

STANDARDOWE UJĘCIE METODY RCM

RCM jest jedną z kilkunastu metod rozwijanych na świecie od lat 70-tych w różnych branżach przemysłu, które miały pomóc dobierać najlepsze modele zarządzania niezawodnością eksploatowanych obiektów i systemów technicznych. Spośród tych wszystkich metod RCM w aktualnym wydaniu wydaje się najbardziej precyzyjna, elegancka i uporządkowana oraz pasująca do dowolnego środowiska technicznego.

1. Początki i rozwój metody

Historia RCM zaczyna się we wczesnych latach 60-tych, kiedy Zarząd Lotnictwa Cywilnego USA (FAA) zainicjował proces odbiorów klasyfikacyjnych nowego samolotu Boeing 747-100. Proces ten wymagał od producenta samolotu przygotowania specjalnego programu serwisowego dla zapobiegania awariom tego samolotu. FAA zakładała, że program ten będzie o wiele bardziej rozbudowany niż dla poprzedniego modelu 707, jako że 747 zabierał trzykrotnie więcej pasażerów. Zarówno Boeing, jak i pierwszy użytkownik nowego samolotu – United Airlines (UA) zdawali sobie sprawę, że przy takich wymaganiach tradycyjna eksploatacja samolotu oparta o okresowe przeglądy będzie nieekonomiczna. Dodatkowym argumentem był fakt, że obowiązująca wówczas filozofia eksploatacji B-707 opierała się na założeniu, że samolot zużywa się w czasie do tego stopnia, że bez okresowego kapitalnego remontu (bardzo kosztownego) nie może uzyskać kwalifikowanej zdolności do latania. W tamtym czasie próbowano obniżyć awaryjność w lotnictwie poprzez zwiększenie intensywności przeglądów zapobiegawczych. Wprowadzono niektóre typy awarii faktycznie zostały wyeliminowane lub zredukowane, ale za to liczba innych wzrosła!

W tej sytuacji UA i Boeing zdecydowali się na opracowanie od zera nowego programu utrzymywania sprawności użytkowej B-747. Zespół pod kierownictwem wiceprezesa, Tima Mattesona na podstawie analiz historycznych uszkodzeń stwierdził, że tylko około **10%** urządzeń i systemów samolotu (wyłączając elementy konstrukcyjne) posiada charakterystyki wykazujące bezpośrednią zależność powstawania uszkodzeń od fazy ich cyklu życia.

To nowe spojrzenie doprowadziło do stworzenia programu dla 747-100 pod nazwą Maintenance Evaluation and Program Development for the Boeing 747, znanego jako Maintenance Steering Group 1 (MSG-1) i zaaprobowanego przez FAA w 1968r.

Stwierdzono m.in., że:

- planowe remonty mają znikomy wpływ na niezawodność złożonych systemów, chyba, że istnieje w nich jakiś dominujący rodzaj uszkodzenia;
- istnieje wiele zespołów i komponentów, dla których nie można określić żadnej efektywnej formy planowych przeglądów zapobiegawczych.

Standard MSG-1 został wprowadzany przez innych producentów samolotów – McDonnell Douglas (DC-10) i Lockheeda (L-1011) jako już udoskonalony w 1970r. pod nazwą MSG-2. W połowie lat 70-tych Departament Obrony USA wyraził zainteresowanie efektami prac nad metodami utrzymania sprawności samolotów cywilnych oraz aktualnym stanem praktyki w tej dziedzinie. Zlecono opracowanie raportu na ten temat, który został przygotowany przez Stanleya Nowlana i Howarda Heapa z United Airlines. Raport ten nosił tytuł **“Reliability-Centered Maintenance”**, czyli utrzymanie ruchu skoncentrowane na niezawodności. Raport opublikowany w 1978 roku jest wciąż jednym z najważniejszych dokumentów – o ile nie najważniejszym – w historii zarządzania majątkiem trwałym.

W swoim raporcie Nowlan i Heap zaprezentowali znaczący postęp w myśleniu w porównaniu ze standardem MSG-2, co stało się podstawą dla opracowania standardu MSG-3, wydanego w 1980 r.

Od tamtego czasu standard MSG-3 modyfikowany czterokrotnie, w latach 1988, 1993, 2001 i 2002 został powszechnie przyjęty przez większość linii lotniczych na świecie. Jest również stosowany obecnie jako podstawa dla programów przygotowania do lotu nowego Boeinga 777 i Airbusa 330/340 oraz dla innych nowych konstrukcji. Standard MSG-3 stanowi źródło dla licznych strategii i programów utrzymania ruchu w zastosowaniach wojskowych i cywilnych wielu branż.

Lotnictwo Marynarki Wojennej USA bardzo szybko dostosowało swoje procedury do metody RCM wprowadzając w 1986r. standard MIL-STD-2173 opisany podręcznikiem NAVAIR 00-25-403. Standard ten jest stale aktualizowany i stał się podstawą do wprowadzenia podobnych praktyk w armiach innych krajów (np. NES45 Royal Navy).

W połowie lat 80-tych RCM zostało adoptowane dla amerykańskich elektrowni jądrowych. Do 1994 ta metoda stała się podstawą dla opracowania programów eksploatacyjnych 50 bloków energetycznych z reaktorami jądrowymi. W tym samym czasie francuska EDF wprowadziła RCM do swoich elektrowni jądrowych w ramach programu przedłużania ich żywotności. Metoda w wydaniu francuskim nosi nazwę „Optimisation de la Maintenance par la Fiabilité” (OMF). W ostatnich 10 latach RCM zyskało popularność w energetyce, transporcie morskim i lądowym (koleje, flota pojazdów), przemyśle ciężkim, przemyśle motoryzacyjnym, w górnictwie, przemyśle naftowym i gazowym, chemicznym, celulozowo-papierniczym, farmaceutycznym, w utrzymaniu nowoczesnych biurów, a nawet w eksploatacji szpitali.

Od czasów raportu Nowlana i Heapa wiele firm i organizacji wdrażało różne wersje oryginalnej metody posługując się nazwą RCM. Niektóre z proponowanych podejść były znacznie uproszczone a uzyskiwane rezultaty odbiegały od oczekiwań. Pojawiła się, więc potrzeba dostosowania metodologii RCM wywodzącej się z rygorów niezawodności lotnictwa do specyfiki innych branż oraz ujednoczenia licznych jej lokalnych interpretacji.

I taki ogólnie przyjęty standard RCM zapoczątkowała branża motoryzacyjna, a ściślej jej międzynarodowa organizacja zawodowa Międzynarodowe Stowarzyszenie Inżynierów Motoryzacji (Society of Automotive Engineers International, SAE).

2. Opracowanie standardu SAE JA-1011

Proces analityczny RCM systematycznie identyfikuje wszystkie funkcje dowolnego systemu technicznego, błędy w realizacji tych funkcji (uszkodzenia) oraz wszystkie potencjalnie możliwe przyczyny uszkodzeń. Następnie identyfikowane są bezpośrednie skutki wymienionych uszkodzeń, a na koniec znaczenie i konsekwencje tych skutków. Kiedy już te wszystkie informacje zostaną pozyskane w zależności od stopnia krytyczności uszkodzenia dobierana jest najbardziej odpowiednia polityka utrzymania ruchu dla analizowanego zasobu (obiektu) majątkowego, którym może być urządzenie produkcyjne, pojazd, instalacja, system energetyczny, statek, czy też budynek. Powstaje specyfikacja działań eksploatacyjnych – profilaktycznych lub innych, określonych przez metodę. Działania te tworzą program utrzymania danego

zasobu w pożądanej funkcjonalności dostosowanej do wymaganych parametrów operacyjnych.

W odróżnieniu od innych metod utrzymania ruchu RCM uwzględnia wszystkie opcje działań: wywołane diagnozowanym stanem technicznym urządzenia, planowe konserwacje, planowe wymiany komponentów, poszukiwanie ukrytych uszkodzeń oraz jednorazowe modyfikacje (przeprojektowanie komponentów, zmiany procedur operacyjnych, dodatkowy trening operatorów, lub inne działania spoza tradycyjnego zakresu prac serwisowych). Jednym z oryginalnych wniosków wynikających z analizy jest również świadome dopuszczenie do powstania uszkodzenia.

Prace nad ogólnym standardem RCM stowarzyszenie SAE podjęło w 1998 roku.

Kiedy grupa projektowa rozpoczynała swoją pracę używała takich samych definicji jak inni. Sądzono, że „standard RCM” musi oznaczać „standard” dla procedur procesów RCM. Dlatego grupa zaczęła od opracowania takiej procedury. Było to trudne, ponieważ poszczególni członkowie grupy już stosowali różne procedury podczas realizacji procesów RCM. Zespół specjalistów musiał pracować razem przez prawie rok spotykając się na okresowych sesjach roboczych, zanim nabrano wzajemnego respektu dla swoich doświadczeń - co pozwoliło uwzględnić różne propozycje bez natychmiastowego ich odrzucania. Upłynął następny rok, zanim zespół dopracował się wspólnego rozwiązania, które można było określić, jako „standardowy” proces RCM. Nieformalne odgłosy ze środowiska specjalistów RCM wskazywały, że ludzie spoza komitetu normalizacyjnego byli nieświadomi ostrożnych kompromisów pierwszej wersji standardu i nie dostrzegali potrzeby takiego kompromisu.

Wyglądało na to, że wysiłek dla opracowania standardu metody był podobny do opracowania jedynie jeszcze wariantu tej metody, który można było dodać do tych już stosowanych i konkurujących do miana RCM.

Potrzeba było kolejnego pół roku, aby dojść do wniosku, że należy pójść inną drogą.

Obecna wersja standardu przyjętego przez SAE nie przedstawia wzorca procedury RCM. Jest ona zatytułowana *Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes*. Ten standard prezentuje kryteria, które są stosowane dla porównania procesu analitycznego postulującego do miana RCM. Jeżeli dany proces spełnia te kryteria użytkownik standardu może z pełną odpowiedzialnością uznać ten

proces za metodę RCM. Jeżeli nie, użytkownik nie powinien posługiwać się określeniem „RCM”.

W tym miejscu należy wprowadzić pewne wyjaśnienie. RCM niemal we wszystkich źródłach literaturowych, a także w wypowiedziach specjalistów jest określany jako „proces”. Interpretacja tego określenia jest taka, że cały przebieg analizy funkcjonalnej RCM i jej wdrażanie stanowią łańcuch powtarzalnych czynności, czyli mają charakter procesu. W polskiej interpretacji bardziej odpowiednim będzie pojęcie „metoda” – co podkreśla ściśle uporządkowane i systemowe podejście do wyznaczania celów i zakresu analizy RCM w dowolnym środowisku technicznym.

Standard SAE JA-1011 nie jest obszernym dokumentem, zawiera bowiem jedynie około 4000 słów. Po części wprowadzającej prezentowane są podstawowe definicje tzw. siedmiu pytań RCM, które obejmują ciąg myślenia analitycznego stanowiącego treść metody.

Ostatnie zdanie tego rozdziału reprezentuje ważną zasadę:

„jakikolwiek proces, który spełnia ten standard będzie tworzył informacje i decyzje w pełni stosowalne oraz akceptowalne przez właściciela lub użytkownika zasobu majątkowego”.

Odkąd celem utrzymania ruchu staje się zapewnienie, że zasób majątkowy wykonuje te funkcje, których oczekuje od niego właściciel lub użytkownik, każdy proces RCM musi tym samym zapewnić, że właściciel / użytkownik stanowi integralną część procesów eksploatacji zasobów, tzn. czynnie w nim uczestniczy.

Jeśli dostawca urządzenia zamierza opracować program serwisowy wykorzystując RCM, nie wystarczy, jeśli wręczy po prostu właścicielom lub użytkownikom taki program (zawarty najczęściej w dokumentacji techniczno-ruchowej) bez zapytania, czego oni oczekują od nabytego urządzenia w danych warunkach pracy.

Istota standardu opiera się na regułach zawartych w tzw. *siedmiu pytaniach RCM*. Zawarte są w nich specyficzne kryteria, na które proces analityczny poddany ocenie powinien odpowiadać w sposób satysfakcjonujący. Dopiero wówczas można uznać, że dana metoda spełnia warunki procesu RCM i można oczekiwać pozytywnych rezultatów z jej prawidłowego wdrożenia.

3. STANDARD SAE – SIEDEM PYTAŃ RCM

Pytanie 1: Funkcje zasobu

- Czym są funkcje oraz związane z nimi standardy wymagań użytkowych dla zasobu w aktualnym kontekście operacyjnym?

Funkcje realizowane przez zasób dzielą się na dwie kategorie:

Funkcje On-line (regularne) – które są wykonywane stale, bądź z taką regularnością, przy której operator posiada bieżącą informację o ich stanie realizacji.

Funkcje Standby (nieregularne) – które są pod nadzorem operacyjnym, ale wykonywane na tyle nieregularnie, że wymagane są specjalne inspekcje dla sprawdzenia, czy nie zdarzyły się w systemie uszkodzenia ukryte jego komponentów.

Specyficzne kryteria, jakie proces musi spełniać, to:

- Kontekst operacyjny użytkowanego zasobu musi zostać zdefiniowany.
- Wszystkie funkcje danego zasobu / systemu muszą zostać zidentyfikowane (wszystkie funkcje regularne i nieregularne, włączając w to funkcje urządzeń zabezpieczających).
- Wszystkie określenia funkcji powinny zawierać podmiot, orzeczenie oraz standard realizacji (określony wielkością w każdym możliwym przypadku).

W języku polskim odpowiednią będzie forma wyrażona w postaci, np. „Całkowite zamykanie zaworu”

- Standard realizacji zawarty w określeniu funkcji powinien odpowiadać poziomowi wymagań właściciela / użytkownika zasobu lub systemu w zakładanym kontekście operacyjnym.

Wymieniany „kontekst operacyjny” jest tym, co wynika z nazwy – określa warunki, w jakich użytkowany jest dany zasób. To samo urządzenie nie zawsze wymaga takich samych działań konserwacyjno – remontowych we wszystkich instalacjach.

Dla przykładu: pojedyncza pompa w sieci będzie z reguły wymagała innego programu konserwacji, niż taka sama pompa rezerwowa, włączana kontrolnie od czasu do czasu. Ta sama pompa stosowana do bardziej korozyjnych cieczy będzie również konserwowana inaczej niż ta, która pompuje czystą wodę.

Urządzenia zabezpieczające (wyłączniki awaryjne, zawory bezpieczeństwa, systemy pomiarowe, itp.) często są nie uwzględniane przy określaniu funkcjonalności systemów technicznych analizowanych obiektów. Proces RCM powinien zapewnić, że funkcje tych urządzeń także są brane pod uwagę podczas analizy.

Na zakończenie – to właściciel/użytkownik powinien narzucić taki poziom efektywności operacyjnej zasobu, dla zapewnienia którego należy zaprojektować w tym zakresie program utrzymania ruchu.

Pytanie 2: Błędy funkcjonalne – uszkodzenia¹.

- W jaki sposób zasób może utracić zdolność do wykonywania oczekiwanych funkcji?

To pytanie posiada tylko jedno specyficzne kryterium: wszystkie stany awaryjne (uszkodzenia) związane z daną funkcją powinny zostać zidentyfikowane.

Należy brać pod uwagę takie uszkodzenia, które:

- już poprzednio wystąpiły w danym zasobie, lub podobnych,

¹ w interpretacji metody przyjęto określenie „uszkodzenie” jako błąd w prawidłowej realizacji danej funkcji

- są prawdopodobne, pomimo, że jeszcze nie wystąpiły, ale potencjalnie mogą spowodować poważne konsekwencje,
- są uwzględniane w obecnych programach prewencyjnych.

Jeżeli funkcje zasobu są dobrze zdefiniowane opracowanie listy potencjalnie możliwych uszkodzeń jest względnie łatwe.

Na przykład:

- dla funkcji zdefiniowanej jako „*utrzymywać system w temperaturze pomiędzy 50, a 70 stopni C*”, błędy funkcjonalne można określić w następujący sposób:

1. Brak możliwości podwyższenia temperatury powyżej temp. otoczenia;
2. Brak możliwości utrzymywania temperatury powyżej 50 st. C;
3. Brak możliwości utrzymywania temperatury poniżej 70 st. C;

Pytanie 3: Przyczyny uszkodzeń

- Co powoduje powstawanie każdego uszkodzenia?

W klasycznej analizie FMECA (*Failure Mode, Effect and Criticality Analysis*), która została zaadoptowana przez RCM jako mechanizm analityczny termin “failure mode” jest rozumiany podobnie, w jaki RCM używa określenia “functional failure”, a więc jako uszkodzenie. W metodzie RCM przyjęło się rozumienie pod tym pojęciem przyczyny powstawania uszkodzenia i standard SAE stosuje właśnie taką interpretację tego pojęcia. Kryteria dla identyfikowania przyczyn uszkodzeń są według standardu określone w pięciu regułach.

1. Wszystkie „umiarkowanie możliwe” przyczyny danego uszkodzenia powinny zostać zidentyfikowane.
2. Metoda zastosowana do zdecydowania co oznacza pojęcie „przyczyna umiarkowanie możliwa” powinna być akceptowalna dla właściciela / użytkownika zasobu.
3. Przyczyny uszkodzeń powinny być identyfikowane na takim poziomie występowania, dla którego można opracować politykę zapobiegawczą.

4. Lista przyczyn powinna zawierać takie przyczyny, które już kiedyś się zdarzyły, takie, przed którymi zabezpieczają aktualne programy prewencyjne, oraz takie, których wystąpienie jest umiarkowanie możliwe w określonym kontekście operacyjnym, chociaż jeszcze się nie zdarzyły.
5. Lista przyczyn uszkodzeń powinna obejmować każde zdarzenie lub proces, które mogą powodować uszkodzenie, włączając w to zużycie, błąd ludzki - zarówno operatora, jak i serwisanta, oraz wady projektowe i materiałowe.

RCM jest najbardziej szczegółowym i precyzyjnym procesem analitycznym prowadzącym do tworzenia programów eksploatacji oraz zarządzania zasobami majątkowymi. Stąd też właściwym dla tej metody jest identyfikowanie wszystkich potencjalnie możliwych przyczyn uszkodzeń. Jakkolwiek pojęcie „umiarkowanie możliwe” nie jest ściśle zdefiniowane można określić swoje oczekiwania co do jego interpretacji - czego inne metody z założenia nie obejmują.

Dla przykładu: niektóre metody z założenia wyłączają przyczyny uszkodzeń, dla których istnieją działania w aktualnie wdrożonych procedurach przeglądów prewencyjnych.

Inną specyfiką RCM jest uwzględnianie przyczyn, które mogą zaistnieć w sposób umiarkowanie możliwy w danym kontekście operacyjnym. Niektóre podejścia prewencyjne opierają się tylko na danych historycznych o awariach i przeglądach bez prognozowania problemów, które nie mają swojej historii, a mogą się zdarzyć w przyszłości. Wystąpiło wiele sytuacji, kiedy po zaistnieniu poważnych awarii i wypadków stwierdzano, że przy stosowanych metodach prewencyjnych wcześniej, czy później musiało się to wydarzyć. Programy prewencyjne nie obejmowały bowiem przyczyn, które wcześniej nie miały miejsca.

Na koniec, proces RCM nie ogranicza się tylko do używania się w czasie normalnej eksploatacji. Błąd człowieka (często niewystarczająco wyszkolonego) oraz wady konstrukcji, czy technologii prowadzą również do licznych uszkodzeń, a mało gdzie te problemy są w sposób zorganizowany reprezentowane w programach konserwacyjno – remontowych.

Standard SAE zauważa, że niektóre duże organizacje mają problem z całościowym ujęciem programów utrzymania zasobów, ponieważ poszczególne grupy działań oraz

obszary odpowiedzialności przynależą do różnych jednostek organizacyjnych i nie są skutecznie skoordynowane.

Programy zgodne z RCM dotyczą kompleksowo całych procesów technologicznych, systemów technicznych, czy też obiektów majątkowych i nie ograniczają się do spojrzenia jednej branży (mechanicznej, elektrycznej, automatyki). Jeżeli analiza została przeprowadzona wybiórczo np. przez samych mechaników i nie ujmuje wystarczająco systemów automatyki, to taki program nie spełnia wymagań standardu.

Pytanie 4: Bezpośrednie skutki uszkodzeń

- Co się dzieje, kiedy powstaje dane uszkodzenie?

Kryteria standardu dla procesu, który identyfikuje bezpośrednie skutki uszkodzeń, to:

- Skutki uszkodzeń powinny opisywać, co mogłoby się bezpośrednio zdarzyć, jeśli nie zostanie podjęte żadne specjalne działanie dla przewidzenia, zapobieżenia lub wykrycia uszkodzenia.
- Skutki uszkodzenia obejmują wszystkie informacje niezbędne do oszacowania dalszych konsekwencji uszkodzenia, takie, jak:
 - przyczyna uszkodzenia, o ile istnieje (w przypadku uszkodzeń ukrytych dotyczy przyczyn uszkodzeń wielokrotnych),
 - wpływ (o ile istnieje) na zagrożenie życia, zdrowia lub środowiska,
 - negatywny wpływ (o ile istnieje) na działalność operacyjną,
 - możliwe straty materialne wskutek uszkodzenia,
 - ewentualne działania dla odtworzenia funkcjonalności po zaistnieniu uszkodzenia.

Analiza FMECA zazwyczaj opisuje skutki błędów w sposób hierarchiczny - na poziomie komponentu, na poziomie podsystemu wyższego rzędu, oraz na poziomie nadrzędnego systemu. Takie trójstopniowe podejście jest akceptowalne przez standard SAE pod warunkiem, że wymienione wcześniej kryteria standardu są spełnione.

Warto podkreślić, że informacja dotycząca ewentualnych działań dla odtworzenia funkcjonalności po zaistnieniu uszkodzenia jest jednoznacznie interpretowana jako ekonomiczny aspekt metody RCM. Oznacza ona bowiem wartość nakładów odtworzeniowych dla zasobu i jest brana pod uwagę przede wszystkim wszędzie tam, gdzie nie ma zagrożenia życia, zdrowia i środowiska w konsekwencji uszkodzenia.

Pytanie 5: Konsekwencje uszkodzeń

- Jakie jest znaczenie każdego uszkodzenia?

Konsekwencje uszkodzenia obejmują jego dalszy wpływ na otoczenie danego zasobu. Katastrofy lotnicze, kolejowe, energetyczne, skażenie środowiska, łańcuch strat ekonomicznych mogą nastąpić w wyniku uszkodzenia niewielkiego elementu w krytycznym systemie.

Standard określa następujące kryteria identyfikacji konsekwencji uszkodzenia:

- Oszacowanie konsekwencji uszkodzenia powinno być dokonywane przy założeniu, że dotychczas nie były podejmowane żadne działania w kierunku prognozowania, wykrywania, oraz zabezpieczania przed wystąpieniem danego uszkodzenia.
- Konsekwencje przyczyny każdego uszkodzenia powinny podlegać kategoryzacji, która:
 - odróżni ukryte przyczyny od przyczyn możliwych do bezpośredniej obserwacji podczas normalnej eksploatacji,
 - wyraźnie odróżni zdarzenia (chodzi tutaj o przyczyny uszkodzeń oraz uszkodzenia wielokrotne) stwarzające zagrożenie dla bezpieczeństwa ludzi i/lub środowiska od zdarzeń prowadzących jedynie do konsekwencji ekonomicznych (operacyjnych i pozaoperacyjnych).

RCM ocenia konsekwencje w przypadkach braku konkretnych działań zapobiegawczych. Spotyka się takie opinie, że dane uszkodzenie nie ma istotnego znaczenia, ponieważ zastosowane zostały skuteczne sposoby zapobiegawcze.

Tutaj jednak RCM przewiduje dokładne sprawdzanie, czy te zastosowane sposoby rzeczywiście są skuteczne i czy cały wysiłek wart jest zachodu.

RCM w ocenie konsekwencji uszkodzenia formalnie przypisuje każde uszkodzenie do jednej z czterech kategorii, które powinny być uwzględniane przy opracowywaniu logicznych schematów („drzew”) decyzji:

- I. uszkodzenia ukryte, mogące prowadzić do uszkodzeń wielokrotnych, a w krańcowym przypadku do konsekwencji katastrofalnych, oraz uszkodzenia jawne
- II. - wpływające na bezpieczeństwo ludzi i/lub środowiska,
- III. - wpływające na działalność operacyjną,
- IV. - nie wpływające na działalność operacyjną.

To wyraźne rozgraniczenie pomiędzy uszkodzeniami ukrytymi i jawnymi w ocenie konsekwencji jest jedną z cech, która odróżnia klasyczny RCM zdefiniowany przez Stana Nowlana i Howarda Heapa od metod wcześniej stosowanych w lotnictwie cywilnym USA (np. MSG-2).

Kryteria SAE dodały jeden element do pierwotnej wersji kategorii wg Nowlana i Heapa, a mianowicie kryterium bezpieczeństwa środowiska. W 1978 roku ludzie byli znacznie mniej uczuleni na sprawy ochrony środowiska niż obecnie. Wpływ na środowisko był rozumiany przede wszystkim w znaczeniu opłat i kar za zanieczyszczanie, które większość firm uwzględniała w swoich bilansach.

Po serii katastrof ekologicznych w latach 80-tych (Bhopal, Czernobyl, Exxon Valdez) podjęto drastyczne restrykcje proekologiczne wobec biznesu w wielu krajach. Skażenie środowiska jest traktowane jako przestępstwo i grozi nawet całkowitym zamknięciem zakładu, dla kierownictwa firmy karami więzienia, a dla udziałowców drastycznym spadkiem wartości akcji spółki.

Konsekwencje ekologiczne uzyskały, więc w metodzie RCM właściwą rangę.

Pytanie 6: Działania proaktywne

- Jakie działania należy podjąć, aby przewidzieć uszkodzenie lub zabezpieczyć się przed jego wystąpieniem?

Zagadnienie jest złożone i dlatego kryteria dla tego pytania zostały podzielone na dwie grupy. Pierwsza grupa odnosi się ogólnie do doboru polityki zarządzania utrzymaniem zasobów, druga natomiast, dotyczy planowych zadań i przedziałów czasowych ich realizacji.

Standard wymaga, aby przy doborze odpowiednich polityk zarządzania utrzymaniem zasobów kierować się zasadą, że nic dotąd nie robiono w kierunku prewencji oraz, by nie czynić żadnych założeń, co do bieżącego stanu zużycia zasobu.

Wymagane jest również dobieranie tylko takich zadań planowych, które są uzasadnione technicznie, czasowo oraz ekonomicznie.

Zadania proaktywne wyprzedzające z założenia wystąpienie uszkodzenia danego komponentu (pojedynczej części lub całego podzespołu) systemu, to:

1. odnawianie komponentu zanim osiągnie wiek maksymalny („*scheduled restoration tasks*” - odpowiednik przeglądów konserwacyjnych i remontów planowych opartych na harmonogramie czasowym, przebiegu, dostępności urządzenia);
2. pozbywanie się komponentu zanim osiągnie wiek maksymalny, planowe wybrakowanie niezależnie od stanu zużycia komponentu („*scheduled discard tasks*”) – podobnie jak poprzednie działanie traktowane, jako prewencyjne;
3. działania podejmowane w wyniku oceny stanu technicznego komponentu – pomiary diagnostyczne zewnętrzne, monitorowanie wskaźników własnych urządzeń, obserwacja stanu technicznego dla wykrycia potencjalnie możliwego uszkodzenia, defektacja („*on-condition tasks*”, „*condition monitoring*”) pozwalają sformułować prognozę wystąpienia uszkodzenia.

W każdym przypadku należy ocenić, czy z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia warto dane zadanie wykonywać, a następnie dobrać dla niego właściwe przedziały czasowe.

Pytanie 7: Pozostałe działania standardowe

- Co należy zrobić w przypadku, kiedy nie można dobrać żadnego działania proaktywnego?

To pytanie odnosi się do jednej kategorii działań planowych i dwóch – nieplanowych.

1. **Poszukiwanie ukrytego uszkodzenia.** Tutaj standard określa kiedy warto i należy zastosować planowe poszukiwanie ewentualnych uszkodzeń ukrytych (*failure-finding task*), których przyczyny rozwijają się niepostrzeżenie dla operatora. Wykładnia standardu mówi, że należy poszukiwać stanu, w którym uszkodzenie ukryte już zaistniało – w odróżnieniu od działań diagnostycznych, dostarczających sygnały o możliwości zaistnienia uszkodzenia. W szczególności należy zapobiegać przyczynom takich uszkodzeń ukrytych, które mogą pociągnąć za sobą całą serię awarii prowadzących do katastrofalnych konsekwencji.
2. **Przeprojektowanie** - decyzja o dokonaniu zmiany w kontekście operacyjnym danego obiektu lub jego części („redesigning” - przeprojektowanie konstrukcji komponentu lub zmiana sposobu pracy, dodatkowe przeszkolenie obsługi, zmiany w dokumentacji operacyjnej i procedurach użytkowania).
3. Decyzja o **świadomym dopuszczeniu do powstania uszkodzenia** („run-to-failure”) dla uszkodzeń o relatywnie niewielkich konsekwencjach.

Pozostałe zagadnienia ujęte w standardzie

Standard SAE bierze dodatkowo pod uwagę kilka istotnych czynników:

- wiele danych uzyskanych w wyniku wstępnej analizy jest nieprecyzyjnych, ale przyjmuje się, że bardziej dokładne dane będą możliwe do uzyskania w przyszłości;
- sposób, w jaki zasób jest eksploatowany - włącznie z wymaganiami opisanymi parametrami operacyjnymi, może zmieniać się w czasie;

- technika utrzymywania zasobu w wymaganej sprawności również ewoluuje w czasie i w przyszłości nowa może zastąpić obecnie stosowaną.

W związku z tym, program eksploatacji i serwisowania zasobu wymaga okresowych weryfikacji dla dostosowywania go do zmieniających się wymagań użytkowników i warunków pracy. Każda jednak weryfikacja dotycząca danych źródłowych dla podejmowania decyzji eksploatacyjnych oraz samych decyzji powinna być przeprowadzona dokładnie według wszystkich reguł standardu.

Kolejnym zagadnieniem jest powiązanie harmonogramów przeglądów prewencyjnych z danymi pozyskiwanymi na podstawie monitoringu stanu technicznego zasobu. Niektórzy dostawcy rozwiązań informatycznych wykorzystują algorytmy matematyczne (nierzadko całkiem skomplikowane) odpowiednie dla obliczania okresów przeglądów planowych do wyliczania interwałów działań opartych na ocenie stanu technicznego. Algorytmy te ukryte są w oprogramowaniu, zaś użytkownik nie otrzymuje instrukcji odpowiednich do oceny właściwości zastosowania tych algorytmów.

Standard podkreśla konieczność oparcia takich algorytmów na solidnych logicznych podstawach, a także uzyskania aprobaty użytkowników i właścicieli zasobu dla stosowania takich rozwiązań.

4. Zagadnienia nie ujęte w standardzie

Równie ważne jak treść merytoryczna standardu SAE JA-1011 jest podkreślenie zakresu, który standard ten świadomie pomija.

- **Po pierwsze**, standard nie narzuca żadnego schematu logicznego podejmowania decyzji eksploatacyjnych ograniczając się jedynie do podania kryteriów istotności konsekwencji uszkodzeń. Nie istnieje jeden wzorcowy i uniwersalny diagram logiczny drzewa decyzji.

— **Po drugie**, standard nie mówi w jaki sposób należy przeprowadzać analizę RCM. W praktyce, w różnych sytuacjach najlepsze efekty wdrożeniowe można uzyskać całkiem odmiennym podejściem.

- Grupy formalnie moderowane. Analizę mogą przeprowadzać zespoły własnych specjalistów przeszkolone przez konsultantów RCM. Konsultant – moderator prowadzi robocze warsztaty analityczne z zespołami składającymi się z przedstawicieli służb eksploatacyjnych i operatorów urządzeń.
- Analitycy RCM. Analizy są wykonywane przez jednego lub kilku specjalistów znających dane środowisko techniczne, którzy pozyskują informacje ze wszystkich dostępnych źródeł istniejących w organizacji.
- Analizy nieformalnie moderowane. Jest to kombinacja dwu poprzednich sposobów. Konsultanci – moderatorzy współpracują z kluczowymi ekspertami określonych obszarów oraz sami pozyskują dane z innych źródeł. Nie są organizowane formalne grupy warsztatowe. Konsultanci docierają do odpowiednich osób, dokumentów oraz obserwują praktyki eksploatacyjne. Jeżeli jest potrzeba, organizują spotkania i dyskusje robocze z kompetentnymi osobami.

Nie zaleca się upraszczania analizy na zasadzie odnoszenia się jedynie do istniejących działań i schematów utrzymania ruchu lub kopiowania wprost wyników dotyczących takich samych lub podobnych urządzeń. Może to doprowadzić do istotnych luk w programie eksploatacji. Lista dotychczas ujawnionych przyczyn uszkodzeń nie musi być kompletna. Należy wypośrodkować pomiędzy analizowaniem jedynie ujawnionych i uznanych przyczyn uszkodzeń, a wyłącznie nowych przyczyn.

Dla bardziej skomplikowanych projektów powinno być zastosowane narzędzie informatyczne oparte na relacyjnej bazie danych, które umożliwi sprawne prowadzenie wielowątkowej analizy funkcjonalnej (FMECA).

— I wreszcie **po trzecie** – standard nie określa, które zasoby powinny podlegać procesom RCM. Mogą to być wszystkie zasoby określonego przeznaczenia, a

w innym przypadku tylko takie, które kierownictwo firmy uznaje za krytyczne dla skutecznej działalności biznesowej i operacyjnej firmy.

5. Stosowanie standardu

Oczekuje się, że standard procesu RCM będzie wdrożony przez te organizacje, które wierzą w skuteczność zawartych w nim reguł i pragną dostosować swoje praktyki zarządzania zasobami majątkowymi do tych reguł.

Wprowadzenie RCM do praktyki eksploatacyjnej nie jest proste.

Wymaga sporego nakładu na żmudne prace analityczne prowadzone w zespołach mieszanych, grupujących specjalistów ze strony służb serwisowych, użytkowników operacyjnych analizowanych obiektów oraz projektantów i technologów. Warto jednak podkreślić, że szczególnie w tych środowiskach, gdzie błąd człowieka, nieprzewidziane zagrożenia lub uszkodzenia, których można było uniknąć pociągają za sobą poważne konsekwencje, wysiłek ten powinien się opłacić.

Dotyczy to wszystkich branż przemysłu i wszystkich obszarów ludzkiej aktywności.

Rozszerzając zalecenia ujęte w standardzie SAE JA-1011 stowarzyszenie SAE International wydało w styczniu 2002 roku kolejny standard SAE JA-1012 „A Guide to the Reliability-Centered Maintenance Standard”, podkreślając, że niektóre interpretacje metody RCM przynoszą efekty odwrotne do zamierzonych, a niektóre mogą być wręcz groźne w swoich konsekwencjach.

Opracował: Krzysztof Stańczuk

Na podstawie źródeł:

“Standard To Define RCM”, Dana Netherton, American Management Systems, Inc.

“RCM Comes Home To Boeing”, Dennis Westbrook, Robert Ladner, BCA i Anthony Mac Smith, AMS Associates.

“Reliability-centred Maintenance – An Introduction”, John Moubray, Aladon Ltd.

“RCM in the Public Domain: An Overview of the US Naval Air Systems Command’s RCM process”, JC Leverette and A. Echeverry, Anteon Corporation.

“Place des EPS dans un programme de durée de vie”, N. Devictor, Direction du GEA/CADARACHE.