

WDRAŻANIE WYBRANYCH NARZĘDZI KONCEPCJI LEAN MANUFACTURING W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM

Joanna FURMAN

Streszczenie: W artykule przedstawiono istotę Total Productive Maintenance (TPM) jako kompleksowego podejścia do utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie. To jedno z narzędzi koncepcji Lean Manufacturing doskonalące procesy wytwórcze, skupiające się na utrzymaniu środków produkcji w najwyższej sprawności produkcyjnej. Na przykładzie przedsiębiorstwa branży motoryzacyjnej przedstawiono proces wdrażania TPM wraz z analizą efektywności wdrożenia programu na podstawie współczynnika OEE.

Słowa kluczowe: Lean Manufacturing, doskonalenie procesów, Total Productive Maintenance, współczynnik OEE.

Wprowadzenie

Zarządzanie produkcją zgodnie z koncepcją Lean Manufacturing daje możliwość, aby produkować coraz więcej, wykorzystując coraz mniej – mniej ludzkiego wysiłku, urządzeń, czasu i miejsca - przy jednoczesnym zbliżaniu się do osiągnięcia celu jakim jest dostarczenie klientom dokładnie tego czego chcą [1]. Proces ograniczania zużycia zasobów jest trudny do zrealizowania, jednakże koncepcja Lean Manufacturing niesie ze sobą wiele przydatnych narzędzi, które pozwalają na skuteczne i efektywne wdrożenie modelu „szczupłego” zarządzania w przedsiębiorstwie, a także na podejmowanie dalszych czynności doskonalących w każdym jego obszarze. Podstawowymi narzędziami służącymi do doskonalenia procesów zgodnie z koncepcją Lean Manufacturing są m.in.: mapowanie strumienia wartości, metoda 5S (związana z organizacją miejsca pracy), kaizen (metoda ciągłego doskonalenia), SMED (Single Minute Exchange of Die – związana ze skróceniem czasu przezbrojenia maszyny) oraz TPM (Total Productive Maintenance).

1. Istota TPM

Współczesne przedsiębiorstwa funkcjonują w ciągle zmieniającym się otoczeniu. Ich wyroby poddawane są wielu próbom na niezawodność, funkcjonalność, koszty i bezpieczeństwo. Utrzymanie pozycji na rynku uzależnione jest od spełnienia szeregu wymagań w całym zakresie procesu produkcyjnego, co przekłada się na takie cechy wyrobu jak cena czy jakość. Istotnym elementem tego procesu jest system techniczny polegający na utrzymaniu mocy produkcyjnych przedsiębiorstwa na stałym i wysokim poziomie. Tylko organizacja skoncentrowana na ciągłym doskonaleniu, rozwoju umiejętności przedsiębiorstwa i pracowników jest w stanie sprostać tym wymaganiom. Elementem ciągłego doskonalenia procesu zarządzania utrzymaniem i eksploatacją środków produkcji jest system oparty na koncepcji TPM, czyli kompleksowego podejścia do utrzymania maszyn i urządzeń w najwyższej sprawności produkcyjnej.

Koszty związane z obsługą maszyn i urządzeń mogą stanowić od 15% do 40% całkowitych kosztów produkcji. Aż 75% tych kosztów jest związanych z działalnością

konserwacyjno-remontową lub sposobem użytkowania. Największy wpływ na te koszty mają decyzje podejmowane podczas fazy wstępnego planowania i projektowania urządzeń oraz systemów ich utrzymywania. Zwraca to uwagę na potrzebę zajęcia się poszukiwaniem efektywności ekonomicznej i opłacalności wykorzystywania sprzętu, która leży u podstaw decyzji o wdrożeniu TPM [2].

Historia TPM wiąże się nierozłącznie z Japonią, lecz pierwsze systemowe działania usprawniające funkcjonowanie parku maszynowego zostały zastosowane w USA na początku XX wieku. Ponieważ maszyny stawały się coraz bardziej skomplikowane, Amerykanie wydzieliли odrębny dział w przedsiębiorstwie, odpowiedzialny za usuwanie awarii oraz wykonywanie konserwacji i prewencji. Po II wojnie światowej metodyka ta została przekazana Japonii w ramach pomocy w odbudowie zniszczonego przemysłu. Japończycy udoskonalili koncepcję istnienia odrębnego działu utrzymania ruchu: „jeden produkuje, drugi naprawia” i włączyli wszystkich pracowników w opiekę nad maszynami. Nazwa TPM została zdefiniowana i użyta po raz pierwszy przez Japan Institute of Plant Engineers w 1971 roku [3].

TPM oznacza ciągły proces obsługi maszyn i urządzeń realizowany wewnątrz całego przedsiębiorstwa przez wszystkich operatorów i pracowników utrzymania ruchu. Dzięki jego wdrożeniu każda maszyna w procesie produkcyjnym jest zdolna do wykonania zadań, gdyż nie występują zakłócenia produkcji [4]. TPM dąży do realizacji następujących celów [5]:

- maksymalizacji efektywności wyposażenia (doskonalenie całkowitej efektywności),
- rozwoju systemu utrzymania ruchu (obsługi konserwacyjnej) w celu przedłużenia żywotności wyposażenia,
- zaangażowania wszystkich działów w planowanie, projektowanie i obsługę konserwacyjną wszystkich urządzeń,
- aktywizacji zaangażowania pracowników w obsługę konserwacyjną wykorzystywanych urządzeń,
- promowania TPM poprzez czynności realizowane przez małe grupy zadaniowe.

Celem nadrzędnym TPM jest osiągnięcie poziomu trzech zer: zero awarii, zero braków, zero wypadków przy pracy.

System TPM jest pomocny w tworzeniu nowej kultury przedsiębiorstwa. Dzięki poprawie niezawodności maszyn i otoczenia zmienia się miejsce pracy operatora maszyny i w konsekwencji również jego zachowanie, wartości oraz kultura pracy. Pracownicy, dzięki zastosowaniu ustrukturyzowanego systemu, jakim jest TPM, trwale polepszają znaczące obszary organizacji, a produktywność przedsiębiorstwa ulega wyraźnej poprawie. Wzorując się na idealnym rozwiązaniu, czyli „zero zakłóceń i błędów” pracownicy nabywają m.in. umiejętności rozpoznawania i eliminowania strat. W efekcie świadome stosowanie TPM pomaga uniknąć 16 typowych rodzajów strat w procesach wytwórczych (tabela 1) [2].

Tabela 1. 16 rodzajów strat według TPM [3]

16 rodzajów strat		
8 strat dostępności:	5 strat skuteczności:	3 straty produkcji:
awarie	straty zarządzania	straty energii
regulacje i ustawienia	ruch	straty oprzyrządowania
przebrojenia	organizacja linii	straty wydajności
uruchomienia	logistyka	
drobne przestoje	pomiary i regulacje	
straty szybkości		
braki i poprawki		
wyłączenia		

2. Główne filary TPM

Teoria TPM zbudowana jest na siedmiu filarach. *Filar 1 - autonomiczne utrzymanie ruchu* opiera się na znajomości maszyn przez operatorów, którzy pracując na urządzeniach poznają je dogłębnie, co pozwala na wczesne wykrycie nieprawidłowości (hałas, stukanie, skrzypienie to pierwsze sygnały wskazujące na zbliżającą się awarię). Etapy autonomicznego utrzymania ruchu obejmują siedem etapów [7]:

- czyszczenie początkowe (prowadzenie czyszczenia połączone ze specyfikacją anomalii),
- eliminacja przyczyn zapisanych problemów (wszystko co możliwe przez samych operatorów),
- standardy czyszczenia i smarowania (zapis rutynowych działań na maszynie z podziałem na prace specjalistów i pracowników produkcji),
- przegląd ogólny (szkolenie pracowników produkcji z działań standardowych przejmowanych przez specjalistów),
- przegląd samodzielny (praktyczna realizacja czynności standardów, wdrażanie zarządzania wzrokowego),
- zarządzanie obszarem (doskonalenie zasad prewencji, poprawa stanu urządzeń),
- samodzielne utrzymanie (pełna standaryzacja działań, wykonywanie drobnych napraw).

Wykonywane zadania wynikające z autonomicznego utrzymania sprawiają, że operatorzy jako pierwszy mogą wychwycić najwcześniej nieprawidłowości. Do podstawowych celów autonomicznego utrzymania można zaliczyć:

- zidentyfikowanie i wyeliminowanie przyczyn zmienności wydajności,
- ciągłe dążenie do poprawy wydajności,
- zwiększenie udziału operatorów w utrzymaniu ruchu maszyn, na których pracują,
- zwiększenie odpowiedzialności operatorów za stan techniczny maszyn, na których pracują,
- zbliżenie operatora do jego maszyny,
- zintegrowanie działów produkcji i utrzymania ruchu,
- poprawienie jakości stanowiska pracy,
- zwiększenie umiejętności operatorów.

Filar 2 - doskonalenie kaizen - zakłada wzrost efektywności za pomocą niewielkich udoskonaleń procesu i organizacji miejsca pracy. Doskonalenie standardów oznacza, że są one nieustannie podwyższane. Ciągłe usprawnienia są możliwe tylko wtedy, gdy

pracownicy pracują nad coraz wyższymi standardami. Punktem wyjścia do udoskonalenia jest rozpoznanie potrzeby, która wypływa z rozpoznania problemu. Jeśli nie wiadomo nic o problemie, nie wiadomo także o potrzebie udoskonalania[8]. Dlatego też kaizen kładzie duży nacisk na poszukiwanie źródeł problemów korzystając z narzędzi TPM, takich jak np. cykl PDCA, 5Why, FMEA, wykres Ishikawy, diagram Pareto-Lorenza.

Filar 3 - planowane utrzymanie maszyn - to zadania wynikające z zapobiegawczych, planowanych działań utrzymania ruchu w celu uniknięcia awaryjnych przestojów maszyn. Zakres tych działań to:

- analiza usterek oraz środków zapobiegawczych,
- zarządzanie smarowaniem,
- zarządzanie prewencyjną wymianą zużytych podzespołów,
- zarządzanie właściwą regulacją,
- zarządzanie częściami zamiennymi i kosztami utrzymania,
- skrócenie czasu naprawy.

Filar 4 - utrzymanie dla jakości - polega na poprawie jakości produkowanych wyrobów poprzez zastosowanie odpowiednich narzędzi jakości oraz przeprowadzenie analiz technicznych związanych z pracą poszczególnych komponentów maszyny odpowiedzialnych za powstawanie potencjalnych błędów mających wpływ na produkt finalny.

Filar 5 - TPM w biurach – oznacza, że TPM to nie tylko maszyny i hala produkcyjna. Działania praktyczne powinny być wspierane analizami awaryjności maszyn, dostępności maszyn i skuteczności przeglądów. Szczegółowe analizy pokazują czy zadania zostały dobrze dobrane do parku maszynowego i w razie konieczności można je modyfikować, zmieniać częstotliwość i dodawać nowe.

Filar 6 - bezpieczeństwo i środowisko - zadania TPM muszą być wykonywane w taki sposób, aby eliminowały zagrożenia dla pracowników oraz środowiska naturalnego, stosując przy tym zasadę ograniczania zużycia materiałów i energii.

Filar 7 - szkolenia oznaczają ciągły rozwój i naukę w dwóch płaszczyznach. Pierwsza to podnoszenie poziomu technicznego personelu i doskonalenie w technikach rozwiązywania problemów. Druga to doskonalenie w technikach pracy zespołowej i umiejętności komunikacji. Szkolenia powinny być skierowane do wszystkich oraz mieć charakter ciągły.

Fundamentem całego systemu TPM jest metoda 5S związana z organizacją stanowiska pracy, ponieważ na źle zorganizowanym, nieuporządkowanym stanowisku trudno dostrzec defekt maszyny. Bez wdrożonego w przedsiębiorstwie stabilnego 5S elementy TPM nie będą miały solidnej podstawy i nie osiągną zamierzonych efektów [4].

3. Etapy wdrażania TPM

Wdrażanie TPM można podzielić na trzy główne fazy. Faza pierwsza koncentruje się na zbudowaniu struktur programu umożliwiających pracę nad zmianą sposobu myślenia pracowników (edukacja całego personelu - zaczynając od zarządu, a kończąc na pracownikach liniowych). Faza druga skupia się na stworzeniu systemu opierającego wszystkie działania na pracy w zespołach oraz na rozpoczęciu działań zmierzających do wprowadzenia metody 5S (czyli uporządkowania istniejącego stanu poprzez usunięcie rzeczy niepotrzebnych, gruntownego sprzątnięcia firmy i wizualizacji zarządzania). W fazie trzeciej zostają wdrożone narzędzia przynoszące zyski (tj. filary TPM). Wdrożenie pierwszych dwóch etapów przebiega podobnie dla każdego rodzaju przedsiębiorstwa, bez

względu na branżę czy wielkość. Natomiast narzędzia fazy trzeciej powinny zostać dostosowane odpowiednio do charakterystyki produkcji.

W fazie pierwszej typowe wdrażanie TPM rozpoczyna się od ogłoszenia zamiaru wdrożenia nowego systemu przez kierownictwo na spotkaniu z całą załogą. Celem jest przekazanie wstępnych informacji na temat programu, podkreślenie znaczenia TPM dla dalszego rozwoju firmy oraz przekonanie do konieczności wprowadzenia zmian, które dotkną każdego pracownika. Następnym krokiem jest rozpoznanie obecnych warunków w firmie – ustanowienie punktu wyjścia, do którego będzie można się porównywać w trakcie wdrażania (pomiary wydajności maszyn, liczby awarii, poziomu jakości, długości przebrojeń, a także ocena zaangażowania załogi i jej morale). W kroku kolejnym wprowadza się szkolenia informacyjne, głównie dla kierownictwa wyższego i średniego szczebla, od którego zaangażowania zależy powodzenie programu. Szkolenia powinny przekazać istotę TPM, a także zmotywować do aktywnego włączenia się w przeprowadzenie zmian. Etap następny ma na celu utworzenie struktur TPM (najczęściej jest to komitet sterujący składający się z członków zarządu oraz komórka TPM, w skład której wchodzi wewnątrzni trenerzy, a także pracownicy utrzymania ruchu). W większych firmach struktura ta jest często rozbudowana o lidera projektu odpowiedzialnego za wdrożenie programu w zakładzie oraz o podkomitety tematyczne, takie jak 5S czy kaizen, których zadaniem jest ustalanie szczegółów logistycznych i opieka nad tymi modułami.

Faza druga wiąże się już z konkretnymi działaniami na linii produkcyjnej. Pierwszym krokiem jest wybranie obszaru pilotażowego, w którym zostaną utworzone pierwsze zespoły i rozpoczęty program 5S. Zespoły wspólnie z ich przełożonymi przechodzą przez pierwsze szkolenia i rozpoczynają wdrażanie 5S w swoich obszarach. Jeżeli pracownicy zostali odpowiednio zmotywowani do działania, można oczekiwać pierwszych widocznych rezultatów już po kilku miesiącach wdrażania. Kiedy można już zobaczyć efekty w obszarze pilotażowym i zakład jest gotowy do rozszerzenia działań na dalsze obszary, należy przeprowadzić oficjalne otwarcie programu. Ma to na celu podkreślenie znaczenia TPM oraz uzmysłowienie, że stanowi on priorytet strategiczny firmy na okres najbliższych kilku lat.

W fazie trzeciej typowa sekwencja kroków polega na wybraniu kilku maszyn pilotażowych z obszaru, w którym funkcjonuje 5S i przeprowadzenia kolejnych szkoleń dla zespołów opiekującymi się tymi maszynami. W pierwszym kroku przeprowadza się działania usuwające problemy powodujące starty na maszynach, następnie rozpoczyna się 7-etapowy program autonomicznego utrzymania ruchu poprzez przeprowadzenie nowych szkoleń, nakierowanie zespołów na cele każdej fazy i przeprowadzanie regularnych audytów maszyn. Po nabyciu doświadczeń na maszynach pilotażowych rozpoczyna się powielanie tej samej sekwencji kroków w innych obszarach zakładu. Dobór pozostałych narzędzi i kolejność ich wdrażania jest uzależniona od priorytetów przedsiębiorstwa[9].

W zależności od punktu startowego, oczekiwanie na rezultaty z wdrożenia może trwać rok lub dłużej. Mimo że na początku wdrażanie TPM wiąże się z inwestycjami związanymi z edukacją pracowników, przeznaczeniem czasu na pracę w zespołach itp., wymierne efekty po kilku latach zawsze przewyższą poniesione początkowe koszty. Efektem wdrożenia programu jest m.in.: wzrost wydajności pracy, redukcja występowania awarii, zmniejszenie liczby wypadków i liczby odpadów. Oprócz wymiernych zysków, korzyści dla firmy to również wzrost zaangażowania pracowników, nabywanie przez nich nowych umiejętności i wyzwalanie potencjału twórczego [3].

4. Ocena efektywności wyposażenia - współczynnik OEE

Do oceny istniejącego stanu parku maszynowego wykorzystuje się współczynnik całkowitej efektywności wyposażenia OEE (Overall Equipment Effectiveness). To kluczowy miernik w TPM i najczęściej stosowany współczynnik w ocenie sprawności i wydajności produkcji w zakładach przemysłowych. Menedżerowie przedsiębiorstw korzystają z niego przy ilościowej ocenie wydajności funkcjonowania maszyn, linii produkcyjnych, a nawet poszczególnych oddziałów zakładowych. OEE zawiera w sobie trzy składowe:

- dostępność – definiowana jako stosunek czasu dostępnego do czasu całkowitego, przy czym czas dostępny to czas całkowity (np. zmiana 8-godzinna) pomniejszony o straty dostępności (przebrojenia, awarie, naprawy, regulacje, czyszczenie);
- efektywność – definiowana jako stosunek czasu produktywnego do czasu dostępnego, przy czym czas produktywny to czas dostępny pomniejszony o straty efektywności (mikro zatrzymania, starty rozruchu);
- jakość – definiowana jako stosunek czasu efektywnego do czasu produktywnego, przy czym czas efektywny to czas produktywny pomniejszony o straty jakości (braki, defekty, przeróbki).

Współczynnik OEE oblicza się według wzoru:

$$\text{OEE} = (\text{Dostępność} \times \text{Efektywność} \times \text{Jakość}) \times 100\% \quad (1)$$

Wartość wskaźnika powyżej 60% uważa się za pożądaną; firmy klasy światowej osiągają wskaźnik OEE powyżej 85%. Przedsiębiorstwo, które uzyskało niską wartość współczynnika OEE nigdy nie powinno jej sztucznie zawyżać – to jedynie informacja świadcząca o dużym potencjale tkwiącym w firmie[6,10].

5. Proces wdrażania systemu TPM w przedsiębiorstwie motoryzacyjnym

Wdrażanie TPM w analizowanym przedsiębiorstwie rozpoczęto w 2009 r. od szkolenia kadry zarządzającej w zakresie wdrażania oraz nadzorowania poprawności działania systemu. Zdobyte wiadomości w sposób kaskadowy przekazane zostały pozostałym pracownikom zakładu. Po cyklu szkoleń, których celem było uświadomienie pracowników w zakresie wyznaczonych zadań i celów, sporządzono plan wdrożenia TPM. Plan objął kilka wytypowanych maszyn na linii montażu i obróbki mechanicznej, stworzenie do nich arkuszy i wyznaczenie osób odpowiedzialnych, tzw. właścicieli maszyny. Istotnym elementem był taki dobór maszyn pilotażowych, których stan techniczny można było określić jako przeciętny. Typowa maszyna w fabryce z przeciętną liczbą awarii stanowiła odpowiednie źródło do wypracowania właściwych procedur TPM. Zasady wdrożenia oparte zostały na określonych celach oraz wyznaczonych terminach i zostały podzielone na trzy główne kroki.

Krok pierwszy to ocena maszyny. Wytypowaną maszynę lub obszar poddano gruntownemu sprzątanu. W działaniu tym brali udział pracownicy obszaru, na którym znajdowała się wytypowana maszyna oraz pracownicy utrzymania ruchu. W trakcie sprzątania zidentyfikowano wszelkie źródła zanieczyszczeń, miejsca trudne do sprzątania oraz trudne do kontroli. Wszystkie wykryte problemy zapisano w trzech arkuszach: „*Lista miejsc trudnych do skontrolowania*”, „*Lista miejsc trudnych do wyczyszczenia*” oraz „*Lista źródeł zabrudzeń i zanieczyszczeń*”. Dla wszystkich zdiagnozowanych problemów należało

określić działania zmierzające do ich usunięcia, wytypować osoby odpowiedzialne oraz wyznaczyć terminy realizacji. Usterki maszyny niezwiązane z czystością opisane zostały na „Karcie usterki”. Pasek z numerem karty zostawiano na miejscu usterki, natomiast część karty ze szczegółowym opisem usterki przekazano koordynatorowi utrzymania ruchu. Po zakończeniu czyszczenia i przeglądu maszyny miało miejsce podsumowanie działań (zapisy w „Karcie oceny maszyny”), w którym brali udział wszyscy uczestnicy działań.

Równocześnie z pierwszym krokiem wprowadzony został „Arkusze rejestracji krótkich przestojów”, w którym zbierane są dane na temat awarii i ich czasów na maszynach. Wykorzystywane są one do analizy pracy maszyny. Używając wykresu Pareto-Lorenza typuje się najistotniejsze przyczyny postoju maszyny, a za pomocą wykresu Ichikawy i analizy 5Why określa się metodę ich eliminacji.

W kroku drugim następuje usunięcie przez osoby odpowiedzialne wszystkich zidentyfikowanych źródeł zanieczyszczeń, zabrudzeń i usterek. Warunkiem przejścia do trzeciego kroku jest realizacja wszystkich określonych zadań podczas pierwszego kroku.

Krok trzeci to ustanowienie i wdrożenie standardów czyszczenia. Na podstawie doświadczeń zdobytych podczas czyszczenia maszyny sporządza się „Kartę zadań do wykonania”, która stanowi listę prac do wykonania na maszynie według przygotowanego harmonogramu zapisanego w „Karcie śledzenia czynności czyszczenia”. Oba dokumenty są ze sobą powiązane, gdyż pierwsza karta opisuje: obszar do czyszczenia, cel, środki do użycia oraz czas na wykonanie czynności TPM, a druga zawiera informację o częstotliwości wykonywania zadań. W oparciu o przygotowaną dokumentację rozpoczyna się cykliczne czyszczenie maszyny w ramach dostępnego czasu określonego w schemacie dnia pracy.

Zakończenie każdego kolejnego etapu wdrażania TPM potwierdzone jest uzyskaniem certyfikatu nadanego przez grupę odpowiedzialną za proces wdrażania systemu. Wynik pozytywny auditu certyfikującego jest automatyczną zgodą na rozpoczęcie wdrażania kolejnego kroku TPM na danym stanowisku.

Dla każdej maszyny typuje się osoby kontaktowe z obszaru, w obrębie którego znajduje się maszyna oraz osoby z działu utrzymania ruchu. Dane tych osób umieszczane są na karcie „Właściciel maszyny”, którą zawieszają się w widocznym miejscu na maszynie. Całość działań TPM zostaje umieszczona na tablicach wydziałowych jako forma wizualizacji. Tablica pełni rolę komunikacyjną z operatorami maszyn i zawiera:

- plan wdrożenia TPM,
- cele do osiągnięcia (np. wskaźnik OEE),
- wytypowane maszyny, na których wdrażany jest TPM,
- schemat obiegu dokumentacji,
- instrukcja wypełniania poszczególnych kart TPM,
- wykresy awaryjności maszyn,
- metody rozwiązywania problemów,
- listę zbiorczą właścicieli maszyny.

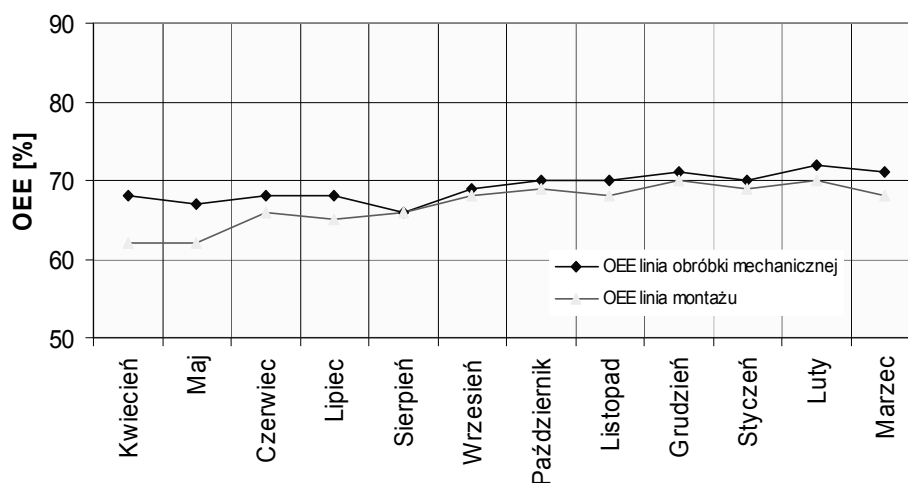
Opisany proces stanowi podstawę wdrażania TPM opartą na zasadach 5S i zmiany świadomości operatora. Przygotowanie „Karty zadań do wykonania”, wyznaczenie osób odpowiedzialnych i uzyskanie certyfikatu potwierdzającego zakończenie wdrażania danego etapu nie gwarantuje osiągnięcia pełnego sukcesu. Najważniejsza jest zmiana sposobu myślenia wszystkich pracowników.

Po zakończeniu tego procesu kolejnymi krokami były: przegląd ogólny oparty na bazie standardów, przegląd autonomiczny, standaryzacja czynności kontrolnych utrzymania ruchu, czego końcowym efektem było osiągnięcie autonomicznego utrzymania ruchu

maszyny. Proces wdrażania TPM w przedsiębiorstwie został rozłożony w czasie. Po osiągnięciu sukcesu na kilku wytypowanych maszynach rozszerzono działania TPM na pozostałe obszary produkcyjne.

6. Analiza efektywności wdrażania TPM

Proces implementacji TPM w przedsiębiorstwie rozpoczął się z początkiem roku 2009, a od kwietnia rozpoczęto zbieranie danych do obliczeń współczynnika OEE. Na podstawie zapisów obliczono wskaźnik dla linii obróbki i linii montażu (rys.1). Pod koniec roku 2009 udało się osiągnąć zamierzony cel, czyli wartość OEE na poziomie 70%, co stanowi pozytywny sygnał o efektywności wdrażanego systemu TPM. Wartość OEE na poziomie 70% według literatury jest osiągnięciem zadawalającym, jednakże stanowi ona tylko podstawę do wyznaczenia celów na przyszłość. W założeniach cel z każdym rokiem będzie podnoszony o 5%, aby dojść do poziomu klasującego zakład w światowej czołówce.



Rys.1. Wskaźnik OEE dla linii montażu i obróbki mechanicznej w okresie 04.2009-03.2010.

Uzyskane wartości wskaźnika OEE nie odzwierciedlają faktycznego stanu oceny skuteczności wprowadzonych zmian na poszczególnych maszynach, a tylko całościowy obraz efektywnego wykorzystania analizowanej linii produkcyjnej. Stanowią one jednak bazę do określenia celów na przyszłość. Pełne wykorzystanie OEE polega na prowadzeniu wskaźnika indywidualnie dla każdej maszyny produkcyjnej. Na podstawie uzyskanych rezultatów należy wyselekcjonować urządzenia o najniższych wartościach OEE i prześledzić przyczyny niskiego wykorzystania, a następnie wprowadzić udoskonalenia celem zminimalizowania występowania danej straty.

Wartość współczynnika OEE jest ściśle zależna od pracy maszyny, ale jego wartość nominalna zależy od metod obliczeniowych i procedur pozyskania danych. Istnieje wiele sposobów zbierania danych poprzez manualne spisywanie czasów (co miało miejsce w badanym przedsiębiorstwie), po elektroniczny - bazujący na czasie pracy maszyny.

Metoda ręczna wymaga od pracownika rzetelności, samodyscypliny i systematyczności przy zbieraniu i analizowaniu danych. Bardzo użytecznym rozwiązaniem jest wykorzystanie programu do zbierania informacji, który współpracując z wizualnym systemem komunikacji Andon, gromadzi potrzebne dane. Projekt wdrożenia takiego systemu jest rozważany w firmie. Rozwiązanie to polega na wykorzystaniu komunikacji sygnałów świetlnych w momencie zatrzymania procesu produkcyjnego. Głównym narzędziem tego systemu jest tablica, która za pomocą sygnałów świetlnych wskazuje miejsce powstania problemu w procesie produkcyjnym. System ten wskazuje miejsce, gdzie alarm został wygenerowany. Sygnał automatycznie zostaje zarejestrowany w komputerowej bazie awarii, gdzie do zapisanego czasu postoju obsługa maszyny dopisuje przyczynę przestoju.

7. Wnioski

System TPM w analizowanym przedsiębiorstwie wdrożony został do już istniejącej strategii eksploatacyjnej, w związku z tym wymierny efekt w postaci znaczącej poprawy wskaźników wykorzystania wyposażenia widoczny był w późniejszym czasie. Wynikało to z wielu czynników, np. złego stanu technicznego używanego parku maszynowego wymagającego zaangażowania znacznych sił obsługi w doprowadzenie maszyny do stanu pierwotnego lub zmiany istniejącego harmonogramu pracy, co w początkowej fazie mogło wpłynąć na zmniejszenie produktywności linii. Najważniejszym jednak czynnikiem gwarantującym efektywne wprowadzenie TPM była zmiana sposobu podejścia do pracowników (operatorów). Rozszerzenie ich kompetencji w zakresie obsługi technicznej maszyn zaowocowało wzrostem niezawodności urządzeń. Efekty TPM w postaci czystości hali produkcyjnej i maszyn czy wizualizacji zarządzania są wyraźnie zauważalne w zakładzie. Korzyścią wynikającą z wdrożenia TPM było także odciążenie pracowników działu utrzymania ruchu przez operatorów maszyn w usuwaniu prostych awarii. Wysokie kwalifikacje personelu utrzymania ruchu zostały wykorzystane do modyfikacji urządzeń, poważnych napraw czy realizacji wdrożeń nowych urządzeń produkcyjnych. Wprowadzenie TPM w przedsiębiorstwie przyczyniło się do pojawienia korzystnych zmian wpływających na wyniki produkcyjne. Niektóre szybko dały wymierny efekt w postaci zwiększonej wydajności linii, inne dopiero po upływie określonego czasu.

TPM jest narzędziem stosowanym w celu doskonalenia przedsiębiorstwa. Jednak każde, nawet najlepsze narzędzie, niewłaściwie wdrożone może przynieść negatywny efekt (głównie w postaci niechęci pracowników). Dlatego kluczowym czynnikiem TPM jest zaangażowanie całego przedsiębiorstwa w proces.

Literatura

1. Womac J., Jones D., Ross D.: Maszyna, która zmieniła świat, Wyd. ProdPress, Wrocław 2007, s.27.
2. Bryke M.: Jak skutecznie zbudować i wdrożyć kulturę TPM, Inżynieria i Utrzymanie Ruchu, 2011, Nr 11 (www.utrzymanieruchu.pl).
3. Brzeski J. Figas M.: Wprowadzenie do TPM, Inżynieria i Utrzymanie Ruchu, 2006, Nr 6 (www.utrzymanieruchu.pl).
4. Furman J.: TPM jako poprawa efektywności utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie przemysłowym, XVI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna "Produkcja i Zarządzanie w Hutnictwie", Zakopane, 2008, s.287.

5. Czerska J.: Total Productive Maintenance (www.zie.pg.gda.pl).
6. Wielgoszewski P.: TPM - Total Productive Maintenance – czyli jak zredukować do zera liczbę wypadków, awarii i braków, Zarządzanie Jakością, 2007, Nr 1, s.25.
7. Materiały szkoleniowe Polskiego Centrum Produktywności.
8. Imai M.: Gemba Kaizen. Zdroworozsądkowe, niskokosztowe podejście do zarządzania, Wyd. MT Biznes, Warszawa 2006, s.92.
9. Brzeski J., Figas M.: Wdrażanie Total Productive Maintenance (www.leanvision.com).
10. Palonek R.: Wyliczona efektywność, Top Logistyk, 2009, Nr 4, s.49-51.

Dr inż. Joanna FURMAN
Katedra Inżynierii Produkcji
Politechnika Śląska
40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8
tel. (32) 6034341
e-mail: joanna.furman@polsl.pl