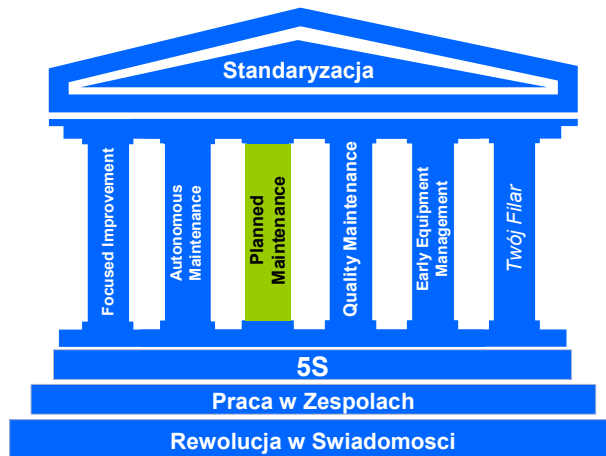


Planned Maintenance

dr inż. Jacek M. Brzeski, mgr inż. Magdalena I. Figas

W tym artykule skoncentrujemy się na filarze *Planned Maintenance*, czyli roli Działu Utrzymania Ruchu (DUR) w programie TPM.



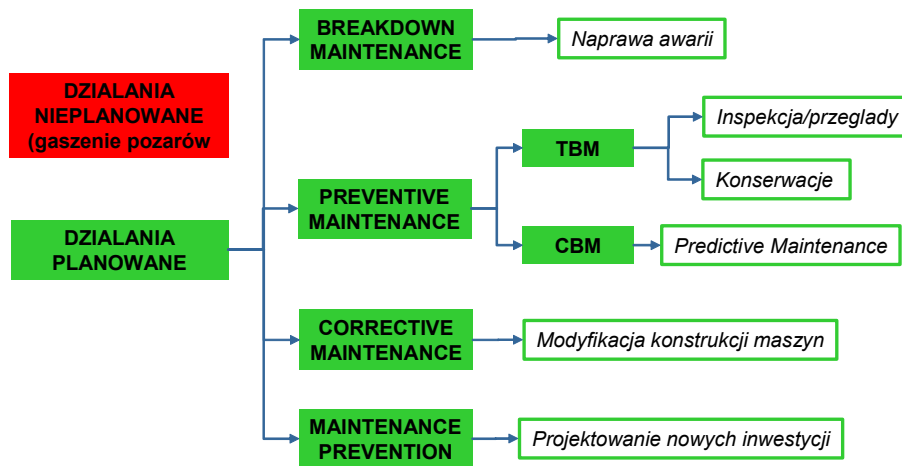
Rysunek 1. „Świątynia” TPM – bloki składowe programu.

KATEGORIE DZIAŁAŃ PRZY UTRZYMANIU RUCHU

Czynności utrzymania ruchu można ogólnie podzielić na działania planowane oraz nieplanowane, potocznie często nazywane gaszeniem pożarów (patrz Rysunek 2). W ramach działań planowanych może jednak również występować naprawa awarii, kiedy bardziej ekonomiczne jest pozwolić maszynie się zepsuć niż otaczać ją stałą opieką (*Breakdown Maintenance*).

TBM – Time Based Maintenance

CBM – Condition Based Maintenance



Rysunek 2. Kategorie działań przy utrzymaniu ruchu¹

W zakres typowych działań planowanych wchodzi przede wszystkim *Preventive Maintenance* (prewencja) polegająca na wykrywaniu i usuwaniu problemów zanim przekształcą się one w

Planned Maintenance

dr inż. Jacek M. Brzeski, mgr inż. Magdalena I. Figas

niezaplanowany postój maszyny. Wśród tych czynności można wyróżnić prace określone w czasie (*Time Based Maintenance*) oraz prace, które zostają wykonane dopiero wtedy gdy zostaną stwierdzone warunki wskazujące na potrzebę ich wykonania (*Condition Based Maintenance*). Te ostatnie umożliwiają ciągle rozwijająca się technologia - analiza składu chemicznego oleju, wibracji, termografii - *Predictive Maintenance*. Prawidłowo funkcjonujący Dział Utrzymania Ruchu powinien zajmować się również *Corrective Maintenance*, czyli ciągłym doskonaleniem konstrukcji maszyn wynikającym z ich niedoskonałego projektu lub używania ich w innych warunkach niż te, które przewidział producent. Wreszcie działania w kategorii *Maintenance Prevention* analizują obecny sprzęt i wyciągają wnioski, które umożliwiają bardziej efektywne projektowanie lub zakup nowych maszyn. Oznacza to specyfikowanie sprzętu, który nie psuje się oraz jest łatwy w użytku, obsłudze i prewencji. Definicje angielskich określeń streszczone są na Rysunku 3.

Breakdown Maintenance	Preventive Maintenance	Corrective Maintenance	Predictive Maintenance	Maintenance Prevention
Naprawa sprzętu po wystąpieniu awarii <ul style="list-style-type: none">Planowane naprawy, kiedy bardziej opłacalne jest naprawianie awarii niż im zapobieganieNiezaplanowane naprawy są wykonywane w panice i zagrażają wykonaniu planu (gaszenie pożarów)	Wykrywanie i usuwanie problemów zanim przekształcą się one w niezaplanowany postój maszyny	Modyfikacja maszyn w celu zmniejszenia występowania awarii, ułatwienia operacji, inspekcji i utrzymania ich w dobrej kondycji oraz uczynienia je bardziej bezpiecznymi	Użycie technologii do wykrywania problemów niewidocznych „gołym okiem”, np. analiza wibracji, termografia, itp.	Użycie doświadczenia nabytego w czasie używania oraz napraw sprzętu w celu zaprojektowania maszyn, które się nie psują i są łatwe w obsłudze

Rysunek 3. Definicje angielskich określeń związanych z TPM

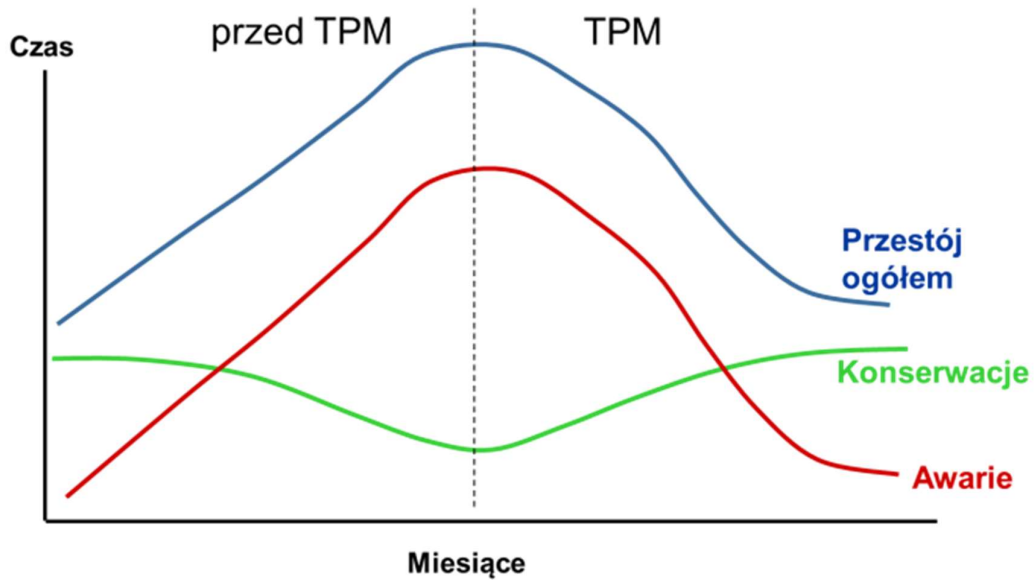
Należy zdać sobie sprawę, że zorganizowane działania Działu Utrzymania Ruchu będzie ciężko wprowadzić jeżeli w zakładzie panuje filozofia naprawiania maszyn dopiero po wystąpieniu problemu lub jeżeli plan produkcji posiada priorytet nad planem konserwacji. Wtedy najbardziej misternie ułożone plany konserwacji nie będą przynosiły efektu gdyż będzie brakowało czasu aby je wykonać.

Zależność tą ilustruje Rysunek 4. Po uruchomieniu nowej maszyny w związku z tym, że wygląda ona ładnie i pachnie „świeżością”, pracownicy na ogół dbają o nią, czyszczą i zachowują odpowiednie warunki jej pracy. Przestrzegany jest również zazwyczaj harmonogram konserwacji określony przez producenta. Z czasem jednak, gdy priorytetem w zakładzie jest plan produkcji, czasu na konserwację pozostaje coraz mniej. W związku z tym liczba awarii zwiększa się stopniowo. I mimo, że pozornie wydaje się, że nie wykonując konserwacji zyskany zostaje

Planned Maintenance

dr inż. Jacek M. Brzeski, mgr inż. Magdalena I. Figas

dodatkowy czas na produkcję, łącznego czasu przestoju maszyn jest coraz więcej w związku z narastającą liczbą i czasem trwania awarii.



Rysunek 4. Porównanie strat czasów przed i po wprowadzeniu TPM

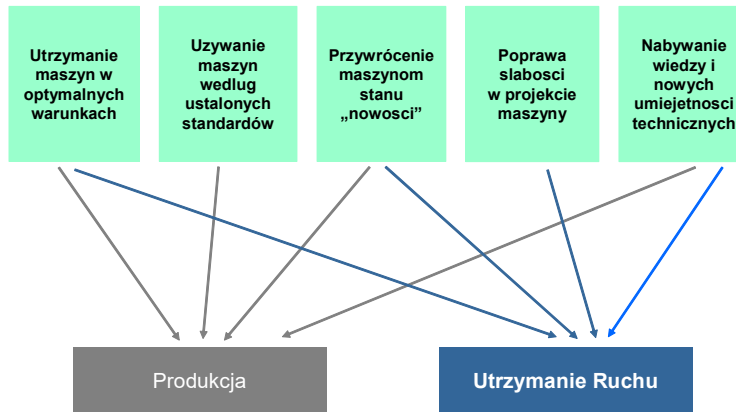
Aby wyrwać z błędnego koła, należy wprowadzić bezwzględny priorytet dla konserwacji. Wymaga to zmiany sposobu myślenia w firmie, co jest bardzo trudne. Dopiero jednak gdy przeglądy maszyn i konserwacje wracają do normy, "magicznie" spada liczba i czas awarii, czasu na produkcję jest więcej, mimo że pozornie "straciliśmy" go wykonując konserwacje.

WSPÓŁPRACA DZIAŁÓW UTRZYMANIA RUCHU I DZIAŁU PRODUKCJI

Kwestia współpracy działu produkcji i utrzymania ruchu została szerzej omówiona w artykule o filarze *Autonomous Maintenance*. Rysunek 5 ilustruje zazębiające się działania tych działów we wspólnym celu osiągnięcia kompletnej bezawaryjności maszyn oraz eliminacji strat związanych z ich eksploatacją.

Planned Maintenance

dr inż. Jacek M. Brzeski, mgr inż. Magdalena I. Figas



Rysunek 5. Zazębiające się role działu utrzymania ruchu i produkcji w programie TPM²

Wspomagającą rolę działu utrzymania ruchu w TPM można podzielić na dwa obszary. Pierwszy to nabywanie nowej wiedzy i umiejętności przez pracowników działu, które pomogą lepiej diagnozować kondycję maszyn, analizować obecne warunki i systematycznie usuwać źródła problemów. Z drugiej strony DUR powinien aktywnie prowadzić działania mające na celu ciągłe usprawnianie sprzętu. W tych ramach mieści się między innymi przekazywanie swojej wiedzy operatorom, identyfikacja słabych punktów maszyn, zapobieganie problemom poprzez wykonywanie przeglądów i konserwacji oraz użycie technologii do wykrywania przyszłych problemów.

ANALIZA OBECNEJ SYTUACJI

Pierwszym krokiem przy wdrożeniu Planned Maintenance powinno być zbadanie obecnych warunków. Należy przede wszystkim zmierzyć obecną sytuację pod względem ilości awarii, czasu ich trwania, częstotliwości występowania a także kosztów związanych z działaniami przy utrzymaniu ruchu. Na tym etapie należy również wykonać ocenę istniejącego sprzętu aby podzielić maszyny według ich krytyczności dla zakładu. Przykład opracowania takiego podziału jest zilustrowany przy pomocy tabeli na Rysunku 6. Przykładowy formularz pozwala ocenić sprzęt w 4 kategoriach wpływu potencjalnej awarii na produkcję, jakość produktu, koszty utrzymania ruchu oraz bezpieczeństwo pracy. Maszyny z największą sumą ocen będą najbardziej priorytetowymi, te z najmniejszą sumą, maszynami, które nie wymagają detalicznej opieki i można je pozostawić np. w reżimie *Breakdown Maintenance*.

Planned Maintenance

dr inż. Jacek M. Brzeski, mgr inż. Magdalena I. Figas

Kategoria	Pytanie	Skala Ocen
Produkcja	Cała fabryka zatrzyma się w razie wystąpienia awarii	5
	Część produkcji będzie stracona jeżeli wystąpi awaria	3
	Bez wpływu na produkcję jeżeli wystąpi awaria	0
Jakość	Duży wpływ na jakość w przypadku awarii	5
	Mały wpływ na jakość w przypadku awarii	3
	Brak wpływu na jakość w przypadku awarii	0
Koszty Utrzymania Ruch	Usunięcie awarii będzie bardzo kosztowne	5
	Usunięcie awarii będzie średnio kosztowne	3
	Koszt naprawy bardzo mały	0
Bezpieczeństwo	Ryzyko pożaru i rozprzestrzenienia substancji toksycznych	5
	Awaria może spowodować niebezpieczne warunki	3
	Nie ma znaczącego ryzyka	0

	Maszyny Krytyczne	Wysoki Priorytet	Niski Priorytet	Nie krytyczne
Suma Czynników	15-20	10-14	5-9	< 5
Reżim Utrzymania Ruchu	CBM + TBM	CBM + TBM	TBM	BM
Inspekcja	Detaliczna – ciągły monitoring	Normalna	Brak	Brak
Części Zamienne	Wszystkie dostępne	Większość dostępnych	Niektóre dostępne	Brak

Rysunek 6. Ankieta do klasyfikacji maszyn oraz przykład podziału na kategorie maszyn³

Każda maszyna powinna również posiadać pełną dokumentację z danymi jej producenta, projektem technicznym, opisem prawidłowego funkcjonowania mechanizmów, szczegółową historią modyfikacji, historią problemów, etc.

USUWANIE ŹRÓDEŁ AWARII

Ten obszar jest prawdopodobnie najbardziej krytycznym dla powodzenia TPM, ponieważ uczy jak przejść z typowego usuwania skutków awarii do żmudnego ale koniecznego procesu analizowania ich przyczyn źródłowych. Aby tak się stało, pracownicy Działu Utrzymania Ruchu, często w zespołach z pracownikami produkcji powinni przy każdym przypadku wystąpienia nieplanowanej awarii rozważyć kwestie, które pozwolą na dotarcie do źródła problemu. Można zrobić to przykładowo odpowiadając na pytania:

- Dlaczego akurat ta część maszyny się zepsuła?
- Jaki jest schemat działania maszyny w tym miejscu?
- Dlaczego i jakie siły działały na ten komponent?

Planned Maintenance

dr inż. Jacek M. Brzeski, mgr inż. Magdalena I. Figas

- Czy były jakieś symptomy przed wystąpieniem awarii?
- Co zrobić aby uniemożliwić powstanie awarii na nowo?
- Jakiego rodzaju doświadczenie i umiejętności powinien posiadać operator aby wykryć symptomy?

ARKUSZ ANALIZY AWARII				No. 23-01	
DATA:	11/23/03	ZMIANA:	I	MECHANIK	J. Kowalski
DZIAŁ:	JAP-2	MASZYNA	OBT-13	LIDER ZMIANY	A. Nowak
CZAS WYSTĄPIENIA	8:30	CZAS NAPRAWY	30 min.		
CZAS USUNIĘCIA	9:15	PRZERWA W PRACY MASZYNY	45 min.		
REZULTATY INSPEKЦИИ	Przepalona grzałka w aparacie klejowym				SPRAWDZIŁ
ROZWIĄZANIE PROBLEMU	Grzałka została wymieniona				SPRAWDZIŁ
PRZYCZYNY ŹRÓDŁOWE	MECHANIZM	Poziom kleju niedostateczny, na grzałce nie było oporu			
	CZŁOWIEK	Nie wykonano inspekcji poziomu kleju			
DZIAŁANIA PREWENCYJNE	1. stworzenie jednopunktowej lekcji				1.
	2. szkolenia dla zespołu				2.
	3. dołączyć pozycję inspekcji poziomu kleju do czynności inspekcji				3.
					4.
UWAGI ZESPOŁU					
UWAGI NADZORU					

Rysunek 7. Formularz analizy awarii

Każda analiza źródeł awarii powinna zostać udokumentowana np. przy użyciu formularza przedstawionego na Rysunku 7. W podanym przykładzie wystąpiła awaria grzałki w aparacie klejowym. Po wymienieniu grzałki stwierdzono natomiast, że przyczyną problemu był niedostateczny poziom kleju w zbiorniku. Jako działania zapobiegawcze określono stworzenie jednopunktowej lekcji opisującej ten przypadek, przeprowadzenie krótkich szkoleń dla zespołu aby uczulić operatorów na sprawdzanie poziomu kleju oraz dopisanie tego punktu do czynności operatora w ramach checklisty *Autonomous Maintenance*.

BAZA DANYCH

Na rynku dostępnych jest wiele komercyjnych programów wspomagających DUR. Niektóre firmy tworzą własne bazy danych ze sprzętem, np. w Microsoft Access. Zakup lub tworzenie bazy

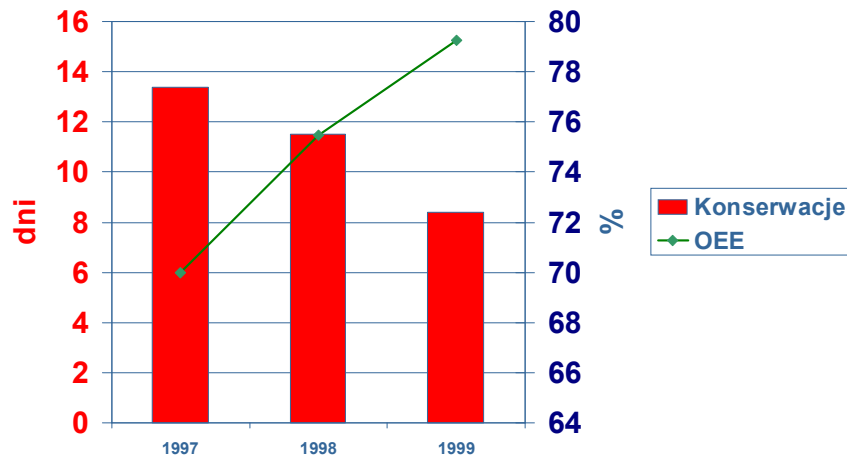
Planned Maintenance

dr inż. Jacek M. Brzeski, mgr inż. Magdalena I. Figas

danych często błędnie wykonywany jest na samym początku przekształcania systemu organizacji DUR. Jednym z celów wprowadzenia takiego systemu jest ułatwienie wykonywania przeglądów i konserwacji. Jeżeli jednak baza została zakupiona zanim zostanie usuniętych większość źródeł awarii, pracownicy dział utrzymania ruchu będą dalej zaabsorbowani gaszeniem pożarów i nie będą mieli czasu na wykonywanie czynności planowanych.

REZULTATY

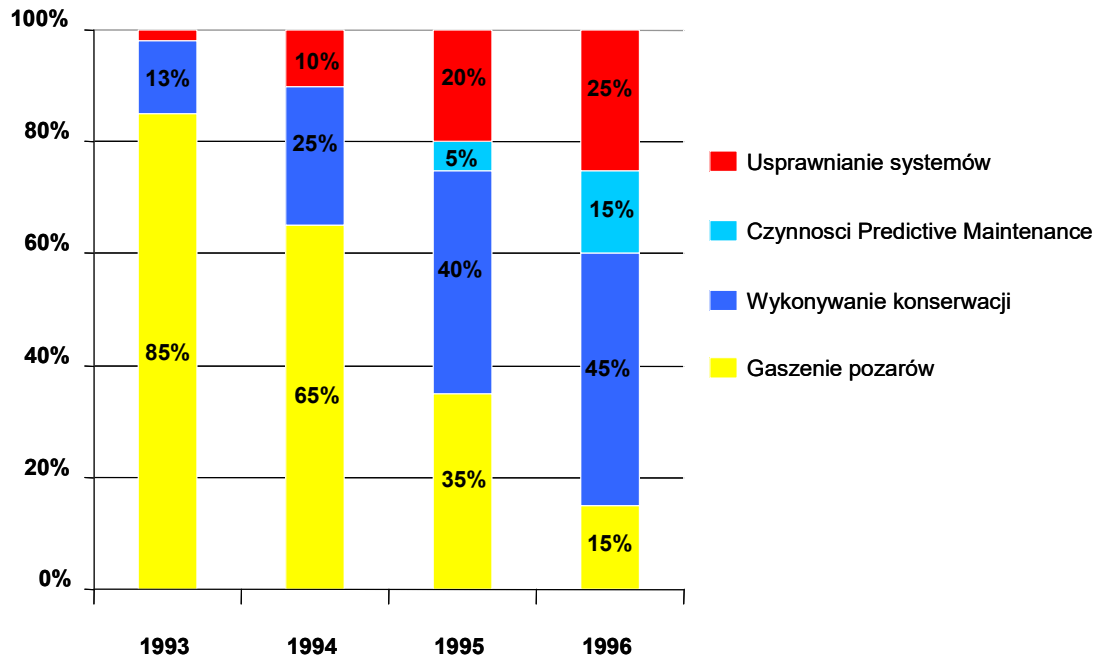
Sprawnie zorganizowany dział utrzymania ruchu pozwala firmie osiągnąć wymierne korzyści finansowe. Rysunek 8 pokazuje wzrost poziomu OEE (Overall Equipment Effectiveness) z 70% na prawie 80% w przeciągu 3 lat działań usprawniających między innymi również DUR. W tym samym czasie spadł również czas przeznaczony na wykonanie konserwacji – usprawniono organizację pracy i wykonywano ten sam zakres prac w krótszym czasie.



Rysunek 8. Wykres pokazuje osiągnięcia w przeciągu 3 lat wdrażania TPM⁴

Planned Maintenance

dr inż. Jacek M. Brzeski, mgr inż. Magdalena I. Figas



Rysunek 9. Rozkład czynności w dziale utrzymania ruchu w ciągu wdrażania TPM⁵

Również rozkład pracy pracowników DUR działającego w systemie TPM ulega zmianie (patrz Rysunek 9). Przed zorganizowaniem działu większość czynności koncentrowała się na gaszeniu pożarów. Wdrażanie TPM przyniosło olbrzymie zmniejszenie ilości tych ostatnich, przeznaczenie dużo najwięcej czasu na prewencję, wprowadzenie systemu ciągłego doskonalenia własnej pracy oraz rozpoczęcie stosowania *Predictive Maintenance*.

W następnym i ostatnim artykule z serii TPM opiszemy 12 etapów wdrażania systemu w przedsiębiorstwie.

Jacek Brzeski prowadzi firmę doradczą LEAN VISION, która specjalizuje się we wdrażaniu systemów World Class Manufacturing. Magdalena Figas jest konsultantem w Lean Vision. Więcej o firmie można dowiedzieć się na stronie www.leanvision.com.

¹ Opracowano na podstawie *TPM in Process Industries*, Tokutaro Suzuki, Productivity Press 1994

² *TPM Development Program*, edited by Seiichi Nakajima, Productivity Press 1989

³ Materiały autorstwa Dr Hajime Yamashina, Kyoto University, Japonia

⁴ Informacja własna autorów

⁵ Materiały autorstwa Dr Hajime Yamashina, Kyoto University, Japonia