

II/2.1. Wdrożenie autonomicznego utrzymania ruchu

Adam Bańkiewicz

Sytuacja, z którą mamy dzisiaj do czynienia na świecie, w wielu firmach spowoduje zmiany w planach inwestycyjnych dotyczących parku maszynowego. Już dzisiaj przedsiębiorstwa rezygnują z nowych inwestycji związanych z odnowieniem parku maszynowego, a przecież stare urządzenia muszą produkować i najlepiej jeszcze bardziej efektywnie. W tym miejscu przychodzi nam z pomocą system TPM (ang. *Total Productive Maintenance*). Dobrze wdrożony może nam wydłużyć okres eksploatacji maszyn bez wzrostu kosztów, a poprzez zmniejszenie awarii zwiększyć efektywność.

TPM – tańszy system niż inwestycja w nowe urządzenia

Z mojego doświadczenia w wielu firmach o bardzo dobrze rozwiniętej kulturze Lean i systemie konserwacji i przeglądów opartej na autonomicznym utrzymaniu ruchu maszyny mogą pracować nawet po 50 lat a ich efektywność jest nadal poprawiana. TPM to także poprawa jakości produkowanych wyrobów (zmniejszenie odpadów), większe bezpieczeństwo pracy.

Dzisiaj nie ma potrzeby wydawać pieniędzy na inwestycje w nowe urządzenia, wystarczy zainwestować w park maszynowy, który ma firma. TPM to narzędzie niezbędne w tak trudnych czasach, a dobrze wdrożone pozwala zaoszczędzić mnóstwo czasu i pieniędzy związanych z utrzymaniem parku maszynowego. Zainwestuj w TPM – ten system jest tańszy niż inwestycja w nowe urządzenia.

Będąc managerem operacyjnym odpowiedzialnym za produkcję w międzynarodowej firmie kosmetycznej, miałem okazję uczestniczyć w projekcie wdrożenia Autonomicznego Utrzymania Ruchu (Autonomous Maintenance) na liniach produkcyjnych, które dało wymierne efekty.

Wdrożenie zostało podzielone na fazy:

- **Faza początkowa** – wdrożenie 5S

Metodologia 5S ma na celu stworzenia i utrzymywania dobrze zorganizowanego, czystego, wysoko wydajnego i wysokiej jakości stanowiska pracy.

Fazy wdrożenia Autonomicznego Utrzymania Ruchu

- **Faza pierwsza** – wdrożenie kroków 1–3 Autonomus Maintenance

Faza pierwsza programu składa się z kroków 1–3. Faza ta skupia się na ustanowieniu standardów czyszczenia i smarowania. Zadania realizowane w tej fazie to różne czynności mające na celu przywrócenie urządzeń do jak najlepszego stanu operacyjnego. Najważniejsze aktywności to:

Krok 1. Czyszczenie początkowe

Krok 2. Eliminacja źródeł zanieczyszczeń i przestrzeni trudnodostępnych

Krok 3. Wyznaczenie standardów czyszczenia i smarowania

- **Faza druga** – wdrożenie kroków 4–5 Autonomus Maintenance

Krok 4. Wdrożenie bieżącego przeglądu ogólnego (inspekcji)

Krok 5. Stworzenie standardów Autonomicznego Utrzymania Ruchu (inspekcji autonomicznej)

Druga faza składa się z kroków 4. i 5. Krok 4. ma na celu osiągnięcie dużego spadku awarii i mikroprzestojów poprzez podniesienie wiedzy i umiejętności mechaników i operatorów poprzez przeszkolenie oraz prowadzenie inspekcji i przeglądów ze zrozumieniem ich celów. Krok 5. ma na celu zorganizowanie uporządkowanego środowiska pracy, w którym każde odchylenie od normy lub optimum jest zauważane natychmiast. W kroku 5. standardy czyszczenia, smarowania i inspekcji są połączone w standardy autonomicznego utrzymania ruchu.

- **Faza trzecia** – wdrożenie kroku 6 – zapewnienia jakości

Dwie pierwsze fazy skupiają się na osiągnięciu celu Zero Awarii, trzecia natomiast celuje w Zero Wad. Jakość produktu zapewniona jest przez stworzenie niezawodnych procesów, które zapobiegają przejściu produktu uszkodzonego w danym etapie produkcji do etapu następnego. Jednocześnie prace nad zapobieganiem uszkodzania produktów trwają nieustannie.

Krok 6.1. Wdrożenie czynności zapobiegających przejściu produktu uszkodzonego w danym etapie produkcji do etapu następnego

Krok 6.2. Wdrożenie czynności zapobiegających wyprodukowaniu uszkodzonego produktu

Krok 6.3. Wdrożenie czynności utrzymujących warunki zapewnienia jakości wypracowane w krokach 6.1 i 6.2.

- **Faza końcowa** – wdrożenie kroku 7 – autonomicznego zarządzania

W tej finałowej fazie, która na stałe wchodzi w zakres pracy wszystkich pracowników firmy, mechanicy i operatorzy prowadzą bieżące Autonomiczne UR oraz przestrzegają wypracowanych przez siebie standardów.

Projekt ten realizowany był przez zespół projektowy składający się z: managera operacyjnego, lidera LM, specjalistów UR, specjalisty BHP, planistów, operatorów i specjalistów jakości.

Projekt zakładał ramy czasowe dla 8 linii produkcyjnych:

Faza początkowa – wdrożenie 5S	2 miesiące
Faza pierwsza – wdrożenie kroków 1–3 Autonomus Maintenance	1 rok
Faza druga – wdrożenie kroków 4–5 Autonomus Maintenance	0,5 roku
Faza trzecia – wdrożenie kroku 6 Autonomus Maintenance	0,5 roku
Faza końcowa – wdrożenie kroku 7 Autonomus Maintenance	działanie bieżące

Ramy czasowe projektu

Krytyczne czynniki sukcesu projektu:

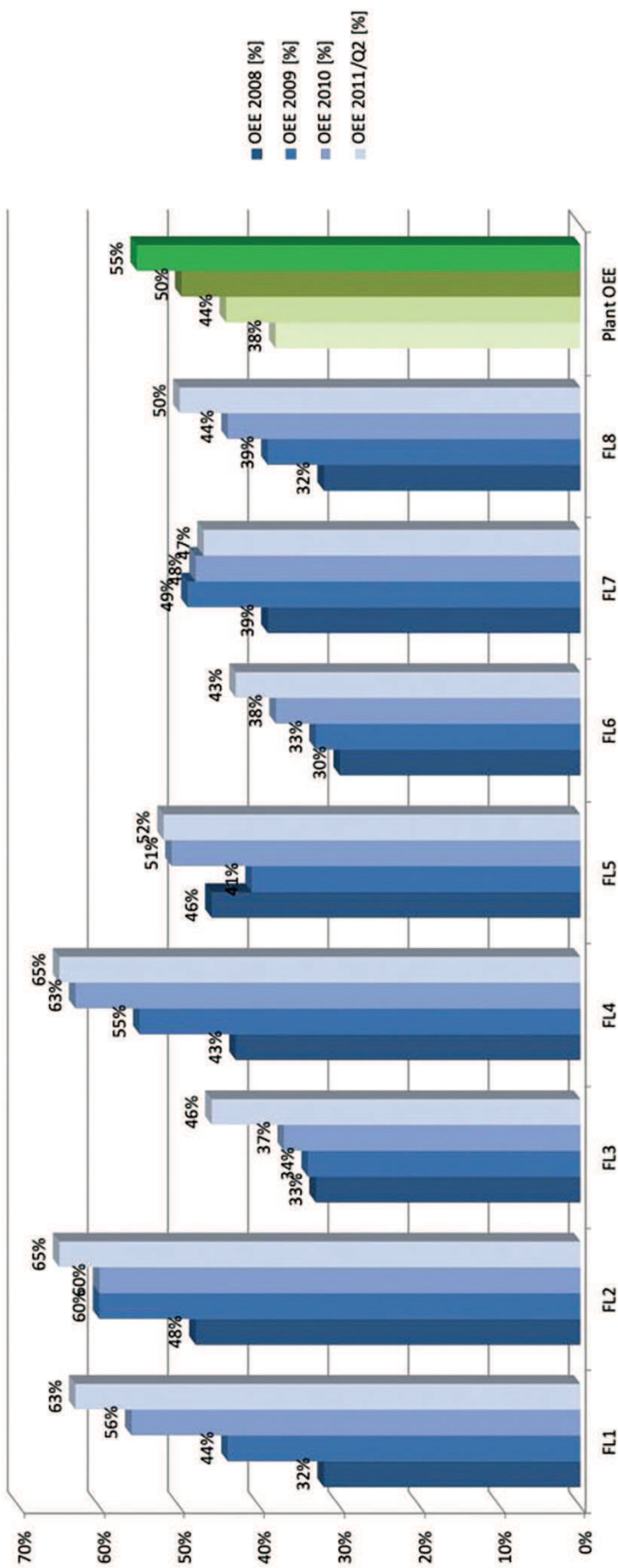
- zaangażowanie wszystkich brygadzystów w prowadzenie projektu,
- zaangażowanie wszystkich pracowników linii w prace projektowe,
- odpowiedni przepływ informacji pomiędzy TPM Office a zespołem projektowym, pomiędzy zmianami oraz wewnątrz danej zmiany.

Efekt realizacji projektu

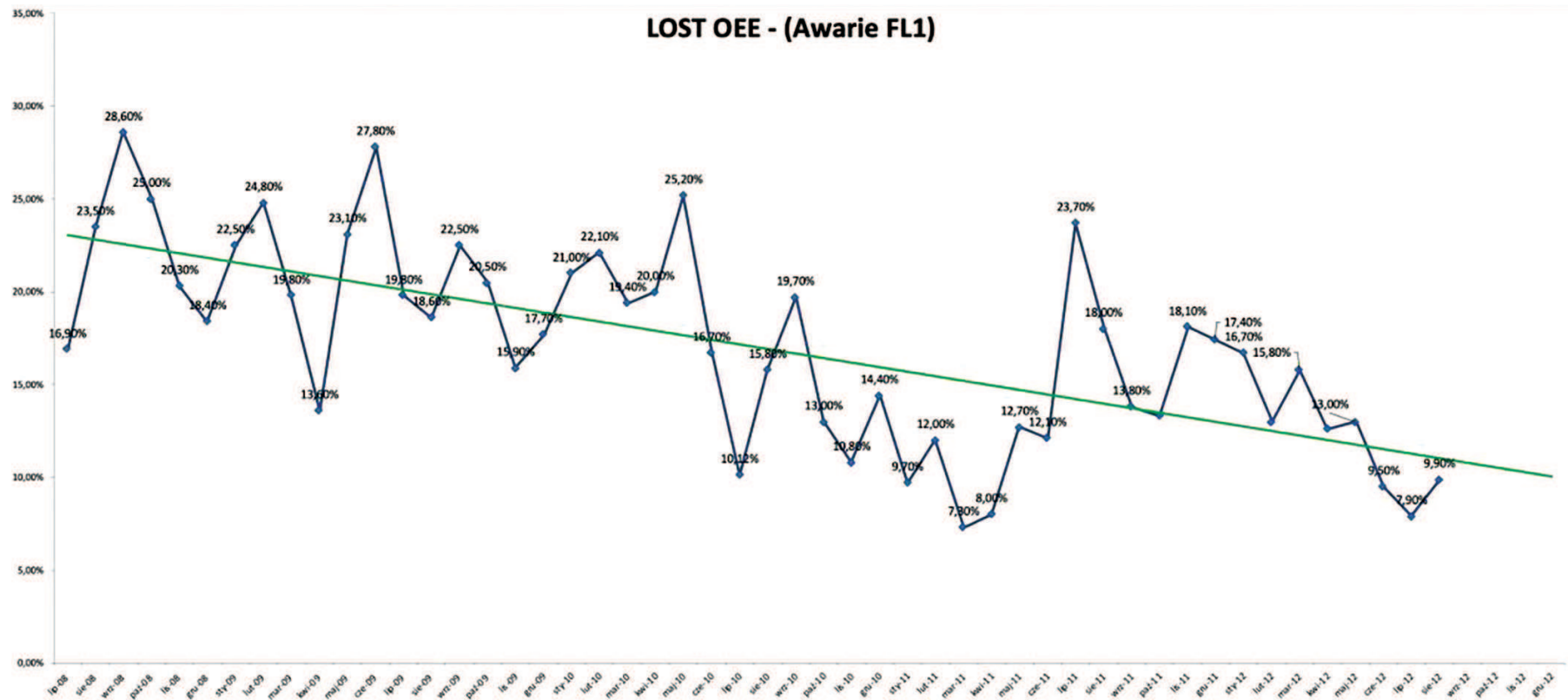
Pierwsze efekty wdrożenia można było zaobserwować już po roku od rozpoczęcia wdrożenia. Efektem był wzrost współczynnika efektywności OEE (zmniejszenie ilości awarii i mikroprzestojów) oraz poprawa jakości produkcji (zmniejszenie odpadów).

Efektem dobrego wdrożenia były wyniki.

Sprawne i efektywne wdrożenie TPM w dobie kryzysu na pewno pozwoli ograniczyć inwestycje w park maszynowy, zwiększyć wydajność procesu produkcyjnego i nadal wytwarzać produkty lub świadczyć usługi w konkurencyjnych cenach. Nie zastanawiaj się, ale już dziś zacznij wdrażać TPM!

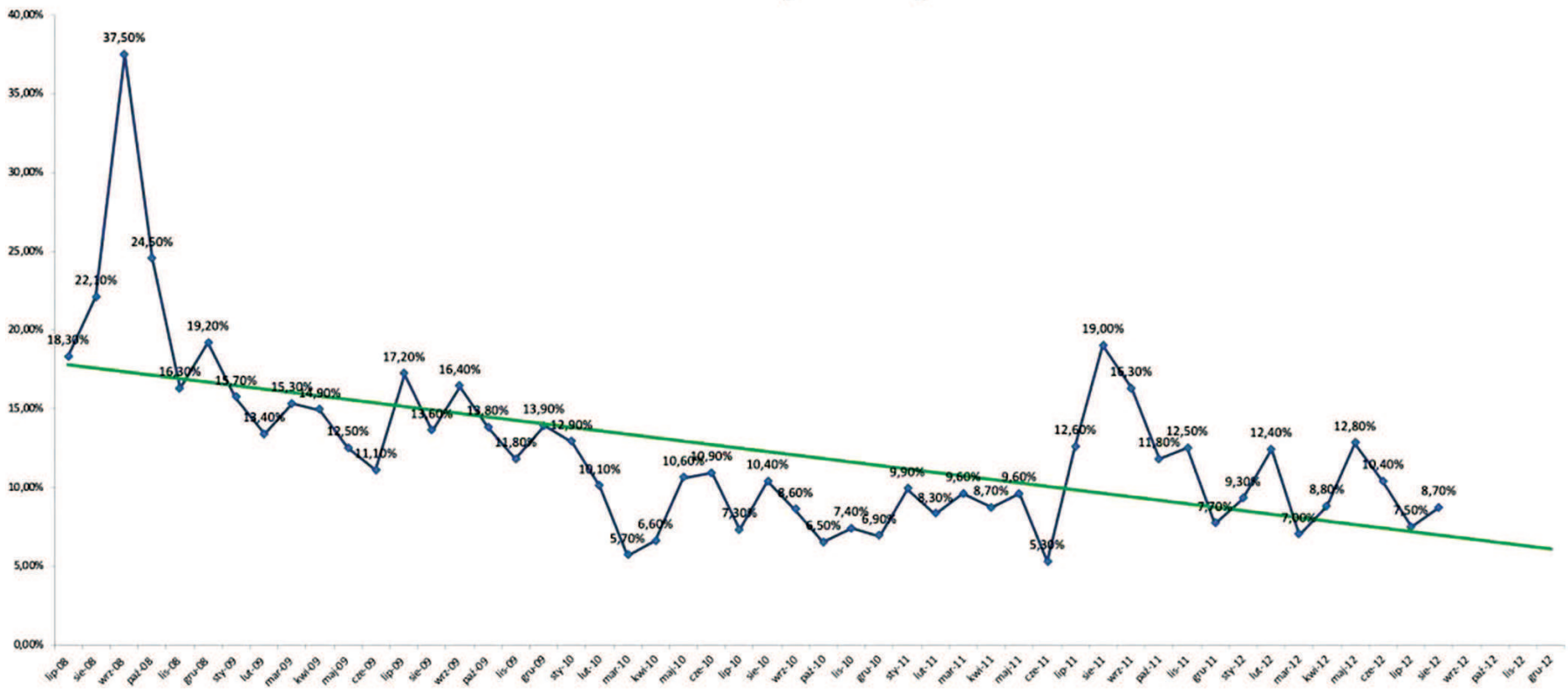


Rys. 1. Analiza porównawcza wskaźnika OEE rok po roku



Rys. 2. Spadek liczby awarii dla przykładowej linii produkcyjnej nr I w trakcie i po wdrożeniu TPM AM

LOST OEE - (Awarie FL4)



Rys. 3. Spadek liczby awarii dla przykładowej linii produkcyjnej nr II w trakcie i po wdrożeniu TPM AM.

III/4.1.1.1. Krytyczność we współczesnych koncepcjach utrzymania ruchu

Andrzej Domaszewski

Prewencyjne utrzymanie ruchu często nazywamy utrzymaniem zapobiegawczym. Jest to zespół działań polegających na realizowaniu strategii eksploatacyjnych mających zapobiegać występowaniu awarii. Prewencyjne utrzymanie ruchu może być realizowane z zastosowaniem działań planowo-zapobiegawczych oraz działań predykcyjnych (utrzymanie na podstawie stanu technicznego).

Prewencja
w utrzymaniu
ruchu

O wdrożeniu prewencyjnego utrzymania ruchu możemy mówić tylko wtedy, gdy jest to systemowa strategia całego przedsiębiorstwa. Ograniczając występowanie awarii, jednocześnie zwiększamy wykorzystanie naszych zasobów. Jedną z metod wspierających prewencyjne utrzymanie ruchu jest analiza krytyczności maszyn oraz urządzeń.

DEFINICJA

Uszczegóławiając definicję analizy krytyczności, można powiedzieć, że jest to szereg działań, których celem jest określenie istotności poszczególnych obiektów technicznych w systemach produkcyjnych w oparciu o uśrednione ryzyko eksploatacyjne wynikające z cech tych obiektów. Ponadto jest ona niezwykle istotnym narzędziem wykorzystywanym na potrzeby projektów, procesów zarządczych oraz decyzyjnych. Istnieje kilka metod analizy krytyczności. Niektóre są bardziej szczegółowe i opierają się na ocenie nawet pojedynczych zdarzeń (np. FMECA – ang. *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*), a niektóre operują na poziomie bardziej ogólnym (ranking krytyczności). Zarówno w szczegółowych, jak i w uproszczonych wynikach analizy krytyczności powinny jednoznacznie określić, które obiekty są dla naszej organizacji bardziej, a które mniej krytyczne. Posiadanie takich informacji pozwala na podejmowanie świadomych decyzji co do sposobu utrzymywania posiadanych zasobów oraz skrócenie czasu podejmowania kluczowych wyborów poprzez oparcie się na konkretnych i istotnych dla firmy kryteriach. Wyniki analizy krytyczności wskazują miejsca, od których należy rozpocząć realizację niektórych działań, np. wdrażanie prewencyjnego i/lub predykcyjnego utrzymania ruchu.

Analiza
krytyczności

WDROŻENIE ANALIZY KRYTYCZNOŚCI

Schemat
postępowania

Przed przystąpieniem do wdrożenia analizy krytyczności każda organizacja powinna ustalić jej cel. Bardzo dobrą praktyką jest powołanie zespołu roboczego odpowiadającego za przeprowadzenie oceny krytyczności w naszej organizacji. Wskazane jest również, aby nie ograniczał się on tylko do pracowników działów technicznych. Podczas doboru kryteriów powinniśmy rozważyć te związane m.in. z produkcją, jakością, BHP, środowiskiem oraz innymi istotnymi aspektami funkcjonowania przedsiębiorstwa. Po powołaniu zespołu oraz ustaleniu celu analizy krytyczności fundamentalnym elementem pozwalającym na jej przeprowadzenie jest struktura systemu technicznego. Organizacje, które nie mają opracowanej struktury maszyn i urządzeń, nie mogą rozpocząć wdrożenia analizy krytyczności, gdyż nie byłyby w stanie określić jednoznacznego zbioru elementów jej podlegających. Tylko prawidłowo przygotowana struktura maszyn oraz urządzeń, uwzględniająca powiązania funkcjonalne, jest podstawą do przeprowadzenia rzetelnej analizy.

Organizacje, które posiadają kompleksowy system wspierający zarządzanie majątkiem (EAM – ang. *Enterprise Asset Management*) lub system do zarządzania utrzymaniem ruchu (system klasy CMMS – ang. *Computerised Maintenance Management System*), powinny wykorzystać strukturę zawartą w danym systemie. W takim przypadku podstawą analizy krytyczności obiektów technicznych jest wykaz zawarty w bazie danych EAM/CMMS, w której każdy obiekt techniczny jest określony identyfikatorem i przypisany do lokalizacji funkcjonalnej.

OCENA KRYTYCZNOŚCI

Krytyczność obiektu można oceniać na różnych poziomach struktury technicznej (np. instalacja, linia produkcyjna lub urządzenie/maszyna) oraz z wykorzystaniem odmiennych metod (ranking krytyczności, FMECA). Przeprowadzając analizę krytyczności, możemy wyróżnić dwa podejścia.

Analza stanów
awaryjnych,
efektów,
przyczyn oraz
krytyczności

Pierwszą metodą jest FMECA (ang. *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*), czyli analiza stanów awaryjnych, ich efektów i przyczyn oraz krytyczności. To metoda systematycznej identyfikacji potencjalnych stanów awaryjnych procesu lub maszyny (lub wad wyrobu), określania ich możliwych przyczyn, a także ryzyka, jakie ze sobą te stany niosą. Analizujemy tu przede wszystkim zdarzenia, które miały bądź też mogą mieć miejsce w cyklu życia obiektu.

Na tej podstawie opracowuje się działania mające na celu minimalizację lub eliminację przyczyny powstawania takich stanów awaryjnych. Przywołana metoda jest powszechnie stosowana przez profesjonalistów z działów utrzymania ruchu i produkcji do określania krytyczności zdarzeń i opracowywania działań prewencyjnych dla maszyn oraz systemów.

Drugą metodą jest opracowanie wielokryterialnej analizy krytyczności, która z kolei dzieli się na analizę rangową i liniową. W zależności od wybranej metody analizy wynik może mieć formę kategorii – A, B, C, D lub liczby – np. z zakresu 0–10. Natomiast niezależnie od wybranego podejścia analitycznego każdorazowo powinniśmy ujednoczyć podejście do zagadnienia oraz wspólnie ustalić metodykę analizy dla całego majątku. Analizę i ocenę krytyczności dokonuje się na podstawie wiedzy, doświadczenia oraz unormowań prawnych z wielu różnych obszarów funkcjonowania organizacji. W nowoczesnym przedsiębiorstwie wszelkie badania dotyczące ryzyka eksploatacyjnego, w tym również analiza krytyczności, powinny mieć charakter wielokryterialny.

Wielokryterialna
analiza
krytyczności

RANKING KRYTYCZNOŚCI

Po wybraniu metody przeprowadzania analizy należy określić „testowy” zestaw podsystemów jej podlegających oraz doprecyzować ich krytyczność. Kolejnym – i najważniejszym krokiem – jest opracowanie rankingu krytyczności. To zestaw kryteriów oraz parametrów, które opisują cechy analizowanych obiektów z perspektywy ich istotności – całą instalację/system techniczny, całą maszynę, podsystem funkcjonalny, komponenty, zespół elementów. Propozycja rankingu krytyczności musi zawierać w sobie kryteria oceny, parametry oraz wartości parametrów. Wymienione elementy nie mogą zostać jedynie określone, powinny posiadać odpowiednie definicje.

Przed przeprowadzeniem oceny krytyczności każde kryterium i parametr muszą być jednakowo zrozumiane przez wszystkich uczestników analizy. Po opracowaniu rankingu krytyczności możemy rozpocząć przeprowadzenie analizy na wcześniej określonym zestawie „testowym”. Pozwoli to na wykrycie nieprawidłowości lub braków w kryteriach, a także umożliwi dobranie wartości parametrów. Po skorygowaniu rankingu przechodzimy do analizy na pozostałych podsystemach technicznych. Właśnie na tym etapie odbywa się przeprowadzenie oceny krytyczności ze specjalistami według przyjętych kryteriów. Na końcu badania zespół roboczy powinien opracować zasady

agregacji ocen do wyniku finalnego oraz finalną listę obiektów z przypisaną krytycznością. Po zakończonym projekcie wdrożenia analizę krytyczności należy uaktualniać i rewidować w określonych warunkach, np. podczas corocznej zmiany struktury technicznej.

Kryteria w analizie krytyczności

Najistotniejszą cechą rankingu krytyczności jest prawidłowe uszczegóławianie opisów kryteriów i parametrów w taki sposób, aby ich interpretacja nie była dobrowolna. Kryteria mogą wiązać się nie tylko z technicznymi aspektami funkcjonowania maszyn i urządzeń, ale dotyczyć również obszaru finansowego czy BHP. Przykładami kryteriów, które mogą zostać uwzględnione w rankingu, są podatność obiektu na obsługę techniczną, np. konieczność stosowania narzędzi specjalnych, konieczność neutralizacji środowiska, w którym funkcjonuje analizowany obiekt, czy też redundancja. Do każdego kryterium muszą zostać dobrane odpowiednie parametry. Do wyżej wymienionego kryterium finansowego możemy przyporządkować wartość obiektu czy też koszty przestoju linii/urządzenia. Natomiast parametrami w kryterium redundancji mogą być liczba redundancji oraz czas jej uruchomienia. Dobór kryteriów i parametrów możemy zatem rozpatrywać pod wieloma względami, dlatego tak istotne jest powołanie zespołu odpowiadającego za analizę, który będzie zapewniał spojrzenie na obiekt z wielu perspektyw.

PODSUMOWANIE

Współczesna koncepcja utrzymania ruchu powinna nie tylko zawierać ranking obiektów technicznych pod względem istotności, ale przede wszystkim być wykorzystywana w praktyce do skutecznego optymalizowania alokacji posiadanych zasobów oraz przypisywania właściwych strategii eksploatacyjnych do obiektów technicznych. Ponadto dane z analizy krytyczności mogą posłużyć w planowaniu dużych zadań remontowych oraz ułatwić proces określania budżetu. Dodatkowym obszarem wykorzystania wyników analizy krytyczności są projekty optymalizacyjne magazynów technicznych i procesów zakupowych. Podsumowując nasze rozważania, należałoby wspomnieć o najważniejszej funkcji analizy krytyczności, czyli względnie łatwym zastosowaniu podczas priorytetyzacji zadań inwestycyjnych lub innych wolnozmiennej procesów. W codziennym działaniu krytyczność obiektu może być dodatkowym czynnikiem wpływającym na priorytetyzację zadań.