provozní údržby s výrobou, větší operativnost při provádění údržby, na druhou stranu nejednotnost v řízení údržby a obtížné odborné řízení.
- ✓ **kombinovaná údržba** – jedná se o sloučení obou výše popsaných typů.⁸

⁸ Mykiska, A., *Spolehlivost technických systémů*, s.125

Podniky vynakládají značnou pozornost plánování údržby, neboť bez toho by nebylo dosaženo maximálního efektu. Skutečnost, že tvorba plánu údržby není nikterak jednoduchá záležitost, dokazuje následující obrázek č.2.

Obrázek č.2 Plánování údržby

(Mykiska, 2000)



Složitost celého plánování je značná také proto, že plány údržby slouží nejenom k řízení vlastní činnosti, ale jsou součástí i jiných plánů, to znamená musí být s nimi skloubeny, což je náročné. Z hlediska času dělí Mykiska plány na:

- ✓ dlouhodobé
- ✓ střednědobé
- ✓ roční
- ✓ operativní.

Dlouhodobé plány jsou zpracovány spíše rámcově a jejich funkční období se počítá na desetiletí. Obsahují v sobě koncepcce s vazbou na investice do technického zařízení.

Střednědobé plány údržby vycházejí z dlouhodobých, jsou zpracovány podstatně podrobněji. Určují pro dané období vývoj údržby a jsou vázány na plány jiných činností v podniku.

Roční plány nepodléhají jednotné metodice na zpracování, takže se mohou v jednotlivých podnicích lišit. Obecně lze však konstatovat, že východiskem pro roční plány jsou plány střednědobé, které jsou dále upřesňovány. Součástí plánů je zajištění prostředků k jejich uskutečnění.

V případě **operativních plánů** se hovoří o periodicitě měsíční nebo čtvrtletní. Jsou zde popsány již konkrétní úkoly, které korespondují jak s plány vyšších kategorií, tak s aktuální naléhavostí opravy zařízení.⁹

3.2 DEFINICE TPM

V souvislosti s metodou TPM není vhodné používat nadále slovo „údržba“, i když TPM je překládáno jako údržba (Maintenance). TPM údržbu jako takovou přesahuje. Rozdíl oproti klasické údržbě popsané výše je právě v prvním slově názvu metody, a sice v komplexnosti (Total). Fakticky správné je hovořit o managementu produktivity výrobních zařízení, kdy se nepočítá jen s profesionálními údržbáři, ale využívá schopností a dovedností všech pracovníků podniku s cílem výrazně snížit prostoje strojů a ztráty

⁹ Mykiska, A., *Spolehlivost technických systémů*, s.136

v jejich využívání po celou dobu životního cyklu zařízení. Názorné popsání problematiky se dočítáme u Košturiaka a Frolíka: „*Při TPM jde o překonání tradičního dělení lidí na pracovníky, kteří pracují na daném stroji a pracovníky, kteří ho opravují. Vychází se z toho, že právě pracovník, který obsluhuje stroj má šanci zachytit abnormality v jeho práci a případné zdroje budoucích poruch zařízení nejdřív.*“¹⁰

TPM mění postoj pracovníka z původního: „Jsem tu od toho, abych vyráběl výrobky, údržbu má na starosti oddělení údržby,“ na nový přístup k práci: „Jsem tu, abych vyráběl výrobky, to však mohu dělat kvalitně jen tehdy, pokud budu svoje zařízení udržovat a starat se o něj.“¹¹

Cílem je, aby výroba plnila následující faktory:

- ✓ vyhnout se plýtvání v rychle se měnícím hospodářském prostředí
- ✓ vyrábět zboží, aniž by se snížila kvalita
- ✓ snížení nákladů
- ✓ zboží odeslané zákazníkovi musí být bez vady.¹²

Rakya doplňuje seznam cílů TPM o další prvky:

- ✓ „*zlepšení zisku firmy*
- ✓ *vytvoření vyhovujících pracovních podmínek*
- ✓ *motivace a zapojení pracovníků na všech úrovních – od dělníků po top management.*“¹³

Obsluha se svým strojem musí naučit porozumět, aby byla schopna v prvních náznacích odhalit vznikající problém a zamezit tak dalšímu poškození a přerušení výroby. Základem jsou dílčí práce jako je pořádek na pracovišti, čištění strojů a kontrola jejich stavu.

¹⁰ Košturiak, J., Frolík, Z., a kol., *Štíhlý a inovativní podnik*, s.93

¹¹ Rakya, M., *Koncept TPM*, [online]

¹² Venkatesh, J., *An introduction to Total Productive Maintenance*, [online]

¹³ Rakya, M. *Management údržby vyžaduje projektové řízení.* [online]

Pracovníci se ke strojům musí chovat, jako by byli jejich vlastní, to znamená pečovat o jejich bezvadný stav.

3.3 HISTORIE TPM

Historie TPM sahá do padesátých let do Japonska. Za zakladatele TPM je považován Seiichi Nakajima, který studoval systémy údržby v USA a později je začal aplikovat v Japonské továrně na automobilové součástky Nippodenso. Zpočátku se jednalo o preventivní údržbu jako takovou, ovšem potřeba jít dále než jen plánovat údržbu v návaznosti na doporučení pracovníků vyústila v rozhodnutí vedení, že se údržba musí stát součástí integrálního programu jakosti. Toto bylo stěžejní rozhodnutí, které vyústilo v implementování konceptu TPM ve stovkách továren po Japonsku.¹⁴

TPM zavedla nové prvky, kterými se lišila od konceptů v USA. Mezi hlavní spadají:

- ✓ zavedení aktivit malých skupin (týmová práce)
- ✓ některé činnosti údržby jsou vykonávány operátory strojů a zařízení
- ✓ zavedení prvků bezpečnosti na pracovišti
- ✓ příjemné pracovní prostředí pro vyšší výkonnost lidí.

Kampaň na podporu implementace TPM v japonských podnicích byla doprovázena sloganem: „Nechejte nás si vytvořit vlastní pracoviště vlastníma rukama.“¹⁵

¹⁴ Roberts, J., *TPM Total Productive Maintenance*, [online]

¹⁵ Rakyta, M., *Koncept TPM*, [online]

Na následujícím obrázku č.3 je zachycen časový vývoj TPM ve světě.

Obrázek č.3 Vývoj údržbových systémů ve světě (Al-Radhi a Heuer, 1995)

Doba	Vývojové stupně Total Productive Maintenance
do 1951	„Breakdown Maintenance“ – údržba podmíněná poruchou
1951	převzetí Preventive Maintenance (PM) z USA
1953	Utvoření výzkumné skupiny PM pro další vývoj
1957	Vznik Corrective Maintenance (CM)
1960	Vznik Maintenance Prevention (MP)
1961	Shrnutí amerického PM, CM a MP do Productive Maintenance (PM), Nippodenso Co. začíná jako první se začleněním PM
1969	Je založen „Japan Institute of Plant Engineers“; Nippodenso zavádí TPM
1971	Nippodenso získává PM – Prize
1971-1980	Více než 31 podniků získalo PM – Prize za úspěšné zavedení TPM
1981	Z JIPE se stává „Japan Institute of Plant Maintenance“
1981 - 1990	Dalších 154 podniků získává PM – Prize za úspěšné zavádění TPM
konec 80.let	TPM se rozšiřuje za hranice Japonska, podniky jako Rover v Anglii, Ford v USA nebo Volvo v Belgii začínají používat TPM
1991	Poprvé získávají dva nejaponské podniky PM Excellent Plant Award: Nachi Industries Private Limited (Singapur) a Volvo cars Europe Industry (Belgie)
začátek 90.let	Podniky v Německu začínají se začleňováním TPM

3.3.1 Kaizen

Japonsko je známo nejen jako místo vzniku konceptu TPM, ale také pro využívání filozofie Kaizen, která odtud také pochází. Japonská kultura se výrazně odlišuje od té západní. Kaizen filozofie, která může být uplatněna v osobním, sociálním i pracovním prostředí znamená proces neustálého zlepšování. To vychází z japonských slov *kai* (změna) a *zen* (dobrý). Oproti západnímu myšlení je to odlišný přístup k práci, neboť západní filozofie razí myšlení, že když něco není rozbité, není třeba to opravovat,

zlepšovat. Filosofie Kaizen však říká, dělat věci lépe, vylepšovat je i když nejsou rozbité, protože když se to neudělá, nelze bojovat s konkurencí, která to dělá.¹⁶

Stejně jako koncept TPM ke své realizaci využívá všech pracovníků, i těch kterých se údržba primárně netýkala, tak Kaizen pracuje se všemi zaměstnanci podniku. Jde proti tradičnímu managementu, kde jsou v podniku dvě skupiny lidí – ti, kteří plánují, inovují a ti, kteří pracují. **„V dobrých podnicích musí mít každý pracovník ve své pracovní náplni oba druhy činností. Jejich vzájemný poměr by měl odrážet hierarchické postavení v podniku.“**¹⁷

Pojem zlepšování znamená, že se musí věnovat pozornost každému návrhu na zlepšení, i tomu nejmenšímu. Ve firmách jako Toyota a Canon se každoročně implementuje 60 až 70 zlepšení od každého pracovníka. Nejedná se o zásadní skokové změny, ale o implementaci dílčích inovací, avšak průběžně.

Tyto průběžné malé vylepšení vyústí ve významné přínosy jako nárůst produktivity a kvality, vyšší bezpečnost práce, efektivnější logistiku, snížení nákladů a v neposlední řadě spokojenějšího zákazníka. Vrcholem těchto přínosů je, že zaměstnanci pracující v podniku aplikující Kaizen shledávají práci jednodušší a přijatelnější. To se kladně podepisuje na jejich pracovní morálce, uspokojením prací a nižší fluktuací zaměstnanců.¹⁸

3.4 PILÍŘE TPM

Základním úkolem TPM není narozdíl od údržby oprava poškozených strojů, ale předcházení jejich poškození a eliminace prostojů ve výrobě. Zodpovědnost leží na vedení, které se musí o zavedení TPM v podniku zasadit. Jde totiž o výraznou změnu zvyků a přesvědčení, které mezi pracovníky panují. Obsluha strojů nerozumí zařízení, nemají k němu požadovaný vztah a péči o něj přenechávají údržbě. Dále je oddělení údržby hůře kontrolovatelné, pracovníci vykazují přesčasy, přitom je jejich efektivita práce nízká.

¹⁶ Hudgik, S., *Kaizen is...*, [online]

¹⁷ Košťuriak, J., Frolík, Z., a kol., *Štíhlý a inovativní podnik*, s.120

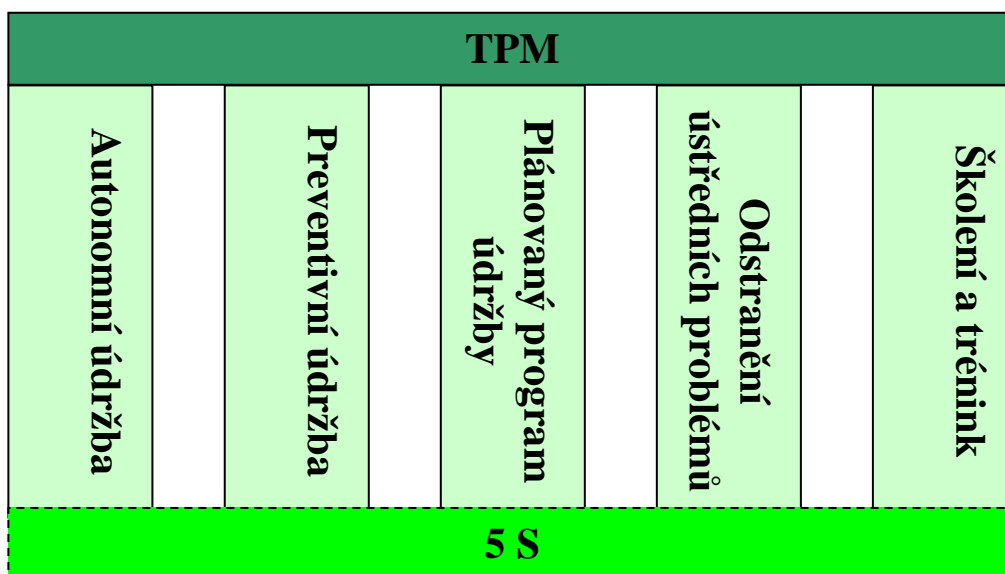
¹⁸ Hudgik, S., *What are the benefits resulting from Kaizen*, [online]

Koncept TPM toto pomáhá řešit. Základem jsou pilíře, na kterých TPM stojí. V literatuře se setkáváme s více pojetími, většina se jich ovšem shoduje.¹⁹

Al-Radhi a Heuer ve své knize hovoří o pěti prvcích, na kterých je TPM založen. Pro přehlednost je přiložen obrázek č.4.

Obrázek č.4 Pilíře TPM

(Zdroj: autor)



3.4.1 Filosofie 5 S

Jak vyplývá z výše uvedeného obrázku, stavebním kamenem konceptu TPM je filosofie zvaná 5S. Tento název vychází z pěti japonských principů, jejichž názvy začínají písmenem S. Cílem těchto principů je dosažení trvale čistého, přehledného a organizovaného pracoviště. Protože pouze čisté a přehledné pracoviště pomáhá odhalit problémy. Zde je oněch pět principů:

- ✓ SEIRI
- ✓ SEITON
- ✓ SEISO
- ✓ SEIKETSU
- ✓ SHITSUKE²⁰

¹⁹ Košturiak, J., Frolík, Z., a kol., *Štíhlý a inovativní podnik*, s.93

²⁰ Mašín, I., Vytlačil, M. *TPM: Management a praktické zavádění*. s.114

SEIRI = Setřít

Pod tímto označením se má na mysli uspořádání předmětů na pracovišti podle frekvence jejich používání. Od věcí používaných denně, až po věci téměř nepotřebné. Zamezí se tím shromažďování zbytečných předmětů (vadné díly, odepsané zásoby, staré náhradní díly, nepotřebné pomůcky), které jen zabírají místo a vytvářejí nepřehledné prostředí.

SEITON = Srovnat

Hlavní myšlenka zní, že každá věc má své místo, a to pouze jediné místo. Po použití se musí věc vrátit zpět na své místo. Pro snadnou identifikaci předmětu se využívá identifikačních štítků.

SEISO = Stanovit

Jedná se o stanovení metod, pomocí kterých se bude pracoviště udržovat v čistotě. Např. co se bude čistit, jak se to bude čistit, kdy a pomocí jakých přípravků. Definuje se zde i odpovědný pracovník.

SEIKETSU = Standardizovat

Pracovníci se podílí na tvorbě standardů pro úklid pracoviště. Standardy jsou implementovány v celé organizaci a jsou přezkoumávány náhodně. Tato disciplína má největší dosah ze všech.

SHITSUKE = Stále zlepšovat²¹

SHITSUKE klade důraz na dodržování stanovených standardů a pravidel, na audity stavu pracovišť. Musí se dodržovat výrobní procedury, vyžaduje se přesnost a oddanost organizaci.²²

²¹ Český ekvivalent převzat: Vyjídaček, Z., *Kurz TPM*

²² Venkatesh, J., *An introduction to Total Productive Maintenance*, [online]

3.4.2 Autonomní údržba

Podstatou autonomní údržby je naučit operátory výrobních zařízení rozumět svým strojům, aby chápali jak fungují a byly tak schopni odhalit příznaky signalizující poruchu. Autonomní údržba je velice důležitým krokem v zavádění TPM, neboť se snaží o minimalizování propasti mezi obsluhou a pracovníky údržby a tím ulehčení práce oběma skupinám. Obsluha nově zajišťuje činnosti jako každodenní kontrolu, mazání, výměnu některých částí, drobné opravy, odhalení nepravidelností v činnosti zařízení. Zvýšení povědomí obsluhy o činnosti strojů vede k pochopení funkčních principů.²³ Vzniká tak těsnější vztah člověk – stroj a obsluha tak může předcházet odstavení stroje vinnou poruchou a tím přerušením výroby.

Hlavní kroky realizace autonomní údržby jsou dle Košturiaka a Frolíka následující:

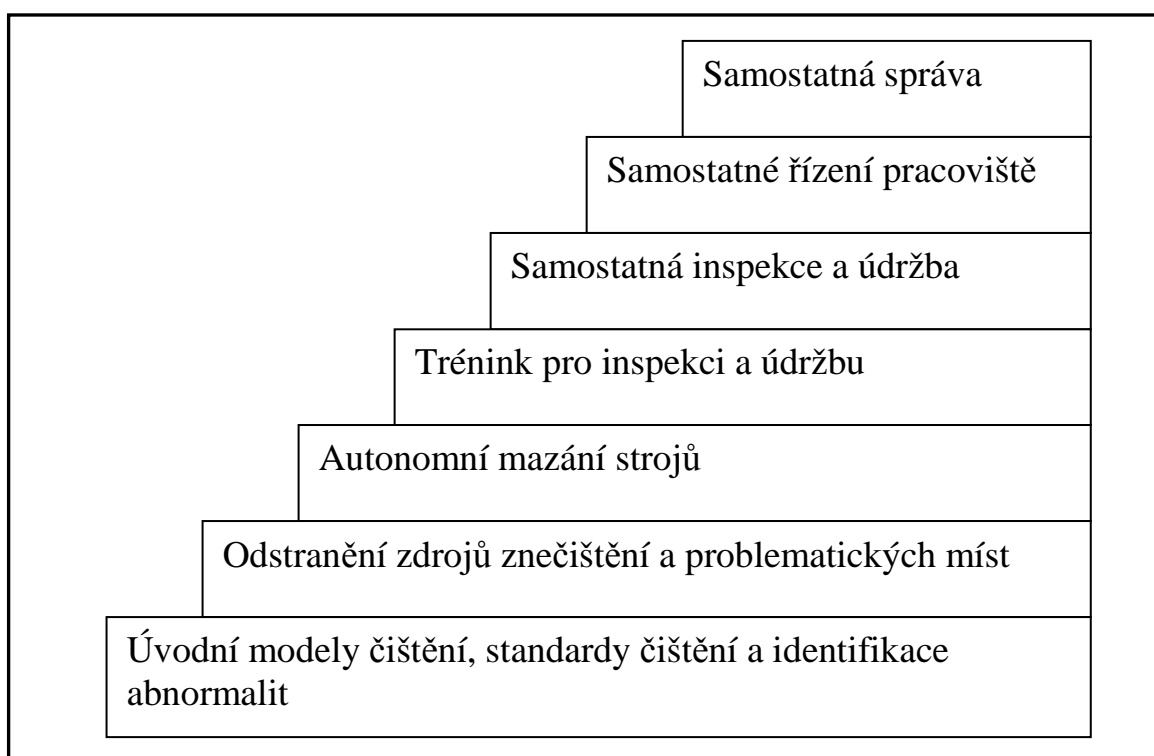
- ✓ *„úvodní čištění a analýza abnormalit*
- ✓ *zjednodušení čištění a kontroly*
- ✓ *standarty pro čištění a mazání*
- ✓ *péče operátora o zařízení, kontrola a diagnostika abnormalit*
- ✓ *jasné rozdělení činností mezi obsluhu zařízení a údržbu*
- ✓ *výrobní tým vykonává autonomní údržbu a zlepšování zařízení*
- ✓ *vizualizace autonomní údržby*
- ✓ *audity.*“²⁴

Na základě podniků, které mají se zavedením TPM bohaté zkušenosti byla vyvinuta Japan Institute of Maintenance metoda, jak uvést autonomní údržbu do praxe. Jedná se o sedm kroků, které představují schodiště, po kterém se vstupuje vzhůru. Viz obrázek č. 5.

²³ Mora, E., *Autonomous Maintenance*, [online]

²⁴ Košturiak, J., Frolík, Z., a kol., *Štíhlý a inovativní podnik*, s.95

Obrázek č.5 Sedm kroků k samostatné údržbě podle Institutu průmyslového inženýrství (IPI) (Mašín, I., Vytlačil, M.2000)



Jednotlivé aktivity v rámci uvedených sedmi kroků provádí výrobní týmy s podporou týmu TPM, za pomoci vzdělávání operátorů a údržbářů, manažerů a pracovníků údržby i průmyslového inženýrství. Těchto sedm kroků může být rozděleno do třech pomyslných skupin. První tři kroky slouží pro stanovení nutných podmínek zařízení, bez kterých by nebylo možné autonomní údržbu využívat. Kroky čtyři a pět kladou důraz na inspekci zařízení a následnou údržbu i standardizaci. Pomocí tréninku je u obsluhy zvyšována schopnost diagnostiky. Poslední skupina si klade za cíl ztotožnění obsluhy se zájmy firmy. To znamená udržení bezztrátovosti díky aktivnímu přístupu.²⁵

²⁵Mašín, I., Vytlačil, M. *TPM: Management a praktické zavádění* s.122

3.4.3 Plánovaná údržba

Tento princip údržby, tedy plánování údržbářských operací v čase, má v průmyslových podnicích dlouhou tradici. V rámci plánované údržby hovoříme o preventivní a o prediktivní údržbě, jejichž dodržování bývá v praxi často vynecháváno. Oddělení údržby věnují veškerý čas na opravy po poruše a na preventivní inspekce jim už nezbyvá čas. To je ovšem špatně. V podnikovém programu TPM je nezbytné naplánovat preventivní i prediktivní úkoly údržby a ty dodržovat.

Institut průmyslového inženýrství (IPI) uvádí dvě kategorie plánované prevence:

- ✓ *„plánovaná rutinní prevence, kterou dříve nebo později provádí operátoři (tzn. rutinní, často opakované práce – čištění, mazání a základní inspekce) v rámci autonomní údržby, při které se využívají především lidské smysly*
- ✓ *plánovaná pokročilá prevence, která vyžaduje dovednosti pracovníků z údržby (tradiční preventivní údržba a moderní prediktivní údržby jsou v tomto případě rozhodujícími formami plánované údržby, která vyžaduje použití pomůcek a přístrojů, demontáž, diagnostiku, analýzy, testování).“²⁶*

Po vymezení těchto dvou oblastí, je možné uvést definici plánované údržby, jak ji uvádí IPI. „*Je to střednědobě (měsíc) až dlouhodobě (rok) plánovaná preventivní nebo prediktivní údržba prováděná specialisty – údržbáři, při nichž se provádí dvě základní aktivity – preventivní inspekce a preventivní opravy na základě stavu zjištěného při inspekci, které jsou zaměřeny na snížení pravděpodobnosti poruchy nebo ztrátu funkčních vlastností stroje.*“²⁷

Preventivní údržba

Jde o způsob údržby, kdy je stroj nebo jeho části kontrolován v rámci naplánovaných prohlídek. Zamezí se tím prostojeům, sníží se potřeba větších oprav a dojde k celkovému

²⁶ Mašín, I., Vytlačil, M. *TPM: Management a praktické zavádění* s.166

²⁷ Mašín, I., Vytlačil, M. *TPM: Management a praktické zavádění* s. 167

snížení nákladů. S ohledem na zkušenosti z mnoha podniků, je potřeba zajistit plnění následujících podmínek:

- ✓ určit, kterých strojů se preventivní údržba týká
- ✓ stanovit úkoly, které se mají realizovat
- ✓ definovat časové intervaly mezi jednotlivými úkoly
- ✓ vytvořit časový harmonogram úkolů
- ✓ vytvořit systém efektivního plánování jednotlivých úkolů a racionálního řízení dokumentace z preventivní údržby.

Prediktivní údržba

Prediktivní údržba je testování strojů pomocí diagnostických metod za provozu. Tento způsob je méně nákladnější než tradiční preventivní údržba založená na pevně daných intervalech kontroly, které pramení z časového plánu nebo z odpracovaných hodin, protože pokud je zjištěn problém, poskytuje prediktivní údržba informace k naplánování opravy ještě než dojde k poruše. Mezi obecné úkoly patří:

- ✓ analýza současného stavu stroje
- ✓ predikce technického stavu
- ✓ poskytnutí podkladů pro přípravu oprav.²⁸

3.4.4 Odstranění závažných problémů

Pro identifikaci závažných problémů je nejprve nutné zjistit zdroje ztrát. Ty se podle pracoviště liší, nicméně na každém pracovišti, kde se používají výrobní zařízení je možné nalézt šest velkých zdrojů ztrát (výpadek zařízení, příprava a zařízení, snížená rychlost taktu, chody naprázdno a krátkodobé zástavy, obtíže s náběhem, zmetky). Vzhledem k různé charakteristice zařízení, stupni automatizace, konfiguraci výrobních linek a dalších proměnných se poměr těchto zdrojů ztrát může lišit. Z tohoto důvodu musí po zjištění zdrojů ztrát následovat vyhodnocení jejich vlivu. To se provádí tak, že se sesbírají data z chybových seznamů na jednotlivých zařízeních.

²⁸ Mašín, I., Vytlačil, M. *TPM: Management a praktické zavádění* s. 168

Pro odstranění závažných problémů je sestaven tzv. vylepšovací tým. Jeho členové by měli pocházet z oblasti výroby, údržby a jakosti. Tento tým se zabývá jednotlivými problémy po sobě. Zjistí se jejich příčiny a odstraní se.

3.4.5 Školení a trénink

*„Školení a trénink zaměstnanců představují v koncepci TPM výchozí bod pro vylepšení v celém podniku.“*²⁹ Jelikož se koncepce TPM skládá z lidí, výrobního zařízení a ze zázemí, je nezbytné kromě péče o zařízení věnovat pozornost také obsluze tohoto zařízení. Proto je posledním pilířem TPM školení a trénink zaměstnanců. Školením prochází operátoři obsluhující jednotlivá zařízení s cílem zvýšit jejich schopnosti. Tréninkem a školením chce podnik dosáhnout rozvoje zaměstnanců tak, aby byli schopni vykonávat požadavky efektivně a nezávisle. V rámci tréninku se neučí pouze co mají dělat a jak, ale také proč to mají dělat. Důležité je, aby znali důvod. Zdroje uvádí, že zaměstnanci by měli být školeni tak, aby postupně prošli čtyřmi fázemi:

- ✓ fáze 1 – neznalost
- ✓ fáze 2 – znalost teorie, ale neschopnost vykonat
- ✓ fáze 3 – schopnost vykonat, ale neschopnost předat znalosti a dovednosti dál
- ✓ fáze 4 – schopnost vykonat a zároveň předat znalosti a dovednosti dál.³⁰

Smyslem školení není předat zaměstnancům tolik informací, kolik je možné předat, ale nastavit takový systém vzdělávání, který odpovídá přesným potřebám daného podniku. Proto se trénink a školení liší provoz od provozu. Ovšem Heuer a Al-Radhi uvádí, že i přes tyto rozdíly lze generalizovat čtyři oblasti kvalifikace:

- ✓ školení a trénink základních znalostí
- ✓ školení a trénink komunikačních technik pro práci v týmu
- ✓ školení a trénink znalostí údržby

²⁹ Heuer, J., Al-Radhi, M., *Total Productive Maintenance*, s.99

³⁰ Venkatesh, J., *An introduction to Total Productive Maintenance*, [online]

- ✓ školení a trénink výrobních znalostí.³¹

Jelikož koncepce TPM je živá, tzn. neustále se mění, inovuje, zlepšuje, školení musí probíhat vždy, je – li to zapotřebí. Pokud by školící programy proběhly pouze v rámci zavádění TPM, bylo by to nevyhovující.

Součástí tréninkového programu je závěrečné testování, zkoušení a certifikace. Sledují se pokroky, kterých dosahují operátoři v údržbě zařízení a zároveň plnění tréninkového plánu. Po absolvování jednotlivých částí programu by měli být účastníci přezkoušeni z teoretických znalostí i z praktických dovedností. Úspěšné zakončení výcviku je stvrzeno certifikátem se jménem daného operátora.³²

3.5 CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ

Efektivní využívání potenciálu strojů je cílem každého podniku, nejen toho využívajícího koncepci TPM. Vyhodnocování a analýza jednotlivých ztrát je jediným účinným nástrojem jak tyto příčiny pochopit a odstranit. V rámci koncepce TPM se pro vyhodnocení efektivnosti používá ukazatel *celková efektivita zařízení (CEZ)*. V cizojazyčné literatuře se tento pojem vyskytuje jako *overall equipment effectiveness (OEE)*.

„Parametr typu CEZ hodnotí velikost a poměr jednotlivých ztrát v poměru k plánovanému času chodu stroje a je často používáný pro potřeby týmů zabývajících se TPM...Tento parametr ukazuje nejen na to, jak dobře je v konkrétním podniku dané zařízení využíváno z hlediska provozních a ztrátových časů, dosahování potřebného kapacitního výkonu jakož i z hlediska kvality výroby, ale svědčí i o dalších velmi důležitých faktorech, které ukazují na správné využívání pracovních metod.“³³

³¹ Heuer, J., Al-Radhi, M., *Total Productive Maintenance*, s.101

³² Mašín, I., Vytlačil, M. *TPM:Management a praktické zavádění* s.222

³³ Mašín, I., Vytlačil, M. *TPM:Management a praktické zavádění* s.85

3.5.1 Výpočet CEZ

Celková efektivita zařízení (CEZ) se skládá ze třech faktorů:

CEZ: dostupnost (a); výkon (b); kvalita (c)

OEE: availability (a); performance (b); quality (c)

$$\mathbf{CEZ = a \times b \times c}$$

$$\mathbf{OEE = a \times b \times c}$$

Dostupnost

Dostupnost je parametr, který bývá označován také jako využití. Jde o časové vyjádření skutečně odpracované doby v poměru k plánované době.

$$a = \frac{cp}{pcp}$$

dostupnost (a); čas provozu (cp); plánovaný čas provozu (pcp)

Parametr dostupnosti se potýká s negativními vlivy jako jsou prostoje, které vznikají v důsledku technických poruch (plánovaných i neplánovaných), přestavby zařízení, údržby, přestávek ve výrobě, seřizování, nedostatku pracovníků a jiných.³⁴

Výkon

Na výkon stroje mají negativní vliv ztráty rychlosti. Tím je myšlen rozdíl mezi plánovanou rychlostí stroje a rychlostí skutečnou – při které jsou produkovány výrobky. Ztráta rychlosti vzniká v důsledku přerušení, které má za následek, že stroj nefunguje dle plánu. Jedná se o krátká přerušení provozu, nebo o práci se sníženou rychlostí.

³⁴ Košturiak, J., Frolík, Z., a kol., *Štíhlý a inovativní podnik*, s.98

$$b = \frac{co \times pvk}{ccp}$$

výkon (*b*); čas operace (*co*); počet vyrobených kusů (*pvk*); čistý čas provozu (*ccp*)

Kvalita

Kvalita je posledním parametrem, který musíme znát pro výpočet CEZ. Co se týče využitelnosti stroje, je nutné si uvědomit, že pokud s využitím daného času nevyrobíme hned napoprvé kvalitní výrobek, daný čas byl nenávratně ztracen. Parametr kvality se zjišťuje jako poměr mezi celkovým počtem vyrobených výrobků a počtem kvalitních výrobků. V tomto případě jsou negativními vlivy ztráty z nekvality, tzn. výrobní zmetky a ztráty při rozběhu procesu.³⁵

$$c = \frac{pvk - zm}{pvk}$$

kvalita (*c*); počet vyrobených kusů (*pvk*); zmetky (*zm*)

3.5.2 Sběr a vyhodnocování CEZ

Pro získání vypovídajícího ukazatele CEZ je nezbytné vycházet z přesných podkladových údajů. Ty se je možné získat více způsoby, jak uvádí Košturiak a Frolík:

- ✓ *„ruční sběr a zpracování (formuláře, excel)*
- ✓ *poloautomatický sběr (terminály, speciální krabičky na sběr dat, kódy prostožů, logické kontroly, off line automatické vyhodnocování v informačním systému)*
- ✓ *automatický sběr v reálném čase s pomocí systémů MES (Manufacturing Executive System) a jejich automatické on line vyhodnocování s možností optimalizace procesu.“³⁶*

³⁵ Košturiak, J., Frolík, Z., a kol., *Štíhlý a inovativní podnik*, s.98

³⁶ Košturiak, J., Frolík, Z., a kol., *Štíhlý a inovativní podnik*, s.100

3.6 IMPLEMENTACE TPM

Koncepce TPM by měla být implementována ve všech podnicích, kde je kladen důraz na maximální využití kapacity zařízení a eliminace ztrát. Pomocí TPM dochází k větší synergii výrobních procesů, k propojení výroby a údržby. Zavádění TPM je dlouhodobý proces, který je třeba neustále inovovat a zlepšovat. Úspěšné zavedení má příznivý vliv na podnikovou kulturu v podobě lepšího vztahu pracovníků a jejich zařízení.

Zavedení TPM je důležité si dobře naplánovat. Nedoporučuje se s ním začínat, pokud na něj není v podniku příhodná doba. Tím je myšleno, že jak management, tak obsluha i údržba musí být detailně seznámeni s problematikou a se vším, co obnáší. Ideální případ zavádění je v rámci instalace nových strojů. Samotná implementace trvá mnoho let, je pro podnik finančně i časově náročná a po jejím úspěšném dokončení ještě chvíli trvá, než se začnou objevovat měřitelné výsledky.

Koncept TPM je hlavně o změně přístupu k údržbě, kdy vzájemná spolupráce výroby a údržby usiluje o minimalizaci neplánovaných oprav a o pravidelnou preventivní údržbu. Změna je nutná také v systému odměňování údržbářů, kdy namísto odměny za vykonanou údržbu je hodnocena doba, kdy jsou stroje schopny bezvadně produkovat kvalitní výrobky. Fáze implementace si vyžaduje stálou kontrolu a dohled v podobě auditů.³⁷

3.6.1 Fáze implementace

Implementace TPM je v literatuře členěna do čtyř fází. První je přípravná fáze, následuje fáze úvodní, samotná implementace a fáze stabilizace.

³⁷ Košturiak, J., Frolík, Z., a kol., *Štíhlý a inovativní podnik*, s.104

Přípravná fáze

V rámci přípravné fáze se podnik musí vypořádat s následujícími pěti kroky:

- ✓ **oznámení managementu o rozhodnutí zavést TPM v podniku** – vedení má za úkol oznámit všem zúčastněným cíle, postupy a principy pomocí informačních kanálů v podniku jako jsou informační systémy, vnitropodnikové noviny, nástěnky.
- ✓ **zahájení vzdělávání a propagandy TPM** – trénink by měl probíhat na základě konkrétních potřeb, na některých postech je zapotřebí důkladná osvěta, jinde postačí uvědomění. Velmi účinným nástrojem je ukázka pracoviště s již zavedeným a fungujícím TPM.
- ✓ **stanovení zodpovědných osob** – pověření osob, které budou odpovědny za implementaci na jednotlivých úrovních, stejně tak za výcvik personálu.
- ✓ **konkretizace cílů TPM** – stanovení kroků, které musí být podniknuty k uspokojení cílů.
- ✓ **zpracování detailního plánu realizace TPM v podniku.**

Úvodní fáze

V této fázi se do projektu zapojuje vnější okolí podniku, tzn. dodavatelé, kooperující firmy, externí konzultanti jsou srozuměni s politikou TPM.

Fáze implementace

V této fázi se hovoří o osmi pilířích, které ji tvoří. Čtyři z nich se zabývají produkční výkonností, jeden se stará o kontrolu nových produktů a zařízení, jeden o zlepšení administrativní činnosti a zbylé o ochranu zdraví v pracovním prostředí.

Fáze stabilizace

Fáze stabilizace je závěrečnou fází, kdy se vyhodnotí výsledky, stanovují se další, vyšší cíle. Koncept TPM je neustále prověřován, analyzován a zdokonalován.³⁸

³⁸ Venkatesh, J., *An introduction to Total Productive Maintenance*, [online]

4 CHARAKTERISTIKA PODNIKATELSKÉHO SUBJEKTU

Podnikatelským subjektem, o kterém pojednává praktická část této diplomové práce, je společnost THIMM Obaly, k.s., jež je členem německého koncernu THIMM – THE HIGHPACK GROUP. Firma působí kromě českého trhu také na trhu německém a rumunském. Hlavní podnikatelskou činností THIMM – THE HIGHPACK GROUP je výroba obalů z vlnité lepenky. Koncern je v současné době tvořen pěti divizemi:

- ✓ Packaging
- ✓ Packagingsystems
- ✓ Display
- ✓ Print
- ✓ Consulting.

Divize Packaging nabízí obalová řešení z vlnité lepenky šitá na míru, jako například transportní obaly, reklamní nebo prodejní regálové obaly.

Divize Packagingsystems poskytuje komplexní obalový servis nejen z vlnité lepenky, od jeho vývoje, výroby a až po logistické řešení.

Divize Display se zabývá realizací reklamních nebo zboží nesoucích displejů.

Divize Print zajišťuje tisk reklamních sdělení metodou flexotisk na role papíru.

Divize Consulting nabízí komplexní poradenství v problematice obalů z vlnité lepenky.

V České republice působí THIMM Obaly, k.s. od roku 1994. Její sídlo je ve Všetatech u Mělníka, kde si firma vybuodovala výrobní haly spolu s administrativní budovou. Součástí administrativní správy je vývojové a prodejní centrum. Společnost získala za dobu svého působení mnoho významných zakázek, jmenujme např. Škoda auto, Pepsi, Nestle, Unilever, Madeta, Intersnack. Jak dokládají zákaznické firmy, tak produkty společnosti THIMM Obaly, k.s. se uplatní v potravinářském, automobilovém, sklářském či chemickém průmyslu. Portfolio společnosti obsahuje veškeré druhy obalů z vlnité lepenky s možností jejich potisku až 4 barvami.

Chod firmy a její administrativní provoz zabezpečuje 25 zaměstnanců a ve výrobě a údržbě je zaměstnáno 130 pracovníků.

Co se týče vlastního procesu výroby, tak ten lze rozdělit na dva základní segmenty. Prvním je výroba vlnité lepenky, která je zajištěna jednou výrobní linkou a druhým segmentem je zpracování vlnité lepenky, tedy produkce samotných obalů. To je zajištěno prostřednictvím devíti linek, které se dělí dle technologie do skupin:

- ✓ inlinerů
- ✓ plošných raznic
- ✓ rotačních raznic
- ✓ skládacích a lepících strojů.

Každá z devíti linek je obsluhována třemi pracovníky na třech směnách.

5 APLIKACE

Společnost THIMM Obaly, k.s. se snaží maximalizovat efektivitu svých výrobních operací a poskytovat zákazníkům nejvyšší možnou kvalitu služeb. Z tohoto důvodu společnost využívá moderní technologie a postupy, mezi kterými nechybí koncepce TPM. Fáze využívání této metody je však zatím ve stádiu zavádění, vedení seznamuje zaměstnance výroby a údržby se všemi aspekty TPM, dochází k určitým změnám na pracovištích, probíhá příprava potřebné dokumentace a tvorba standardů.

Výrobní procesy jsou zajišťovány prostřednictvím několika výrobních linek. Vedení firmy se rozhodlo nejdříve implementovat TPM na jednu výrobní linku a po úspěšném zavedení dále rozšiřovat koncept na další linky. Důvodem pro zavedení TPM byla skutečnost, že docházelo často k nutným odstávkám strojů a tím k přerušení výroby.

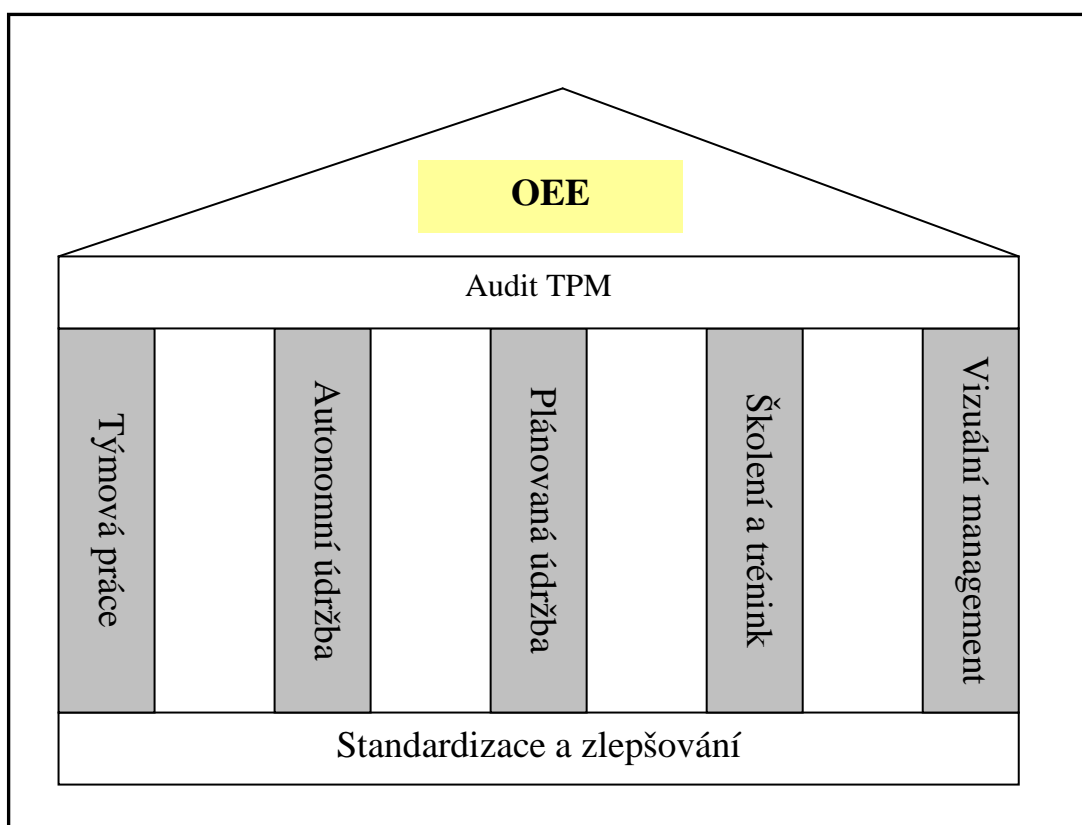
O koncepci TPM existuje mnoho literatury, někteří autoři se však v jejím výkladu liší. To ovšem není vůbec problém, neboť každý podnik si stejně musí koncepci TPM upravit k obrazu svému, jen tak bude metoda fungovat efektivně. Nutné je však zachovat její myšlenku a pravidla. Nejinak je tomu také v THIMM Obaly, k.s., kde lze spatřit zdravý odklon od teoretických východisek. TPM je zde postaveno na šesti pilířích popsaných níže.

5.1 PILÍŘE TPM V THIMM

Jak již bylo uvedeno výše, společnost THIMM Obaly, k.s. se nepatrně odchyluje od teoretických východisek popsaných v části literární rešerše v kapitole Pilíře TPM. Konkrétní odlišnosti jsou patrné z následujícího obrázku č.6.

Obrázek č.6 Pilíře TPM v THIMM Obaly, k.s.

(zdroj: autor)



5.1.1 Standardizace a zlepšování

Jako základna pro TPM v THIMM Obaly, k.s. slouží standardy, což jsou vnitřní předpisy pro bezproblémové fungování firmy. Jsou rozděleny na standardy **vizuální** a **řídící**. Vizuální standardy určují organizaci věcí na pracovišti i samotného pracoviště. Věci musí být uloženy přehledně, zvláště pokud je využívá více pracovníků. Do této kategorie spadá filozofie 5S (setřít, srovnat, stanovit, standardizovat, stále zlepšovat). Druhou skupinou

jsou řídicí standardy, což jsou postupy, za jakých probíhá práce. Cílem je zajištění pravidel, jednoznačnosti a informovanosti.

Na následujících řádcích jsou uvedeny některé vybrané vizuální a řídicí standardy.

VIZUÁLNÍ STANDARDY TPM ³⁹

Pracovní prostředí odpovídá standardu „5S“

Nástěnka TPM na strojích vypadá takto:

<i>Stupeň TPM</i>	<i>Stroj/KST</i>	<i>Datum výkopu</i>
Aktuální zápis ze schůzky TPM	Aktuální hodnocení auditu	
Cíle daného stupně	Nápravná opatření k poslednímu auditu	
Přehled OEE	Graf OEE	
<i>Další možná upřesnění v rámci daného stupně</i>		
Za nástěnku TPM odpovídá Instruktor TPM		

Nástěnka je magnetická a vše je zasunuté ve fólii nebo zatavené ve fólii

Pracovní stůl

Obsah	Pracovní stůl obsahuje nářadí a prostředky k obsluze a základní údržbě stroje. Šuplíky a dvířka jsou popsána popisovačem – je určen obsah. Stůl je uzamčen, náhradní klíč je u vedoucího směny. Neobsahuje osobní věci!
Nářadí a prostředky	Jedno šuple respektive dvířka jsou určena výhradně pro plastové lahve s pitím – na tomto místě není nic jiného!!! „Malé horní“ šuple obsahuje kancelářské potřeby – tužky, fixy k OEE, děrovačku, sešívačku, týmová razítka apod. Ostatní šuplata/dvířka mohou obsahovat pouze čisticí prostředky (benzín, líh, hadry apod.) nebo pomůcky související s obsluhou stroje (protipříprava, lepenky atd.).
Odpovědnost	1. každý pracovník;

³⁹ Dokumentace vizuální a řídicí standardy TPM je majetkem THIMM Obaly, k.s. a je použita s jejich vědomím

	<p>2. vedoucí stroje při přebírání směny;</p> <p>3. Instruktor TPM a vedoucí směny</p>
--	--

Skříňka s nářadím

Obsah	<p>Skříňka s nářadím obsahuje nářadí nutné k obsluze a základní údržbě stroje. Skříňka je prosklená a je v ní vylepen aktuální seznam nářadí a fotka jeho umístění.</p> <p>Skříňka je opatřena zámkem a neobsahuje osobní věci.</p>
Nářadí	<p>Každé nářadí ve skříňce má své místo, kam je nářadí ihned po ukončení činnosti opětovně vráceno. Nářadí je označeno přiřazenou barvou podle stroje (každý stroj má svou barvu) aby nedošlo k jeho záměně.</p>
Odpovědnost	<p>1. každý pracovník;</p> <p>2. vedoucí stroje při přebírání směny (vždy nutná kontrola);</p> <p>3. Instruktor TPM a vedoucí směny.</p>

Okolí stroje

Regály na barvy	<p>Regály mají své pevné místo.</p> <p>Jednotlivé police jsou popsány (popiska z PC zalitá ve fólii) zda se jedná o připravené barvy nebo zbytkové barvy/prázdné plechovky. Případně o polici/regál pro speciální barvy a přídavky (CMYK barvy, přípravek proti otěru, odpěňovač atd.</p>
Stojany na štočky	<p>Stojany na štočky mají své pevné místo – označené modře.</p> <p>Stojany na štočky jsou označené vyměnitelnou cedulkou (plast/kov) s popisem zda se jedná o připravené štočky nebo sjeté štočky.</p>
Bedny/stojany na nástroje	<p>Bedny a stojany na nástroje mají své místo u stroje – označené modře.</p> <p>Bedny / stojany jsou označené vyměnitelnou cedulkou (plast/kov) s popisem zda se jedná o připravené nebo sjeté nástroje.</p>
Postýlky a palety na odpad, nádoby na odpad	<p>Všechny uvedené věci mají své místo u stroje – označené černě</p> <p>Za výměnu/ vyprázdnění odpovídá vedoucí stroje.</p> <p>Nádoby na odpad (koše/popelnice) jsou označeny druhem odpadu</p>

	(pásky).
Stojany s přípravky	Stojany s přípravky obsahují přípravky pro obsluhu stroje. Každý přípravek má své místo, které je popsáno – popiska z PC zalitá ve fólii.
Odvíječe, umyvadla a mycí stoly	Místa jsou udržována v čistotě a suchu, neprotéká jimi voda. Odvíječe jsou po použití vráceny do výchozí polohy.
Odpovědnost	1. každý pracovník; pracovník servisu 2. vedoucí stroje při přebírání směny;
<i>Okolí stroje je uklizené a uspořádané věci jsou na svých místech a na podlaze se neválí zbytky lepenky, papíru, maziv apod. V okolí stroje a na stroji samém nejsou žádné nálepky a samolepky mimo provozně-bezpečnostních cedulek. Taktéž také nikde není používána páska Duplotex. V okolí stroje nejsou žádné soukromé a osobní věci!</i>	

ŘÍDÍCÍ STANDARDY TPM

Samohodnocení (Audity):

Četnost	Min. 1 x za dva měsíce (= 6 x ročně)
Dokumentace	Formulář: „ Audit TPM “ k danému stupni vč. přehledu hodnocení
Oběh dokumentace	<ol style="list-style-type: none"> 1. Každá směna udělá své samohodnocení. 2. Výsledné (ze všech směn) samohodnocení je domluveno na schůzce RTTPM. 3. Kopie výsledného samohodnocení je (ihned po schůzce) předána mistrovi, vedoucímu výroby a technickému vedoucímu. 4. Výsledek samohodnocení je vyvěšen na nástěnce TPM do dalšího samohodnocení, po té je umístěn do šanonu TPM (viz. Zápis ze schůzek). 5. Při projednání samohodnocení jsou přijata nápravná opatření (termín + odpovědnost), která jsou zapsána do zápisu ze schůzky.
Odpovědnost	Instruktor TPM

OEE výkonový ukazatel:

Četnost	Vyplnění denně, zakládání měsíčně, archivovat 1 rok
Dokumentace	Formulář: „Měsíční přehled výkonového čísla OEE (graf)“ + „Měsíční přehled OEE“
Oběh dokumentace	<p>Každá směna zapíše OEE za svou směnu do měsíčního přehledu v případě nízkého (pod 15%) OEE zapíše i důvod. Dále zakreslí hodnotu OEE svou barvou do grafu OEE.</p> <p>Na konci měsíce poslední směna udělá kopii grafu (z fólie) a spolu s formulářem přehledu sepne a založí vzestupně do šanonu TPM.</p> <p>Na následující schůzce RTTPM se provede vyhodnocení příčin nízkého OEE a přijmou se opatření (optimalizace štelování, úprava konstrukce apod.) Vše se zapíše do zápisu TPM s úkoly a termíny (např. napsání odchylkové zprávy, zlepšovacího návrhu apod.).</p>
Odpovědnost	1. Vedoucí stroje; 2. Instruktor TPM

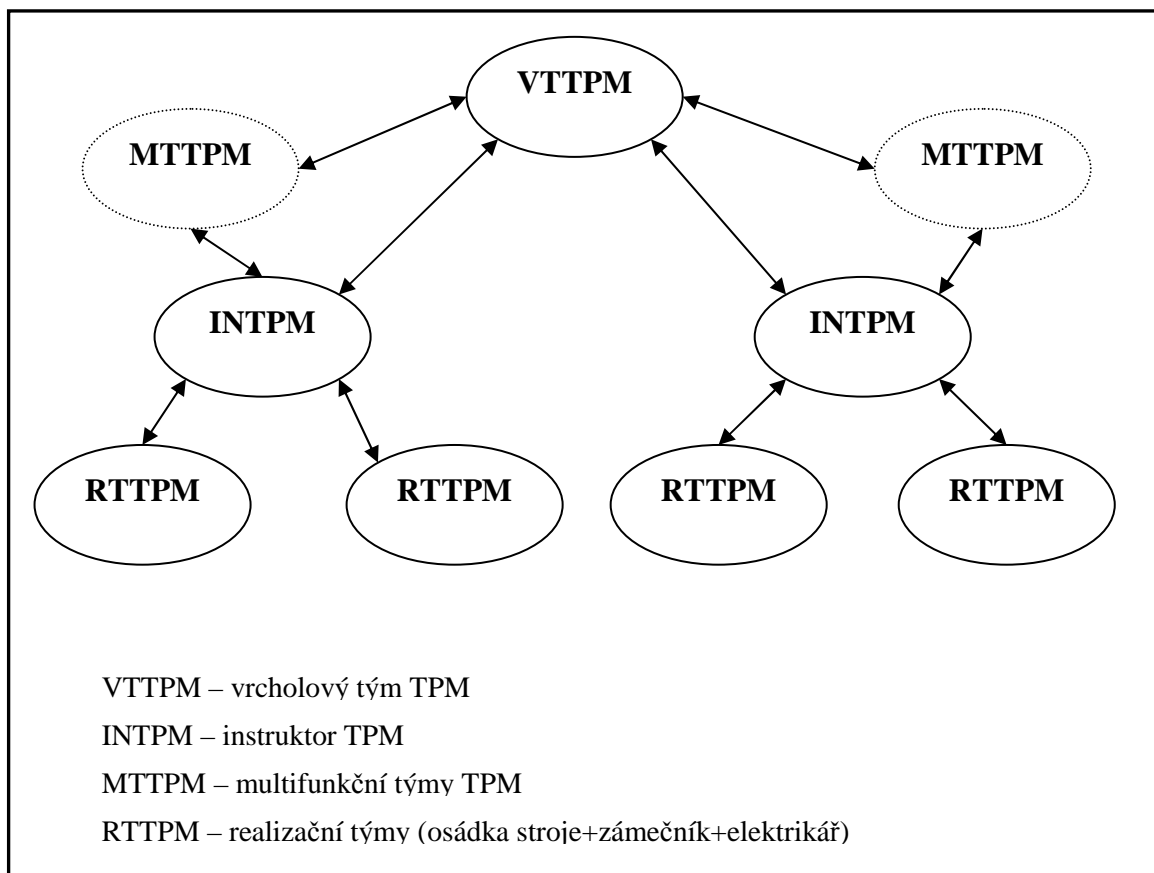
Kromě samotných standardů je důležité neustálé zlepšování v podobě přezkoumávání nově zavedených věcí, v podobě kontinuálního školení zaměstnanců a také zajišťování ideálních podmínek.

5.1.2 Týmová práce

Jako jeden z pilířů slouží týmová práce. Pod tímto termínem je myšlena spolupráce na společných tématech, jako jsou týmové schůzky, schůzky realizačního týmu, zlepšovací návrhy, odstávky, poruchy/závady, inspekce, čištění a mazání, bezpečnostní práce. Týmová spolupráce musí fungovat především a hlavně mezi výrobou a údržbou. Výroba totiž nefunguje bez údržby a údržba nefunguje bez výroby, jedná se o partnerství. Kromě těchto hlavních elementů představuje týmová spolupráce v THIMM Obaly, k.s. interakci i mezi dalšími prvky TPM, jak dokládá následující obrázek č. 7.

Obrázek č.7 Týmová práce

(zdroj: autor)



5.1.3 Autonomní údržba

Společnost THIMM Obaly, k.s. přikládá pilíři autonomní údržby velkou váhu. V teoretických pramenech se obvykle rozlišuje autonomní a preventivní údržba, nicméně firma tyto činnosti slučuje pod autonomní údržbu, neboť to její výrobní podmínky podporují. K užívání autonomní údržby je třeba splnit 7 stupňů:

1. Základní čištění stroje a jeho okolí
2. Zamezení znečišťování a zlepšení údržby
3. Stanovení standardů pro čištění a údržbu
4. Zaškolování a trénink obsluhy stroje
5. Samotná údržba obsluhou stroje
6. Stanovení standardů pro zajištění procesu
7. Užívání autonomní údržby.

Po porovnání těchto sedmi kroků se sedmi kroky popsánymi Institutem průmyslového inženýrství lze říci, že se v zásadě vůbec neliší.

5.1.4 Plánovaná údržba

Zvolený podnikatelský subjekt má v rámci plánované údržby načasované pravidelné odstávky strojů, během kterých se provádí naplánované údržbářské úkony. Odstávky jsou naplánovány na každý provozní den v týdnu (pro každý stroj) a většinou trvají čtyři hodiny. Nejnižší frekvence je týdenní, kdy jsou prováděny rutinní a méně náročné úkony. Dalším stupněm jsou měsíční odstávky, které trvají celou směnu.

Konkrétní plán týdenních odstavek je pro přehled zobrazen v následujících tabulkách s legendou.

Tabulka č.1 Grafický přehled týdenních odstavek – THIMM Obaly, k.s. (zdroj:autor)

Ranní odstávky								
	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
Po	6550	6550	6550	6550				
Út	6573	6573	6573	6573	6573			
St	6400	6400	6400	6400		6360		
Čt	6572	6572	6572	6572	6572			
Pá	6540	6540	6540	6540	6540	6540		
So	6390	6390	6390	6390	6390	6390		

Odpolední odstávky								
	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Po	6791	6791	6791	6791				
Út	6583	6583	6583	6583				
St	6582	6582	6582	6582				
Čt	6793	6793	6793	6793		6970	6970	6970
Pá								
So								

Legenda:

6550 = Martin	6390 = Inliner
6573 = Bobst III	6791 = Tanabe
6400 = WPA	6583 = Göpfert II
6360 = Swesa	6582 = Göpfert
6572 = Bobst II	6793 = Domino
6540 = Martin	6970 = Midliner

5.1.5 Školení a trénink

Zavádění TPM v THIMM Obaly, k.s. zajišťuje kompletně externí firma NOSTA-HERTZ spol. s r.o., která má na starosti také informování a zaškolení zaměstnanců v kooperaci s vedením podniku.

Školení probíhá na několika úrovních. Na nejnižší úrovni jsou všichni zaměstnanci podniku informováni, že se metoda TPM v podniku začíná využívat, co je jejím smyslem, co je jejím cílem a co to pro zaměstnance obnáší. Toto probíhá prostřednictvím informačních schůzek a pomocí distribuce informačních textů.

Na další úrovni jsou školeny realizační týmy (RTTPM), tvořené osádkou stroje, zámečníkem a elektrikářem. Tyto týmy jsou již detailně seznámeny s konceptem TPM a jsou jim přesně vysvětleny jejich nové povinnosti. Jsou školeni o standardech, o bezpečnostních prvcích, o ovládacích prvcích a také o organizaci pracoviště. Součástí je praktické předvedení na výrobních linkách. Cílem školení není jen předat informace, ale důležité je pochopení smyslu TPM. Jen tak může být správně využíván. Proto jsou operátoři i údržbáři neustále přezkušováni, aby byly naplněny cíle školení. Jelikož proces zavádění v THIMM Obaly, k.s. stále probíhá, školení je nutné neustále aktualizovat a doplňovat o každý nový prvek, který bude v blízké době zaveden.

Na nejvyšší úrovni probíhá školení instruktorů TPM (INTPM), kteří v podniku působí. Instruktory jsou nejschopnější pracovníci, kteří mají autoritu. Jejich úkolem je uvádět cíle do praxe, školit nové pracovníky a organizovat konzultační schůzky. Každá tato schůzka je považována za školení, neboť jsou na ní zmiňovány všechny podstatné změny. Koná se dvakrát měsíčně. Zvyšování kvalifikace instruktorů probíhá formou dvoudenních výjezdních porad. Program je předem stanoven, řeší se aktuální přehled, jak se metoda

ujímá mezi zaměstnanci, zda jsou pozorovatelné výsledky, plánují se další kroky, probíhá komparace fungování TPM s podniky s podobnou činností. Na závěr programu jsou instruktoři testováni ze znalostí o TPM.

5.1.6 Vizuální management

Vizuální management je založen na vizuálních standardech. Jde o to, aby všechny nástroje byly ukládány na své místo, k čemuž slouží barevné značení. Do vizuálního managementu také patří detailní popisy činností, které má pracovník vykonat např. při ovládní stroje.

5.2 FÁZE IMPLEMENTACE TPM

V THIMM Obaly, k.s. je implementace TPM rozdělena do sedmi stupňů. Pro jednotlivé stupně jsou stanoveny cíle, které musí být naplněny. Ověření probíhá pomocí auditu. Pokud dopadne audit úspěšně, stroj se posouvá na další stupeň.

Vedení společnosti nejprve aplikuje koncept TPM na stroj s označením Göpfert. V současné době toto výrobní zařízení splňuje 4.stupeň TPM, který obsahoval následující cíle:

- ✓ odstranit nedostatky z předchozích stupňů
- ✓ dodržovat plány odstávek a optimalizovat dobu odstávek
- ✓ zefektivnit inspekce a čištění
- ✓ provádět školení obsluhy stroje ze strany údržby o mazivech a mazání
- ✓ prohlubovat znalosti o bezpečnostních prvcích
- ✓ prohlubovat znalosti o vizuálních a řídicích standardech
- ✓ vylepšovat stroj pro snižování prostojů a snižování zmetků.

Skutečnost, že stroj splnil tyto cíle byla prozkoumána auditem. Záznam tohoto auditu zobrazuje tabulka č.2.

Tabulka č.2 Audit 4. stupně TPM⁴⁰

(zdroj: THIMM Obaly, k.s.)

TPM - Audit stupeň 4					
Stroj / KST:		Göpfert			
Datum:		22.ledna 2010			
Auditoval:		Ing. Zdeněk Vyjídaček			
Číslo	Kategorie	Otázky	Kritérium / měřítko:	Body	Výsl.
4.1	Předpoklady	4.1.1	Jsou požadavky stupně 3+ splněny na 90% - potvrzeno externím auditem?	5	5
		4.1.2	Je k nízkým bodům stupně 3+ stanoven postup, odpovědnost a termín pro zlepšení?	5	4
		4.1.3	Jsou všichni členové RTTPM postupně vyškoleni v rámci stupně 4?	5	5
		4.1.4	Funguje spolupráce RTTPM a jsou plněny úkoly stupně 3+?	5	4
	SUMA				
4.2	Standardizace	4.2.1	Je dodržován postup hlášení závad, poruch a prostojů?	5	5
		4.2.2	Jsou hlášenky oprav správně vyplňovány?	5	5
		4.2.3	Je dodržovány odstávky podle grafického přehledu?	5	5
		4.2.4	Jsou dodržovány čistící a mazací plány?	5	4
	SUMA				
4.3	Školení, trénink	4.3.1	Jsou realizována školení podle "Školícího plánu"?	5	5
		4.3.2	Jsou realizována školení ze strany údržby o mazivech a způsobech mazání?	5	5
		4.3.3	Jsou realizována školení ze strany údržby o bezpečnostních prvcích?	5	5
		4.3.4	Jsou instruktorem TPM realizována školení o vizuálních a řídicích standardech?	5	5
	SUMA				
4.4	Zlepšování	4.4.1	Je dodržován postup pro podávání zlepšovacích návrhů?	5	5
		4.4.2	Jsou podávány zlepšovací návrhy na vylepšování zařízení, snižování prostojů a snižování zmetků?	5	5
		4.4.3	Jsou podávány zlepšovací návrhy pro zlepšení uspořádání pracoviště?	5	5
		4.4.4	Jsou zlepšovací návrhy realizovány a přínosy vyhodnocovány?	5	4

⁴⁰ Tabulka Audit 4.stupně TPM je majetkem THIMM Obaly, k.s. a je použita s jejich vědomím

	SUMA				19
4.5	Vizualizace	4.5.1	Je okolí stroje udržováno v pořádku a čistotě podle požadavků 5 S?	5	4
		4.5.2	Jsou jasně definovány a vyvěšeny cíle daného stupně?	5	5
		4.5.3	Bylo provedeno samohodnocení stupně 4 a výsledek je vyvěšen?	5	5
		4.5.4	Jsou dodržovány vizuální standardy TPM?	5	5
	SUMA				19
Celkový výsledek:					95

Audit čtvrtého stupně TPM na stroji Göpfert dopadl uspokojivě s 95 získanými body. Minimální hranice pro splnění daného stupně je 90%, tedy 90 bodů. Na stroji Göpfert byla úspěšně splněna kritéria pro zavedení pátého stupně TPM, který obsahuje tyto cíle:

- ✓ odstranit abnormality z předchozích stupňů
- ✓ ukládat materiál a nástroje na stanovené místo podle barevného značení
- ✓ zlepšovat technický stav zařízení
- ✓ provádět inspekci stroje obsluhou a údržbou
- ✓ zlepšit organizaci práce – rozdělit činnosti v rámci štelování a obsluhy stroje
- ✓ neustále dodržovat nastavené řídicí a vizuální standardy.

Termíny auditů jsou předem stanoveny v každoročních masterplánech. Obvykle se konají dva audity během roku. Audit je opakován tak dlouho, dokud stroj nesplní požadavky pro další stupeň.

5.3 OEE – EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ

Pomyslnou střechu nad pilíři TPM tvoří celková efektivita zařízení, v THIMM Obaly, k.s. nazývaná anglicky OEE (overall equipment effectiveness). OEE je měřítkem efektivity zařízení, umožňuje jednotlivá zařízení porovnávat a odráží úroveň produktivity práce.

Co se týče výpočtu tohoto ukazatele, tak na základě vztahů popisovaných v literatuře byl matematickou úpravou vytvořen zjednodušený tvar vzorce.

$$\text{CEZ} = \text{využitelnost} \times \text{výkonnost} \times \text{kvalita}$$

využitelnost: doba zakázky (dz); čas provozu (čp)

výkonnost: plánovaná doba taktu (pdt); skutečná doba taktu (sdt); počet kusů (pk)

kvalita: zmetky, vícepráce (zvn)

Na následujícím obrázku č. 8 je znázorněna matematická úprava pro zjednodušení výpočtu CEZ.⁴¹

Obrázek č.8 Výpočet CEZ v THIMM Obaly, k.s. (zdroj: NOSTA-HERTZ, spol. s r.o.)

$$\text{CEZ} = \text{využitelnost} \times \text{výkonnost} \times \text{kvalita}$$

$$\text{CEZ} = \frac{\text{dz} - \text{čp}}{\text{dz}} \times \frac{\text{pdt}}{\text{sdt}} \times \frac{\text{pk} \times \text{sdt}}{\text{dz} - \text{čp}} \times \frac{\text{pk} - \text{zvn}}{\text{pk}}$$

$$\text{CEZ} = \frac{(\cancel{\text{dz}} - \cancel{\text{čp}}) \times \text{pdt} \times \cancel{\text{pk}} \times \cancel{\text{sdt}} \times (\text{pk} - \text{zvn})}{\text{dz} \times \cancel{\text{sdt}} \times (\cancel{\text{dz}} - \cancel{\text{čp}}) \times \cancel{\text{pk}}}$$

$$\text{CEZ} = \frac{\text{pdt} \times (\text{pk} - \text{zvn})}{\text{dz}} \Rightarrow \frac{\text{A} \times \text{B}}{\text{C}}$$

A - plánovaná doba taktu B - dobré kusy celkem

C - doba zakázky (výrobní čas)

6

Ilustrační příklad výpočtu CEZ

Doba zakázky: 480 min

Čas prostojů: 60 minut (porucha), 20 minut (seřizování)

Plánovaná doba výrobního taktu: 0,6 min/kus

Skutečná doba výrobního taktu: 0,8 min/kus

⁴¹ Obrázek č.8 je majetkem NOSTA-HERTZ spol. s r.o. a je použit s jejich svolením.

Vyrobeno: 450 kusů (z toho 5 zmetků, 2 kusy s víceprací, 2 kusy k nastavení)

$$\text{využitelnost} = \frac{480 - 80}{480} = 0,833$$

$$\text{výkonnost} = \frac{0,6}{0,8} \times \frac{450 \times 0,8}{480 - 80} = 0,675$$

$$\text{kvalita} = \frac{450 - (5 + 2 + 2)}{450} = 0,98$$

$$\text{CEZ} = 0,833 \times 0,675 \times 0,98 \times 100 = 55,12\%$$

Přestože je využitelnost zařízení 83,3%, jeho celková efektivita je pouze 55,12%. Je to způsobeno nízkou výkonností. Díky výpočtu je patrné, které části by se měla věnovat zvýšená pozornost.

Původně byla ve standardech nastavena minimální hranice 10%. Pokud bylo OEE menší než tato hodnota, byla provedena analýza příčin. Dnes je tato hranice posunuta na 15%, neboť OEE už nikdy neklesá pod 10%. Je to určitá forma zpětné vazby, díky které lze vysledovat, zda jsou nové kroky správné. Postup při zapisování OEE je popsán v řídicích standardech.

5.4 VYHODNOCENÍ PORUCHOVOSTI

Na stroji Göpfert jsou od roku 2002 sledovány a zaznamenávány počty poruch na jeho jednotlivých částech. Poruchy jsou zapisovány pravidelně, a sice každý měsíc. Postup hlášení poruch a vypisování hlášenek je následující.

Vypsání hlášenek opravy – postup předávání

1. Hlášenka opravy je vypsána ihned při zjištění závady = 90% hlášenek je vypsáno při odstávce stroje = INSPEKCE = KONTROLA/PREVENCE. V případě ohrožení kvality, bezpečnosti práce a nebo zastavení stroje je termín IHNED viz. Postup hlášení poruch. Všechny ostatní závady jsou termínové. Pozor na rozdíl závada = hlášenka X zlepšení/úprava = zlepšovací návrh.
2. Hlášenka je vypsána ve všech polích a co nejpřesněji je definována závada.
3. Hlášenka je předána údržbáři s vysvětlením oč jde a to během směny/odstávky (zde se předpokládá zjištění závad) a je vyplněno jméno (Dílna). Pokud není předána je nejpozději po ukončení směny vhozena do schránky Hlášenek oprav.
4. Jedna kopie zůstává vždy na stroji – v šanonu Hlášenek oprav (sekce vypsané hlášky). Originál je předán údržbě.
5. Po naplánování práce údržbou je hlášenka termínově zařazena a do originálu je dopsáno jméno údržbáře, který je se závadou seznámen.
6. Po odstranění závady je překontrolováno zda je závada skutečně odstraněna a hlášenka je podepsána (převzato – jméno) a datum a to originál i kopie. Kopie je přesunuta v šanonu do sekce uzavřené hlášky.

Hlášení poruch – postup hlášení - výroba

V případě vzniku poruchy tzv. IHNED = zastavení stroje, nezajištění kvality, ohrožení bezpečnosti práce je potřeba postupovat následovně:

1. Zjištění závady vedoucím stroje max. 10 minut.
2. Vypsání Hlášenky oprav viz. Vypsání hlášky oprav a postup předávání – odpovídá MF (vedoucí stroje).

3. Informování údržba – odpovídá MF.
4. Informování vedoucího směny – odpovídá MF do 15ti minut od zastavení stroje.
5. Rozhodnutí postupu odstranění poruchy Vedoucí směny + vedoucí údržby na základě odborného přezkoumání na místě – do 30 minut.
6. V případě odstavení stroje informování Vedoucího výroby a plánování – do 30 minut.
7. Rozhodnutí o dalším postupu dle informací údržby o délce odstavení stroje do 120 minut – odpovídá vedoucí výroby.

Hlášení poruch – postup hlášení - údržba

V případě vzniku poruchy tzv. IHNED = zastavení stroje, nezajištění kvality, ohrožení bezpečnosti práce je potřeba postupovat následovně:

1. Příjem telefonické informace z výroby o poruše – odpovídá pracovník údržby.
2. Posouzení závažnosti poruchy (získání informací fyzicky nebo telefonicky) - odpovídá pracovník údržby.
3. Informování výroby o postupu odstranění poruchy – odpovídá pracovník údržby.
4. Provedení kroků pro odstranění poruchy – odpovídá pracovník údržby.
5. Kontrola funkčnosti stroje po odstranění poruch a předání stroje – podpis Hlášenky oprav.
6. Předání informace mistrovi údržby – záznam ve výkazu práce.
7. Předání informací další směně (o poruše, o stavu odstraňování...) – záznam o předání směny.

Na základě hlášenek je vytvořena tabulka podkladových dat, která je vyhodnocena a na základě zjištění je vytvořen inspekční plán.

Stroj Göpfert se skládá z pěti částí: nakladač, barevník, vkládání, výsek, vytrhávání (odkládání).

V následující tabulce č.3 jsou uvedeny zaznamenané poruchy.

Tabulka č.3 Počet poruch dle části stroje (zdroj: autor)

Rok	Měsíc	Část stroje				
		Nakladač	Barevník	Vkládání	Výsek	Vytrásání,odkládání
2002	Leden	1	0	0	1	0
	Únor	0	0	0	1	2
	Březen	0	0	1	0	5
	Duben	1	2	2	0	5
	Květen	0	0	0	0	3
	Červen	1	5	4	0	5
	Červenec	0	3	3	0	1
	Srpen	1	1	4	1	2
	Září	1	2	1	0	1
	Říjen	0	0	1	1	4
	Listopad	0	1	8	1	5
	Prosinec	1	5	3	1	1
2003	Leden	0	0	0	0	0
	Únor	2	3	1	0	1
	Březen	0	2	5	2	2
	Duben	2	2	3	0	1
	Květen	4	3	1	0	1
	Červen	3	3	1	1	0
	Červenec	1	1	1	0	0
	Srpen	1	0	1	1	0
	Září	0	0	0	0	0
	Říjen	0	0	0	0	0
	Listopad	2	1	0	0	3
	Prosinec	2	0	0	0	3
2004	Leden	2	0	0	2	0
	Únor	5	1	0	1	4
	Březen	7	0	0	4	2
	Duben	1	1	3	0	6
	Květen	8	1	0	1	6
	Červen	1	0	2	1	2
	Červenec	3	0	0	3	2
	Srpen	3	0	1	1	4
	Září	5	0	2	0	7
	Říjen	4	2	0	2	3
	Listopad	2	1	2	1	0
	Prosinec	0	1	1	0	2
2005	Leden	4	1	0	1	1
	Únor	4	1	1	0	4
	Březen	7	1	1	0	0
	Duben	1	1	0	0	0
	Květen	4	0	4	1	1
	Červen	2	3	0	0	2
	Červenec	4	1	0	1	3
	Srpen	3	3	0	1	2

	Září	1	2	0	2	5	
	Říjen	5	1	0	0	1	
	Listopad	0	1	0	0	3	
	Prosinec	1	0	0	0	0	
2006	Leden	6	1	2	0	0	
	Únor	0	2	2	1	2	
	Březen	4	0	1	1	2	
	Duben	5	1	0	0	0	
	Květen	4	0	0	1	1	
	Červen	5	1	1	0	0	
	Červenec	2	0	0	0	1	
	Srpen	3	0	0	0	0	
	Září	0	0	1	0	1	
	Říjen	0	0	1	1	0	
	Listopad	0	0	0	0	1	
	Prosinec	1	1	0	0	1	
	2007	Leden	2	3	1	0	0
		Únor	0	1	0	0	1
Březen		0	1	0	1	2	
Duben		0	0	0	2	1	
Květen		0	0	0	0	0	
Červen		0	2	1	1	0	
Červenec		0	0	2	0	1	
Srpen		2	0	1	1	1	
Září		2	0	1	0	0	
Říjen		1	1	0	1	2	
Listopad		2	0	1	0	1	
Prosinec		0	0	0	0	0	
2008		Leden	1	3	1	0	1
		Únor	3	2	0	0	3
	Březen	2	1	0	1	1	
	Duben	1	1	0	0	6	
	Květen	1	2	1	1	1	
	Červen	3	0	0	0	2	
	Červenec	0	3	1	0	1	
	Srpen	0	0	0	0	1	
	Září	0	1	0	0	0	
	Říjen	1	1	1	1	1	
	Listopad	1	3	0	1	0	
	Prosinec	1	1	0	0	0	
	2009	Leden	0	0	0	0	1
		Únor	1	0	1	0	3
Březen		0	0	4	2	0	
Duben		0	0	2	0	1	
Květen		4	3	1	1	3	
Červen		2	4	0	0	3	
Červenec		2	0	0	1	0	
Srpen		0	1	0	2	3	
Září		1	1	1	1	0	
Říjen		4	0	0	1	0	

	Listopad	0	1	0	0	0
	Prosinec	0	0	0	0	3

5.4.1 Popisné charakteristiky

Výše zmíněné hodnoty byly analyzovány s použitím programu STATISTICA 2010. Bylo využito popisných charakteristik, konkrétně charakteristiky polohy (aritmetický průměr, modus, minimum, maximum, suma) a charakteristiky variability (směrodatná odchylka, variační koeficient). Výsledek je v tabulce č.4.

Tabulka č.4 Popisné charakteristiky závad (zdroj: autor)

Proměná	Popisné statistiky (Poruchy)							
	Průměr	Modus	Četnost modu	Součet	Minimum	Maximum	Sm.odch.	Koef.prom.
Nakladač	2,609375	1,000000	23	167,0000	1,000000	8,000000	1,751346	67,11745
Barevník	1,781818	1,000000	31	98,0000	1,000000	5,000000	1,066161	59,83559
Vkládání	1,847826	1,000000	28	85,0000	1,000000	8,000000	1,429334	77,35218
Výsek	1,285714	1,000000	33	54,0000	1,000000	4,000000	0,635752	49,44741
Vytřásání	2,417910	1,000000	27	162,0000	1,000000	7,000000	1,606325	66,43443

Pro tvorbu inspekčních plánů je nejdůležitějším ukazatelem celkový počet závad. Z tabulky je zřejmé, že nejvíce závad bylo zaznamenáno na nakladači, konkrétně 167. Na druhou stranu jako nejméně poruchová část se jeví výsek (54 poruch).

Kromě celkové sumy počtu poruch je ovšem zajímavé si všimnout i ostatních ukazatelů. Co se týče průměrného počtu poruch v měsíci, tak opět nejvíc jich bylo zjištěno u nakladače, nejmenší průměrnou poruchovostí se může chlubit znovu výsek.

Další charakteristikou polohy je modus, tedy nejčetnější hodnota znaku v souboru. Zde je situace pro všechny části stroje stejná, nejčastěji byla hlášena jedna porucha. Největší četnost tohoto modu měl výsek.

Minimální počet poruch v měsíci je pro všechny části stejný, je to jedna porucha, ale maximální hodnoty byly nahlášeny na nakladači a na vkládání, shodně to bylo 8 závad.

První charakteristika variability, směrodatná odchylka, je míra průměrné vzdálenosti hodnot dat od jejich průměru a je vždy ve stejných jednotkách jako původní data. Největší

směrodatnou odchylku má nakladač na hodnotě 1,75 poruch. Nejnižší hodnota je na výseku, přibližně 0,64 poruchy.


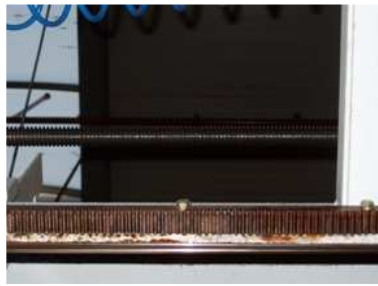

Druhou charakteristikou variability je variační koeficient, který určuje míru variability v souboru v procentech. Čím je procento vyšší, tím je vyšší variabilita. Nejvyšší variabilita hodnot je na vkládání, přibližně 77%. Naopak nejmenší kolísání hodnot bylo zaznamenáno u výseku, zhruba 49%.






5.5 INSPEKČNÍ PLÁN






Z výsledků vyhodnocení poruchovosti jednoznačně vyplývá, že nejvíce závad bylo na nakladači. Pro tuto část je vytvořen inspekční plán, na kterém jsou pomocí fotografií znázorněna problematická místa, kterým je třeba věnovat pozornost. Je zde popsáno, jaká nápravná či kontrolní činnost se má provádět, jaký prostředek se má použít a frekvence činnosti.




Tabulka č.5 Inspekční plán – nakladač

(zdroj: autor)

Pozice	Problematické místo	Činnost	Materiál	Frekvence	Obrázek
01	Ozubené hřebeny (2×)	Mazat	Mazací tuk	Měsíčně	
02	Šroubovice (2×)	Čistit a mazat	Teflonový olej ve spreji	Měsíčně	
03	Řetěz – pohon dorážení	Mazat	Teflonový olej ve spreji	Měsíčně	(chybí foto)
04	Vodící lišty (4×)	Čistit a mazat	Teflonový olej ve spreji	Měsíčně	

05	Elektro převodovky	Kontrola oleje		Týdně	
06	Lana zvedáků (2×)	Vizuální kontrola	(Čistící sprej)	Týdně	
07	Vodící lyžiny (2×)	Čistit a mazat	Teflonový olej ve spreji	Měsíčně	
08	Kladky (8×)	Mazat	Teflonový olej ve spreji	Měsíčně	
09	Řetězy u stohovače	Čistit a mazat	Teflonový olej ve spreji	Měsíčně	

10	Maznice (7×)	Mazat	Mazací tuk	Měsíčně	
11	Řetěz (2×)	Mazat	Mazací tuk	Měsíčně	
12	Šroubovice (2×)	Čistit a mazat	Teflonový olej ve spreji	Měsíčně	
13	Hydraulika	Vizuální kontrola		Týdně	
14	Olejový filtr	Vizuální kontrola		Týdně	

15	Řetězy na pohon válečků (2×)	Mazat	Teflonový olej ve spreji	Měsíčně	
16	Těsnost hydraulického systému	Vizuální kontrola		Týdně	(chybí foto)
17	Ozubená kola zdvihače vč. řetězů	Mazat	Teflonový olej ve spreji	Měsíčně	
18	Vzduchová soustava	Vizuální kontrola		Týdně	

Ovšem samotné vytvoření plánu je nedostatečné. Je nutné jej uvést do praxe, představit ho zaměstnancům. Na konzultačních schůzkách vysvětlit jeho klady a je nezbytné ho neustále vylepšovat pomocí revizí.

Inspekční plán je určen pro realizační tým při odstávkách stroje.

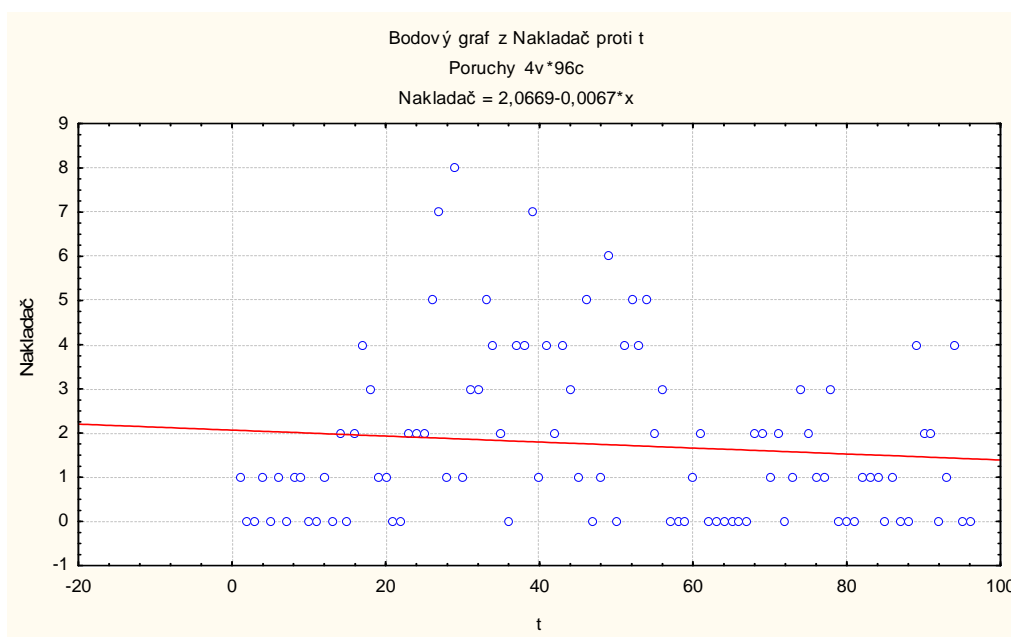
5.6 ZHODNOCENÍ VLIVU TPM

Ačkoliv koncept TPM není v podniku THIMM Obaly, k.s. implementován a využíván v plné míře, již nyní je možné sledovat jeho pozitivní vliv na efektivitu provozu. Toto lze doložit jednak snižujícím se počtem závad na jednotlivých částech stroje Göpfert a také vyšší hodnotou ukazatele celkové efektivity zařízení OEE.

Pomocí programu STATISTIKA 2010 byly zaneseny počty závad na jednotlivých částech stroje Göpfert (viz tabulka č.3) do grafů a byla jim proložena lineární funkce, pomocí které lze sledovat rostoucí nebo klesající tendenci počtu závad. Výsledné hodnoty jsou v grafech 1-5.

Graf č.1

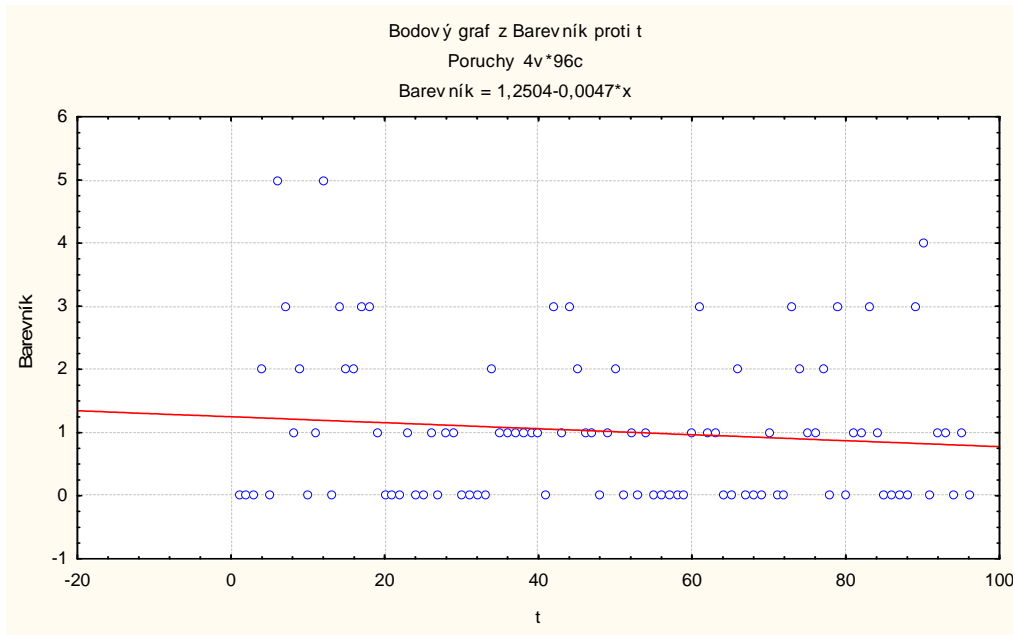
(zdroj: autor)



Na části stroje zvané nakladač je po proložení korelačního pole přímkou vidět sestupná tendence, v jednotlivých měsících se počet závad snižuje. Dokládá to také regresní koeficient, který má zápornou hodnotu, a sice -0,0067. Regresní koeficient uvádí, o kolik se v průměru změní počet závad, změní-li se časové období o jednotku.

Graf č.2

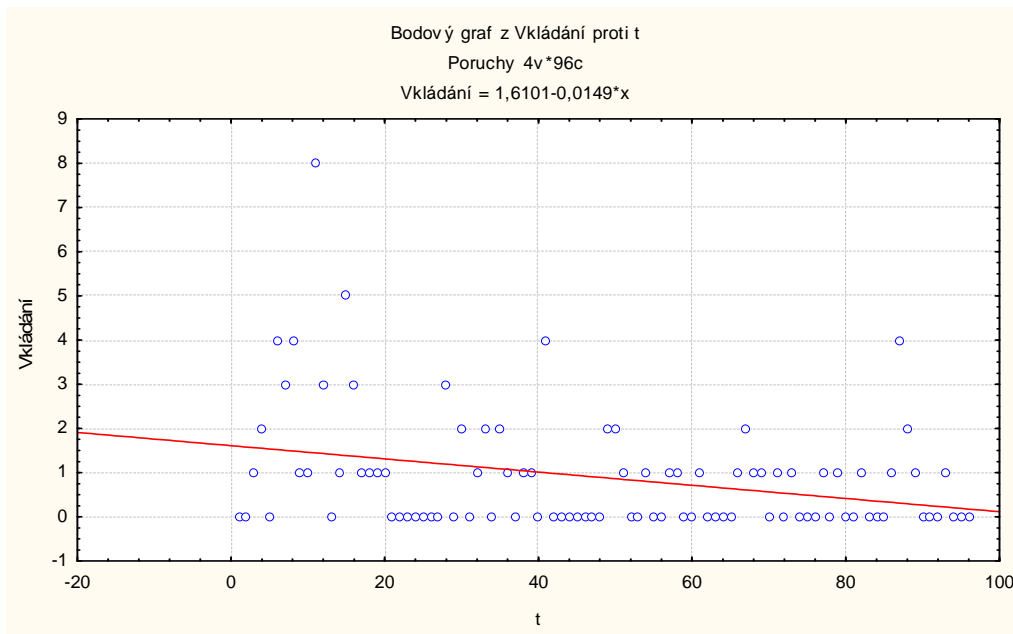
(zdroj: autor)



Brevník vykazuje také sestupnou tendenci, konkrétně s hodnotou regresního koeficientu -0,0047.

Graf č.3

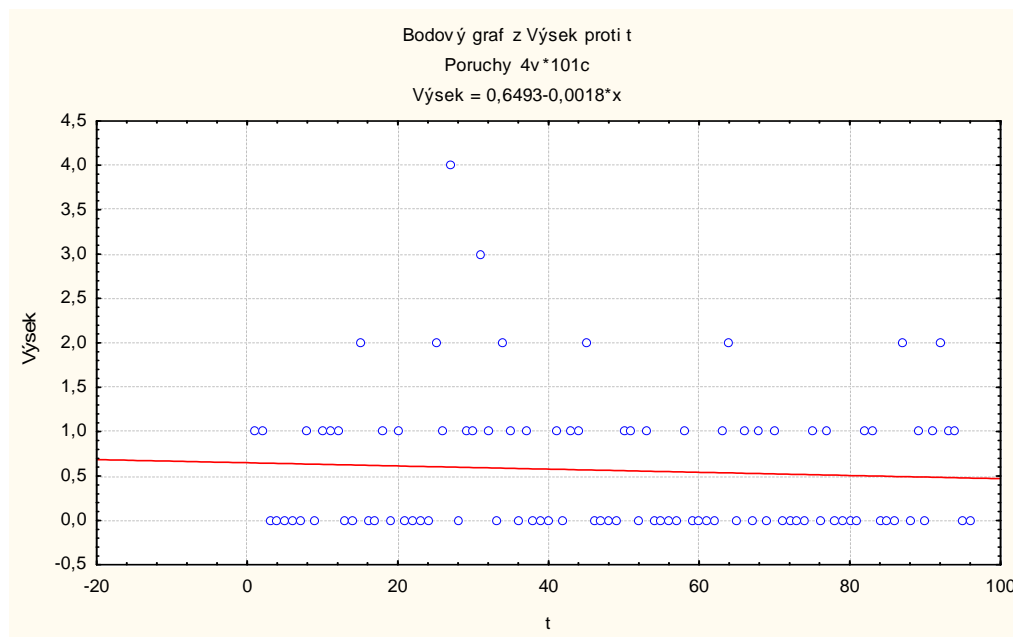
(zdroj: autor)



Na části vkládání je situace ještě výraznější než u nakladače, regresní koeficient zde dosahuje hodnoty -0,0149

. Graf č.4

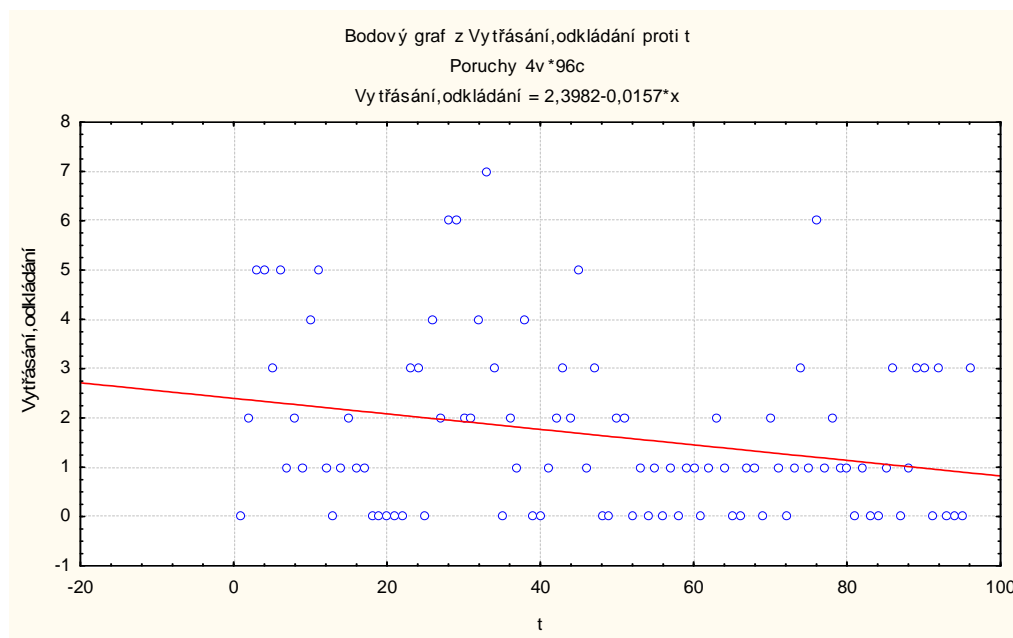
(zdroj: autor)



V případě výseku je tendence vývoje počtu poruch opět klesající, ovšem s nejnižší hodnotou regresního koeficientu, -0,0018.

. Graf č.5

(zdroj: autor)



Zde je situace obdobná jako u části vkládání. Opět je tendence vývoje závad klesající.

Z výše uvedených grafů je zřejmé, že ačkoliv je stroj Göpfert teprve v pátém stupni TPM, tak poruchovost klesá na všech jeho částech. To se pozitivně promítá do hodnoty ukazatele OEE. Čím je menší počet poruch, tím menší je čas prostojů a tím vyšší je využitelnost stroje (viz obrázek č.8), tedy hodnota OEE.

V době, kdy se začal ukazatel OEE na stroji Göpfert ve firmě sledovat, činila jeho průměrná roční hodnota **15%**. Tato hodnota se získá z Měsíčních přehledů OEE, které jsou popsány v řídicích standardech. V současné době je průměrná roční hodnota OEE na **35%**. Do průměru se započítávají také práce stroje na nových zakázkách, kde jsou časté technologické prostoje způsobené novým nastavováním jednotlivých částí stroje a štelováním. Z tohoto důvodu se tedy může míra 35% jevit jako nízká. Ve skutečnosti zde došlo ke zlepšení efektivity výrobního zařízení o 20%, což se projevilo na snížení času potřebného pro splnění zakázky, resp. na zvýšení produkce.

6 ZÁVĚR

Úkolem diplomové práce s názvem „Vyhodnocení dopadů poruchovosti výrobního zařízení na efektivitu výrobních operací“ bylo dostat cílům vyplývajícím ze zadání, tedy na základě studia odborné literatury a konzultací s odborníky pojednat o problematice metody Total Productive Maintenance a na zvoleném podniku prakticky předvést její využití za účelem snížení poruchovosti výrobního zařízení.

První částí cíle diplomové práce bylo dosaženo pomocí komplexního pojednání o TPM s využitím odborných publikací. Druhá část cíle je naplněna v aplikační části, která je syntézou poznatků načerpaných v literatuře a jejich uplatnění v konkrétním výrobním podniku. Koncept TPM byl aplikován ve firmě THIMM Obaly, k.s., která se kvůli nadměrné poruchovosti svých výrobních zařízení rozhodla pro tuto metodu. Nejprve bylo nutné definovat pilíře, na kterých TPM stojí. To bylo provedeno na základě teoretických předpokladů, které jsou přizpůsobeny konkrétním podmínkám. Zavádění TPM probíhá na stroji Göpfert a je zde popsána fáze implementace. V současnosti se stroj nachází v pátém stupni, do kterého postoupil po úspěšném splnění auditu čtvrtého stupně, který byl proveden v lednu tohoto roku. Práce zmiňuje také ukazatel efektivity zařízení, tzv. OEE a způsob, jak je ve společnosti THIMM Obaly, k.s. počítán. Ukazatel OEE nám velmi dobře ukazuje, že doposud zavedené změny v rámci TPM se pozitivně podílí na efektivitě výroby v podobě zkrácení času potřebného pro realizaci zakázky.

Velmi významným pilířem je autonomní údržba, která popisuje samotnou preventivní údržbu stroje. Na stroji Göpfert jsou od roku 2002 zaznamenávány počty poruch do hlášenek. Tyto hlášenky jsou v práci vyhodnoceny a bylo zjištěno, že nejporuchovější část stroje Göpfert je nakladač. Na této části byla zachycena největší suma poruch za sledované období, ale také nejvyšší průměrná měsíční poruchovost. Kromě těchto hodnot má nakladač nejvyšší směrodatnou odchylku, tedy největší výkyv od své střední hodnoty, což potvrzuje i hodnota variačního koeficientu. Pro tuto část je tedy vytvořen nový inspekční plán obsahující fotografie problémových míst stroje, kterým má být věnována pozornost, dále obsahuje nápravnou nebo kontrolní činnost, prostředek k nápravě a periodicitu činnosti. Tento plán je primárně určen pro realizační tým a bude používán při pravidelných odstávkách stroje, jejichž harmonogram je zmíněn v kapitole Plánovaná údržba.

Další postup je takový, že nově vytvořený inspekční plán bude představen pracovníkům na pravidelných konzultačních schůzkách a začne se využívat. Nadále bude monitorována poruchovost na daném stroji a na základě těchto informací budou přijata další opatření, neboť základním stavebním kamenem TPM v THIMM Obaly, k.s. je neustálé zlepšování.

Za svůj přínos této práci mohu uvést vyhodnocení poruchovosti zvoleného stroje v podobě zpracování hlášenek a následném statistickém popsání. Osobně jsem se účastnil několika odstávek stroje a shromažďoval podklady pro tvorbu inspekčního plánu. Se zástupci vedení společnosti jsem opakovaně konzultoval celý průběh implementace TPM v jejich provozu, stejně tak další postupy.

Vedení firmy prohlašuje, že již současná fáze využívání TPM jim prokazatelně zvýšila efektivitu výroby, konkrétně došlo ke zvýšení produkce vlivem redukce poruch a prostojů jimi způsobenými a ke zvýšení pracovní morálky zaměstnanců.

Svoji diplomovou práci považuji za úspěšné zakončení svých vysokoškolských studií, neboť jsem v ní mohl využít jak znalosti získané na přednáškách, tak schopnosti, které poskytuje vysokoškolské studium jako takové.

7 SEZNAM LITERATURY

- ✓ AL-RADHI, Mehdi, HEUER, Jorg. *Total Productive Maintenance*. München/Wien: Hanser Fachbuch verlag, 1995. 163s. ISBN 978-3446182325
- ✓ FROLÍK, Zbyněk, KOŠTURIÁK, Ján. *Štíhly a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 235 s. ISBN 80-86851-38-9
- ✓ HAVLÍČEK, Jaroslav, JURČA, Vladimír, LACINA, Jiří. *Jakost a spolehlivost strojů*. Praha: Vysoká škola zemědělská v Praze, 1993. 180s. ISBN 80-213-0160-0
- ✓ HAVLÍČEK, Jaroslav. *Provozní spolehlivost strojů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. 610s. ISBN 80-209-0029-2
- ✓ MAŠÍN, Ivan, VYTLAČIL, Milan. *TPM: Management a praktické zavádění*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 251s. ISBN 80-902235-5-9
- ✓ Medzinárodný elektrotechnický slovník. Kapitola 191: Spolehlivosť a akosť služieb. 1993
- ✓ MYKISKA, Antonín. *Spolehlivost technických systémů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. 177s. ISBN 80-01-02079-7
- ✓ VYJÍDÁČEK, Zdeněk. *Kurz TPM*. 2008
- ✓ ZIEGLER, Jiří. *Údržba zařízení*. Ostrava: Vysoká škola báňská v Ostravě, 1993. 280 s. ISBN 80-7078-158-0

Internetové zdroje:

- ✓ HUDGIK, Steve., Kaizen is... [online]. [cit 2010-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.graphicproducts.com/tutorials/kaizen/index.php>>
- ✓ HUDGIK, Steve., What are the benefits resulting from Kaizen, [online]. [cit 2010-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.graphicproducts.com/tutorials/kaizen/kaizen-benefits.php>>
- ✓ MORA, Enriqe., Autonomous Maintenance, [online]. [cit 2010-02-21]. Dostupný z WWW <http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmpr ocess/autonomaintenance.htm >
- ✓ RAKYTA, Miroslav. Koncept TPM. [online]. [cit 2010-02-21]. Dostupný z WWW <http://www.tpm.sk/index_files/Page1400.htm>

- ✓ RAKYTA, Miroslav. Management údržby vyžaduje projektové řízení. [online]. [cit 2010-02-21]. Dostupný z WWW <<http://modernirizeni.ihned.cz/c1-20362570-management-udrzby-vyzaduje-projektove-rizeni>>