



# PŘECHOD OD TPM K ZNALOSTNÍ ÚDRŽBĚ

## FROM TPM TO KNOWLEDGE MAINTENANCE

Pavel HARTL

---

### Abstract

*In every industrial company exists department, group or team involved in the maintenance of machines and assembly lines. The article deals with improvements of maintenance from TPM to KNOWLEDGE MAINTENANCE. This thought is supported by technological advances of present time, which is often called as 4th industrial revolution.*

### Key words

Knowledge Maintenance, TPM, Industrial Revolution, Industry 4.0

---

### Úvod

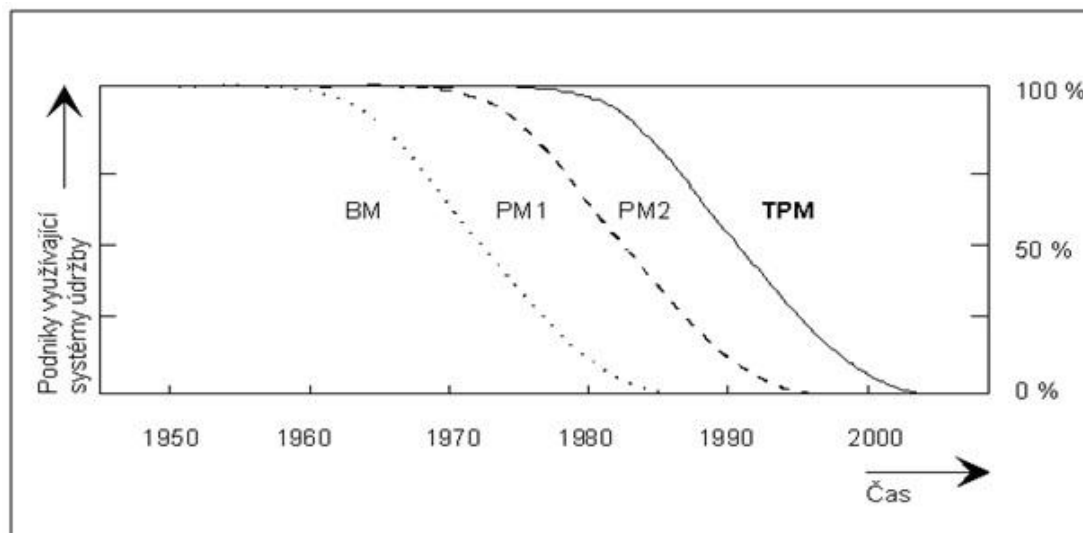
V každém průmyslovém podniku existuje oddělení, skupina či tým zabývající se údržbou strojů a výrobních linek. Článek se zabývá přechodem systematiky údržby TPM ke ZNALOSTNÍ ÚDRŽBĚ (Knowledge Maintenance). Úvaha je podpořena technologickým pokrokem současné doby, který je často nazýván jako 4. průmyslová revoluce.

### Vývoj systémů údržby

Historický vývoj systémů údržby ve světě je ilustrován na následujícím obrázku. Jednotlivá období jsou označena zkratkami, jež vychází z anglických názvů jednotlivých na sebe navazujících etap:

- BM – Break-down Maintenance (údržba po poruše)
- PM1 – Preventive Maintenance (preventivní údržba)
- PM2 – Productive Maintenance (produktivní údržba)
- TPM – Total Productive Maintenance (komplexně produktivní údržba)

V současnosti se podniky zaměřují především na produktivitu, efektivitu a snižování nákladů. Dávno neplatí dlouho zažitá představa, že „údržba je placena za to, aby ležela“, a ve chvíli, kdy všechny stroje vyrábí, není co opravovat. Ano, pokud je údržba myšlena jako reakce na poruchu, tak tato představa je správná. V době zavedeného principu JUST-IN-TIME není efektivní jen čekat na poruchu a „hasit požár“, ale je třeba rozvrhnout kapacity údržby kromě oprav i na analyzování jednotlivých poruch, zavádění vhodných opatření v rámci myšlení KAIZEN (neustálý proces zlepšování) a zamezení jejich opakování. Nutná je tedy pravidelná inspekce strojů a včasné odhalování potenciálně rizikových míst. V mnoha podnicích byla zavedena systematika údržby TPM (totálně produktivní údržba). V blízké době se ale i TPM bude zdokonalovat. Začíná se využívat nejmodernějších prostředků doby a TPM se posune směrem k ZNALOSTNÍ ÚDRŽBĚ (Knowledge Maintenance). Nejvyužívanějšími technickými prostředky budou RFID tagy, QR kódy, využití internetu věcí (Internet of Things) a dolování dat (Data Mining).



Obr. 1: Vývoj systémů údržby obrázku (upraveno dle [1])

### TPM – systém údržby současné doby

Filosofie a systematika TPM vznikla jako většina moderních metod řízení v Japonsku. Autorem systematiky TPM je pan Seichi Nakajima, který se v období 50. a 60. let zabýval systémy preventivní údržby v Evropě a USA. Získané zkušenosti poté zformuloval do návrhu komplexní systematiky, kterou nazval Total Productive Maintenance. Návrh, který předložil, rozvíjí přístupy preventivní a prediktivní údržby, přičemž přináší i nové prvky. Novinkou je vizuální management, autonomní údržba, vytváření malých týmů, ale také bezpečnost na pracovišti. V roce 1971 zavedl metodu TPM do japonských podniků. Vznik TPM byl vynucen zaváděním japonské výrobní filozofie JUST-IN-TIME, kde je na prvním místě nepřerušit provoz výrobního zařízení a maximální eliminace všech druhů ztrát.

K systematice TPM bylo zpracováno mnoho publikací. Ve zkratce se jedná o systematiku, ve které je vše směřováno na člověka-pracovníka. Jde o systematické zapojení pracovníků do všech dílčích činností, aby standardizovaně prováděli přesně dané činnosti a mohli objevit potenciálně riziková místa a tato odstranit. Pokud se jedná o základní údržbu, dokáže (resp. měl by) ji provést operátor stroje samostatně. V tom případě mluvíme o autonomní údržbě. Pokud se jedná o složitější údržbu, je prováděna údržbářem. V případě, že je údržba plánovaná a je prováděna dle přesného checklistu, jedná se o plánovanou údržbu. Tu dále můžeme rozdělit na preventivní a prediktivní. Preventivní údržba se provádí v předem určených intervalech, zato prediktivní údržba se provádí na základě analýzy (např. motohodiny, termokamera, měření vibrací). Je patrné, že preventivní údržba je výrazně nákladnější a často nejsou komponenty plně využity v celkové době své životnosti. Postupně se přechází z preventivní údržby na prediktivní. Vždy se to odvíjí od možnosti použít vhodné analytické a měřicí metody.

### Průmyslové revoluce

V současné době jsme svědky neskutečně rychlého technologického pokroku. Jeho startem bylo neuvěřitelné snížení cen a zdokonalení elektronickým součástek. Tento pokrok je natolik výrazný, že se stále častěji mluví o 4. průmyslové revoluci. Německá vláda tento trend včas



zachytila a výrazně podporuje podniky, aby se ve spolupráci s univerzitními a dalšími výzkumnými ústavy maximálně orientovaly na nové technologie týkající se zejména INTERNETU VĚCÍ (Internet of Things). Tento program nazývá Industrie 4.0. Jedná se o natolik významný předěl, jakými se staly zásadní vynálezy v dobách předchozích.

Kolem roku 1780 se objevuje mechanický tkalcovský stav a parní stroj, který nevratně změní podobu společnosti. Rychlý pokrok a zavádění manufaktury přináší rozhodující změny v hospodářských sektorech. Přechází se z ruční kusové výroby na velkovýrobu podpořenou novým druhem energie získaným z páry. Současně dochází k dělbě práce a specializaci pracovníků na dílčí činnosti. Společnost pomalu přechází ze zemědělského sektoru do sektoru průmyslového.

Kolem roku 1900 přichází druhá průmyslová revoluce, jejíž hlavním rysem je využívání elektrické energie a přechod k masové výrobě. Může se sem také řadit objev spalovacího motoru či vynález automobilu. Nejvýraznějším příkladem masové výroby je pásová výroba Henryho Forda.

Třetí průmyslové revoluci velmi pomohl o něco dříve objevený tranzistor. Vynález odstartoval výrobu elektronických informačních technologií. Díky tomu se objevuje první programovatelný počítač (PLC) pro řízení kybernetických systémů.

Čtvrtou průmyslovou revoluci zažíváme nevědomky právě nyní. Nejčastěji skloňovaným spojením mezi širokou veřejností jsou obnovitelné zdroje. Inteligentní energetická síť s funkcí automatického vyrovnání špiček spotřeby ale i výroby (přečerpávací hydroelektrárny, větrníky, fotovoltaické elektrárny atd.) je v mnoha zemích již ve stádiu přípravy. Do širšího povědomí se stále častěji dostávají informace o dalším využití nanotechnologií a 3D tisku. Nejdůležitějším ale zatím celkem skrytým technologickým pokrokem je internet věcí a s tím spojené dolování dat. Je třeba poznamenat, že nástup 4. průmyslové revoluce nebude tak rychlý a výrazný, jako jsou např. novinky na trhu s mobilními telefony. Ostatně také studie německého svazu elektrotechnického a elektronického průmyslu VDE ukázala, že vize Industry 4.0 bude postupným procesem. V Německu počítá 80% podniků s tím, že se tato vize naplní až po roce 2025.

### **Získání a využití znalostí – znalostní údržba**

V souvislosti se získáváním ohromného množství dat, jeho zpracováním a využitím můžeme hovořit o znalostních systémech. Takovéto znalosti lze samozřejmě využívat ve všech fázích PLM. Např. bude možné simulovat náběh nového výrobku a zkrátit tak nulovou sérii a počet počátečních zmetků. Dalším důležitým využitím znalostí jsou získané informace z detailního rozkladu produktivity, OEE, všech druhů prostojů, taktu linky, počtu operátorů na lince atd. V souvislosti s tím autor připravuje aplikaci pro interaktivní výpočet rozkladu, kde budou okamžitě vidět možnosti a důsledky jednotlivých úprav při plánování výroby. Představme si, že máme cíl vyrobit 20.000 kusů výrobku při určitém počtu operátorů, daném taktu linky a průměrných prostojích, dále pak zajistit plánovanou údržbu a přestavbu některých strojů výrobní linky. Budeme schopni ale vyrobit jen 18000 kusů při stávajícím stavu a navíc jen při odložení plánované údržby a přestavby. Jak vyřešit tento problém? První a nejčastější odpovědí je zkrátit technické prostoje. Nikdo už pak nenapadne, že krátká ale pravidelná údržba by dokázala zamezit velkým výpadkům. Pro přesvědčení všech zúčastněných je nejlepší použít právě detailní analýzu s rozkladem na všechny jednotlivé prvky, které snadno mohou rozkrýt tzv. šedou zónu prostojů. Díky tomu získáme další vstupní znalost pro následné rozhodování. Potřebného počtu kusů výrobku bude možno dosáhnout např. úpravou



nejužšího místa linky (bottle neck), čímž zvýšíme takt linky, dále zkrácením organizačních prostojů, zvýšením počtu operátorů, pokud to linka dovoluje, ale zejména pomyslným přesunem neplánovaných technických prostojů do plánované údržby. Tím je myšleno rozšíření plánované pravidelné údržby, při níž se stihnou opravit drobné problémy, upravit riziková místa či vyměnit komponenty na hraně funkčnosti, která poté nezpůsobí dlouhý neplánovaný prostoj. Dalším důležitým prvkem znalostní údržby, který se již využívá v TPM, jsou školení zaměstnanců na všech úrovních. Zde je ale velice důležité vytvořit a rozvíjet komplexní provázaný systém školení, ve kterém nebudou nabízena pouze jednotlivá dílčí školení, ale komplexní znalost. Je důležité ukázat všem zainteresovaným, jak jejich příspěvek ovlivní výsledný výrobek, když nějakou činnost neprovedou přesně tak, jak vyžaduje standard. Jde o znalost následků a důsledků každé jednotlivé činnosti.

### **Klíčové slová**

Znalostní údržba, TPM, průmyslová revoluce, Industry 4.0

### **Použitá literatura**

- [1] RAKYTA, M. *Údržba ako zdroj produktivity*. 1. vyd. Žilina: Slovenské centrum produktivity, 2002. 200 s. ISBN 80-968324-3-3  
[2] BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

### **Kontaktná adresa**

Ing. et Ing. Pavel Hartl  
ZČU, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu  
Univerzitní 8, 306 14 Plzeň  
e-mail: phartl@kpv.zcu.cz