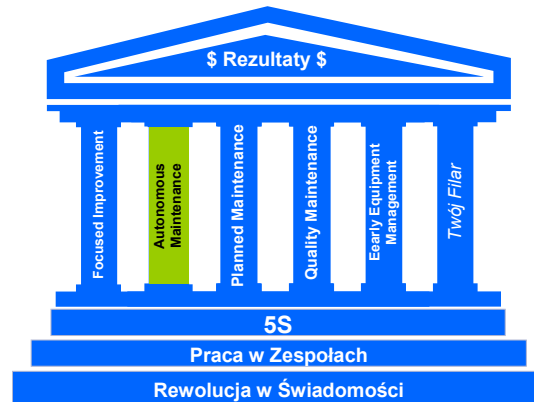


Autonomous Maintenance

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

Autonomous Maintenance (Autonomiczne Utrzymanie Ruchu - w artykule będzie używana nazwa oryginalna) jest narzędziem łączącym produkcję i działy utrzymania ruchu we wspólną odpowiedzialność za utrzymanie parku maszynowego.



Rysunek 1. Świątynia TPM – bloki składowe programu.

Zazwyczaj, gdy występuje problem z maszyną, działy produkcji i utrzymania ruchu obwiniają się wzajemnie o odpowiedzialność za awarie. Produkcja oskarża utrzymanie ruchu, a utrzymanie ruchu - produkcję. Jednym z powodów takiego stanu rzeczy jest tradycyjny podział obowiązków związanych z parkiem maszynowym: wszelkie czynności związane z obsługą i operacją maszynami – nawet najprostsze – należą do obowiązków działu utrzymania ruchu. Rolą operatora jest odbieranie produktów oraz „wciskanie guzika”, chociaż też nie zawsze. Istotą Autonomous Maintenance jest przełamanie stereotypu „ja produkuję – ty naprawiasz” poprzez włączenie operatorów maszyn w system utrzymania ruchu i odciążenia działu utrzymania ruchu od wykonywania tych prostych czynności, które po krótkim przeszkoleniu mogliby wykonywać operatorzy. Operator pracujący na co dzień przy maszynie posiada olbrzymi zasób wiedzy dotyczącej jej funkcjonowania, najczęstszych usterek, niedoskonałości, itp. Jego wiedzę można porównać do wiedzy kierowcy - użytkownika samochodu, który zna swój pojazd i potrafi wyczuć najdrobniejszą nawet nieprawidłowość. Operator może nie znać powodów wystąpienia problemów ani konstrukcji problematycznych mechanizmów, ale tak jak kierowca jest w stanie wskazać gdzie i w jakich okolicznościach one występują. Autonomous Maintenance wykorzystuje tę wiedzę i formalizuje proces wdrażania usprawnień wynikających z pomysłów operatorów.

Aby usystematyzować ten proces, wdrażanie Autonomous Maintenance zostało podzielone na 7 faz¹ (Rysunek 2). Umożliwia to stopniowe dawkowanie wiedzy i przekazywanie obowiązków. Podzielenie na fazy ułatwia również skoncentrowanie się na celach określonych dla każdego etapu i łatwiejszą kontrolę nad procesem przez kierownictwo.

Charakterystyczną cechą Autonomous Maintenance jest także przeprowadzanie rygorystycznych audytów pomiędzy każdą fazą. Audyty pozwalają ocenić postępy i określić obszary słabsze, na które kierownictwo powinno zwrócić uwagę.

Autonomous Maintenance

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



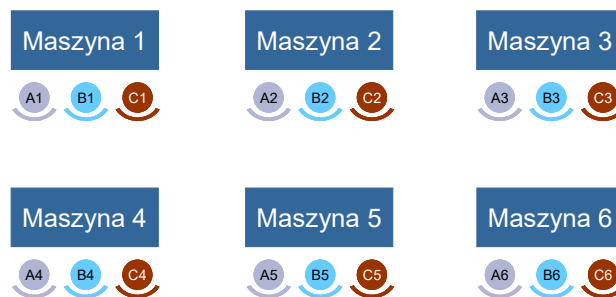
Rysunek 2. Fazy wdrażania Autonomous Maintenance.

Podział na zespoły

Skuteczne wdrożenie Autonomous Maintenance w przedsiębiorstwie opiera się o pracę stałych zespołów „opiekujących” się maszynami. Zespołom przekazywana jest wiedza oraz uprawnienia, które z czasem tworzą autonomicznie działający system utrzymujący park maszynowy w doskonałej kondycji.

W skład zespołów opiekujących się maszynami w ramach Autonomous Maintenance wchodzi operatorzy a często także pracownicy utrzymania ruchu. Przydzielenie obszarowej odpowiedzialności pomaga w zarządzaniu programem i pozwala na egzekwowanie obowiązków. W związku z tym często pojawia się pytanie jaki jest optymalny sposób takiego podziału.

Na Rysunku 3 pokazany jest przykładowy schemat hali fabrycznej, w której znajduje się 6 maszyn. Produkcja odbywa się na 3 zmianach: A, B i C. Dla uproszczenia założmy, że jeden operator z każdej zmiany pracuje przy jednej maszynie, np. przy Maszynie 1 na pierwszej zmianie pracuje operator A1, na drugiej zmianie operator B1 a na trzeciej operator C1, itd.

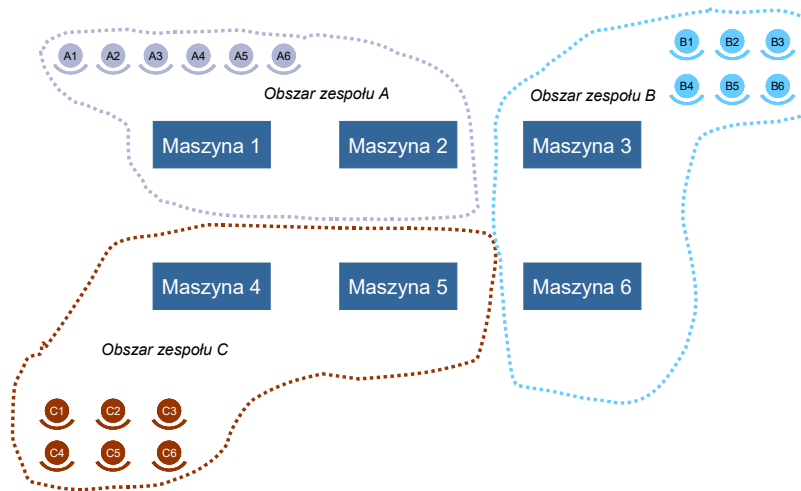


Rysunek 3. Layout hali fabrycznej, podział operatorów na zmiany A, B i C.

Autonomous Maintenance

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

Na pierwszy rzut oka można stwierdzić, że optymalnym rozwiązaniem będzie stworzenie z każdej zmiany zespołu odpowiedzialnego w ramach Autonomous Maintenance za cały obszar hali na swojej zmianie. Takie podejście, najprostsze organizacyjnie, może jednak powodować problemy wynikające z braku komunikacji pomiędzy zespołami oraz z nałożenia na siebie odpowiedzialności.



Rysunek 4. Rekomendowany podział na zespoły Autonomous Maintenance

Korzystniejszym rozwiązaniem jest przydzielenie do każdego zespołu osobnych maszyn, odpowiedzialności wobec których nie będą dzielone z innymi zespołami. Dla przykładu, na Rysunku 5 zespół A składający się ze wszystkich operatorów ze zmiany pierwszej odpowiada za wdrożenie Autonomous Maintenance na Maszynie 1 i Maszynie 2. Początkowo taki podział może budzić obawy związane z brakiem znajomości maszyn przez np. Operatora A6, ponieważ ten w czasie zmiany pracuje tylko przy Maszynie 6. Jednakże w ten sposób uzyskuje się pożądaną wielofunkcyjność w każdym zespole.

Podobnie nie sprawdzają się obawy, że Operator A6 nie będzie starał się utrzymać porządku przy Maszynie 6, ponieważ nie należy ona do niego obszarowo. Mimo, że początkowo niektórzy operatorzy mogą tak myśleć, po pewnym czasie działania w zespołach zaczyna kształtować się świadomość, że wszyscy pracują w jednym celu.

Fazy wdrażania Autonomous Maintenance

Faza 1 – Początkowe Czyszczenie Maszyn

Celem Fazy 1 jest gruntowne wyczyszczenie maszyn wewnątrz jak i na zewnątrz. Powinny one zostać rozmontowane do takiego stopnia aby umożliwić dotarcie do wszystkich elementów. W trakcie czyszczenia operatorzy dokładnie poznają maszynę i przy okazji odkrywają i usuwają z pomocą działu utrzymania ruchu niewidoczne na pierwszy rzut oka usterki (aby ułatwić usunięcie wszystkich znalezionych w trakcie czyszczenia usterek do ich oznakowania stosuje się często tzw. „Żółte Kartki”, służące jako narzędzie komunikacji z działem utrzymania ruchu).

Autonomous Maintenance

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

Znaczenie „ukrytych usterek” dla ogólnej kondycji maszyn zilustrować można przy pomocy schematu góry lodowej (Rysunek 5). Tylko 1/8 masy góry wystaje ponad powierzchnię wody, pozostałych 7/8 jest ukrytych przed wzrokiem obserwatora. Duże problemy tj. awarie na szczycie góry lodowej są widoczne dla każdego w fabryce. Średnie problemy (poluzowane zamocowanie, źle funkcjonująca fotokomórka, nieszczelny dozownik, etc.) są widoczne dla osób pracujących przy maszynie, ale ponieważ najczęściej nie powodują długich przestoju, na ogół nie ma zdefiniowanego procesu usunięcia ich źródła.



Rysunek 5. Odkrycie i usunięcie ukrytych usterek w Fazie 1 zapobiega przekształceniu się ich w średnie usterki a później w awarie

Natomiast Małe Problemy są to nie dające w chwili obecnej żadnego efektu ukryte usterki: pęknięte szkło wskaźnika, lekko przetarta izolacja kabla, poluzowana śruba mocująca, itp. Jednak nie odkryte Małe Problemy powoli przekształcają się w Średnie Problemy, i wreszcie gdy nadal nikt się nimi nie zajmie powodują awarie.

Inspekcja maszyny, będąca wynikiem gruntownego czyszczenia, umożliwia usunięcie Małych Problemów a w rezultacie - przywrócenie jej do stanu pierwotnego.

Audyty Autonomous Maintenance

Jak już wspomniano wcześniej, charakterystyczne dla Autonomous Maintenance jest przeprowadzanie audytów pomiędzy każdą fazą. Specyfiką audytów jest ocenianie nie tylko rezultatów pracy zespołów, ale również procesu wypracowywania usprawnień. Dla przykładu na Rysunku 6 pokazany jest fragment formularza audytu Fazy 1. Pytania dotyczą zrozumienia celów fazy, infrastruktury wspierającej zespół, funkcjonowania systemu Żółtych Kartek, itp.

Audyty przeprowadzane są w kilku etapach. W etapie pierwszym zespół dokonuje samooceny, jeśli osiągnie ona minimum 95%, audyt przeprowadzany jest przez przełożonych. Wynik oceny drugiego etapu wynoszący minimum 85% kwalifikuje zespół do kolejnej fazy Autonomous Maintenance. W ramach wyróżnienia osiągnięć zespołu na maszynie przyklejany bywa znak oznaczający zaliczenie fazy, a zespół świętuje sukces np. przy wspólnej kolacji.

Autonomous Maintenance

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

W niektórych firmach zakwalifikowanie zespołu do kolejnej fazy odbywa się podczas 3 etapu audytu, w której uczestniczy Top Management, demonstrujący w ten sposób swoje poparcie dla programu.

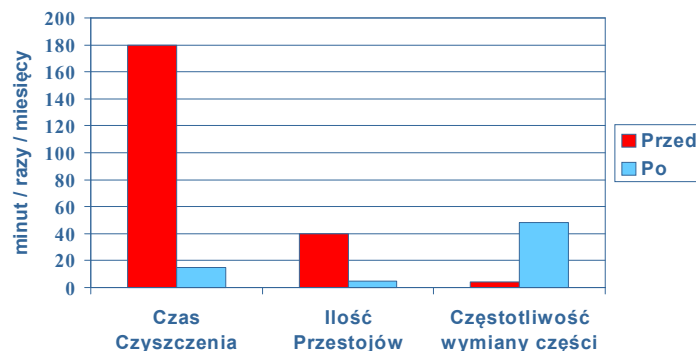
No.	Punkt	Ocena (1-3)
1	Czy tablice TPM są właściwie wykorzystane dla pokazania działań i osiągnięć?	
2	Czy Plan Akcji jest wywieszony i uaktualniony?	
3	Czy usterki maszyn są odpowiednio oznakowane Żółtymi Kartkami?	
4	Czy istnieje system na przekazywanie Żółtych Kartek do działu Utrzymania Ruchu?	
5	Czy źródła zanieczyszczeń, miejsca trudno dostępne, są wyszczególnione i udokumentowane?	
6	Czy częstotliwość i długość spotkań TPM jest adekwatna?	
7	Czy istnieje miejsce na spotkania zespołu?	
8	Czy jest ono odpowiednio wyposażone?	
9	Czy czas na realizację pomysłów jest wystarczający?	

Rysunek 6. Formularz Audytu 1 fazy Autonomous Maintenance ²

Faza 2 – Usuwanie Źródeł Zanieczyszczeń i Miejsc Trudnodostępnych

Podczas Fazy 1, operatorzy używali swoich rąk i zmysłów aby przeprowadzić początkowe czyszczenie i wykryć nieprawidłowości. W czasie Fazy 2 używają swoich mózgów, aby wprowadzić usprawnienia. Celem tej fazy jest wykrycie i usunięcie lub zredukowanie źródeł zanieczyszczeń i miejsc trudnodostępnych, które utrudniają szybkie wyczyszczenie maszyny i dostęp do krytycznych obszarów. Efektem będzie skrócenie czasu na czyszczenie, smarowanie i dokręcanie luzów. Jak pokazuje Rysunek 7, rezultatem wprowadzenia Fazy 2 bywa nie tylko znacząca redukcja czasu czyszczenia, ale także wyeliminowanie przestojów maszyn oraz wydłużenie okresu eksploatacji części.

W tej fazie osiągnięte zostaną również sukcesy niewymierne: lepsze zrozumienie filozofii TPM, rozwiązanie małych problemów oraz doznanie pierwszych sukcesów z wprowadzonych usprawnień.



Rysunek 7. Korzyści z usunięcia źródeł zanieczyszczeń w fazie 2 ³

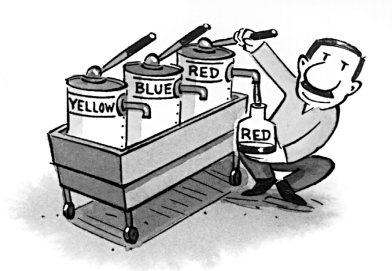
Autonomous Maintenance

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

Faza 3 – Standardy Czyszczenia, Smarowania i Dokręcania Luzów

Celem fazy 3 jest wprowadzenie wizualnych standardów czyszczenia, smarowania i dokręcania luzów. Powoduje to ułatwienie inspekcji powyższych czynności poprzez natychmiastową informację zwrotną o obecnym stanie rzeczy.

Przykładem (Rysunek 8) może być kodowanie kolorami rodzajów smarów i olejów. Każdy rodzaj smaru jest opisany na tablicy osobnym kolorem, tym samym kolorem są oznakowane kanistry jak i również konewki do olejenia. Na maszynie również wlot, przez który jest wlewany olej jest oznaczony tym samym kolorem. Ponadto widoczna jest informacja o częstotliwości olejenia oraz dokładnej ilości. W ten sposób nawet osoba nieposiadająca wiedzy technicznej jest w stanie w odpowiednim czasie prawidłowo uzupełnić olej.



Rysunek 8. Wizualna kontrola standardów olejenia ⁴

Faza 4 – Ogólny Przegląd Maszyny

W fazie 4 operatorzy poznają sposób wykonywania inspekcji podstawowych mechanizmów maszyny. Przekazanie wiedzy wymaga stworzenia podręczników i instrukcji, na podstawie których pracownicy utrzymania ruchu będą szkolić operatorów (niejednokrotnie wymaga to pogłębienia wiedzy przez nich samych). Przeprowadzenie szkoleń metodą kaskadową pozwala zaoszczędzić czas: pracownicy utrzymania ruchu przekazują wiedzę liderom zespołów, którzy z kolei szkolą członków swoich zespołów. Często z fazą tą kojarzone są także „checklisty” zawierające mnóstwo pozycji, które rzadko ktokolwiek sprawdza. Aby tak się nie stało, należy upewnić się, że standardy tworzone są z udziałem osób zainteresowanych, tj. odpowiedzialnych za ich wypełnianie.

Rezultatem fazy 4 będzie ustanowienie wstępnego harmonogramu przeglądu maszyny oraz czasów potrzebnych do jego wykonania. W ten sposób uzyska się również doprowadzenie elementów maszyny do stanu idealnego, ponieważ będą one odpowiednio często sprawdzane. Niejednokrotnie w tej fazie odkrywa się nowe miejsca trudnodostępne i modyfikuje się je aby ułatwić inspekcję.

Jednopunktowe Lekcje

Użytecznym narzędziem, pomagającym we wdrożeniu Autonomous Maintenance jest tzw. Jednopunktowa Lekcja (ang. One Point Lesson). Umożliwia ona specjalistom przekazanie wiedzy o maszynie operatorom i zwrócenie uwagi na punkty krytyczne. Jednopunktowe lekcje dotyczą, jak nazwa wskazuje, tylko jednego specyficznego tematu – punktu, nauka którego jest zwykle możliwa w ciągu kilku minut.

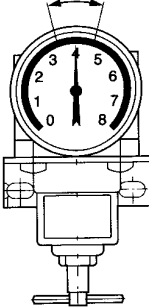
Autonomous Maintenance

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

Spotykane są trzy rodzaje Jednopunktowych lekcji, różniące się celem⁵:

- Lekcje podstawowe - opisują to, co operatorzy powinni wiedzieć o swoich maszynach dla ich codziennej pracy lub uczestniczenia w działaniach Autonomous Maintenance.
- Problem Case Studies – studia przypadków opisujące defekty, na podstawie aktualnego przykładu usterki, oraz to, jak codzienna obsługa maszyny powinna zapobiegać ich występowaniu.
- Improvement Case Studies – studia przypadków, które opisują usprawnienia wdrożone przez zespoły oraz ich rezultaty, aby rozprzestrzenić je w innych obszarach fabryki.

Jednopunktowe Lekcje powinny być napisane w sposób zrozumiały dla wszystkich a rolą lidera i kierownictwa jest upewnienie się, że są one stosowane w praktyce.

Jednopunktowa Lekcja				
Temat		Lekcja nr		
Maszyna		Data		
Wydział		Opracował		
Prawidłowe Ciśnienie Oleju wynosi od 3.4 do 4.6 				
Szkolenia	Data			
	Instruktor			
	Uczeń			

Rysunek 9. Jednopunktowa Lekcja ilustrująca prawidłowe ciśnienie oleju⁶

Faza 5 – Samoinspekcja

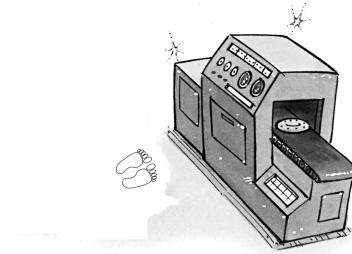
Faza 5 łączy standardy czyszczenia i smarowania opracowane w Fazie 3 oraz standardy inspekcji maszyny opracowane w Fazie 4 w jeden ogólny standard inspekcji sprzętu. Operatorzy będą teraz zdolni nie tylko utrzymać maszynę w dobrym stanie, ale także samodzielnie sprawdzić działanie jej podstawowych mechanizmów. Operatorzy kontynuują zdobywanie wiedzy na temat maszyny dotyczące np. jej regulacji oraz nabywają nowe umiejętności związane np. jej przeobrażaniem.

Celem samoinspekcji jest wykonanie jej w jak najkrótszym czasie. Idealnie maszyna powinna być tak skonfigurowana aby z jednego miejsca można było ocenić wszystkie wskaźniki. Miejsce to powinno

Autonomous Maintenance

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

zostać oznaczone (np. obwodem stóp na podłodze jak na Rysunku 10). Znajdujący się w nim operator, podobnie jak kierowca na desce rozdzielczej samochodu, jednym rzutem oka jest w stanie wykonać inspekcję głównych parametrów maszyny.



Rysunek 10. Oznakowanie miejsca inspekcji sprzętu ⁷

Faza 6 – Zapewnienie Jakości

W Fazie 6 dotychczasowe działania rozszerzone zostają o czynności zapewniające jakość produkowanych wyrobów (jak np. konstrukcja i montaż urządzeń Poka-Yoke, uniemożliwiających popełnienie błędu lub przechwytyjących wady zanim przedostaną się one do następnego etapu procesu). Jeszcze do niedawna za doskonałość uznawano jakość na poziomie 99.9%. Dzisiaj doskonałością jest poziom Six Sigma, czyli tylko 3.4 wady na milion możliwości popełnienia błędu (lub 99.99966%). Rolą kierownictwa w tej fazie jest doskonalenie standardów i weryfikacja ich stosowania. Brak wad osiąga się tylko poprzez wykonywanie za każdym razem standardowej pracy.

Faza 7 – Ciągłe Doskonalenie

Faza 7 jest etapem ciągłego doskonalenia systemów, które zostały opracowane w fazach poprzednich. Operatorzy nadal nabywają nowe umiejętności i pracując w zespołach używają danych do analizy problemów, wykrywania przyczyn źródłowych i usprawniania procesów.

Zaawansowane działania Autonomous Maintenance wymagają od operatorów zarówno wiedzy „twardej” związanej z parkiem maszynowym i jego funkcjonowaniem jak i umiejętności „miękkich” – pracy zespołowej, efektywnej komunikacji, umiejętności rozwiązywania konfliktów, itp. Dlatego też proces wdrażania tego elementu TPM jest długotrwały – szacuje się, że każda z pierwszych 4 Faz będzie trwała około 6 miesięcy a kolejne etapy zajmować mogą odpowiednio więcej czasu.

Aby odnieść sukces w Autonomous Maintenance należy spełnić cztery podstawowe warunki:

1. Utrzymanie ruchu musi podzielić się wiedzą z operatorami. (Początkowo może wiązać się to z niechęcią chociażby ze względu na podejrzenia dotyczące utrzymania etatów w dziale utrzymania ruchu wobec przekazywania obowiązków „na produkcję”).
2. Przedsiębiorstwo musi przeznaczyć czas na szkolenia, aby umożliwić pracownikom nabycie nowych umiejętności. Szkolenia, czy kaskadowe czy przez firmy zewnętrzne są podstawą nabywania wiedzy. Nie można od pracowników wymagać wykonywania nowych działań bez formalnego przekazania im nowych umiejętności.

Autonomous Maintenance

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

3. Musi zostać stworzony system nagradzania za pomysły oraz kreatywność. Wysiłki należy nagradzać (najlepiej inaczej niż pieniędzmi) a osiągnięcia wyróżniać.
4. Kierownictwo musi podzielić się „władzą” i obniżyć poziom decyzyjności aby operatorzy mogli się poczuć współwłaścicielami stanowiska pracy. Tylko wtedy zostanie osiągnięty prawdziwy cel „Autonomicznego Zarządzania”

Podsumowanie

Autonomous Maintenance jest krytycznym elementem TPM, który buduje wartość firmy bazując na zaangażowaniu wszystkich jej pracowników w rozwiązywanie problemów. Dzięki zaangażowaniu operatorów w działania związane z utrzymaniem parku maszynowego osiąga się jego większą niezawodność. Rezultaty Autonomous Maintenance to także: redukcja kosztów napraw, właściwe warunki operacji sprzętu, efektywniejsze wykorzystanie maszyn – rzadsza wymiana części, szybsza reakcja na problemy, a także poprawa atmosfery – zakopanie topora wojennego pomiędzy produkcją a utrzymaniem ruchu i umożliwienie tym drugim zajęcie się bardziej wyspecjalizowanymi zadaniami związanymi na przykład z Predictive Maintenance – czyli użyciem technologii do wykrywania problemów. Oprócz wymiernych zysków, korzyściami dla firmy będzie również wzrost zaangażowania pracowników, nabywanie przez nich nowych umiejętności i wyzwianie potencjału twórczego. Udział w programie Autonomous Maintenance stworzy dla wielu osób po raz pierwszy okazję do aktywnego uczestnictwa w działaniu firmy oraz poczucie własności stanowiska pracy.

Mimo, że efekty Autonomous Maintenance w postaci czystości hali fabrycznej i maszyn, dużej ilości wizualizacji, różnych rodzajów checklist, tablic, istnienia zespołów itp., powodują wrażenie zastosowania narzędzi, które można przenieść na każdy grunt, w rzeczywistości są one rezultatem stosowania nie systemów, ale ewolucji sposobu podejścia do pracownika. Tylko zmiana w filozofii zarządzania dająca każdemu pracownikowi możliwość wpłynięcia na sposób wykonywania własnej pracy może doprowadzić do długotrwałych efektów w postaci wzrostu wartości firmy.

¹ TPM in Process Industries, Tokutaro Suzuki, Productivity 1994

² Autonomous Maintenance in Seven Steps, M. Tajiri, F Gotoh, Productivity Press 1999

³ jak wyżej

⁴ Przedrukowano za pozwoleniem, Dana Corporation, USA

⁵ TPM for Workshop Leader, Kunio Shirose, Productivity Press 1992

⁶ Autonomous Maintenance in Seven Steps, M. Tajiri, F Gotoh, Productivity Press 1999

⁷ Przedrukowano za pozwoleniem, Dana Corporation, USA