

PRZEGLĄD MODELI OCEN EKSPLOATACYJNYCH SYSTEMÓW TECHNICZNYCH

Andrzej LOSKA

Streszczenie: Artykuł przedstawia przegląd ilościowych modeli ocen eksploatacyjnych w odniesieniu do systemów technicznych oraz służb utrzymania ruchu przedsiębiorstw przemysłowych. W pierwszej części przedstawiono założenia metodologiczne budowy i klasyfikacji takich modeli. W dalszej części dokonano analizy istniejących i najczęściej stosowanych w tym zakresie rozwiązań modelowych. W ostatniej części przedstawiono własne spostrzeżenia autora dotyczące praktycznego wykorzystania określonych miar oraz zasygnalizowano autorski sposób rozwiązania problemu modelowania ocen eksploatacyjnych, jako kolejny etap badań w ramach przygotowywanej rozprawy habilitacyjnej.

Słowa kluczowe: modele eksploatacyjne, wskaźniki eksploatacyjne, OEE, niezawodność.

1. Wprowadzenie

Zadaniem każdej organizacji jest stworzenie zasad i reguł, według których można osiągnąć określony porządek. Reguły te powinny mieć rozsądny zakres zarówno szczegółowości jak i elastyczności, ponieważ organizacja przedsiębiorstwa musi być stale dostosowywana do zmieniających się warunków działania. Dotyczy to również organizacji utrzymania ruchu jako specjalnego wyodrębnionego pionu organizacyjnego w przedsiębiorstwie. Działania realizowane w ramach takiej organizacji w większości przedsiębiorstw produkcyjnych polegają na rozwiązywaniu różnorodnych problemów wynikających z procesu produkcyjnego. W szczególności, poprzez poprawę efektywności eksploatacji, która w praktyce przekłada się na wzrost (wydłużenie) zdatności urządzeń, ograniczenie awarii i przestojów maszyn i urządzeń oraz właściwą organizację i realizację prac obsługowych i konserwacyjnych, możliwe jest utrzymanie ciągłości produkcji, zwiększenie wydajności i poprawa jakości produkowanych wyrobów oraz ograniczenie kosztów eksploatacji maszyn i urządzeń, a co za tym idzie ograniczenie kosztów produkcji i produktu.

Zdolność do skutecznego funkcjonowania służb eksploatacyjnych przedsiębiorstwa, stwarza konieczność rzetelnego wartościowania realizowanych działań. W tym celu w działach utrzymania ruchu przedsiębiorstw przemysłowych, wprowadza się zbiory wskaźników, których wartości mają w konsekwencji stanowić podstawę optymalizacji procesu decyzyjnego oraz poprawy jakości wykonawstwa prac obsługowo-naprawczych.

Artykuł ten zawiera wyniki przeprowadzonych analiz w obszarze teoretycznych i praktycznych (przemysłowych) aspektów istniejących ilościowych modeli ocen eksploatacji obiektów technicznych i funkcjonowania służb utrzymania ruchu.

2. Podstawy metodologiczne

Jako punkt wyjścia do rozważań nad modelami ocen można przyjąć główne cele eksploatacyjne, które odnoszą się zarówno do samego obiektu technicznego, działań realizowanych z jego udziałem, jak również techniczno-organizacyjnego otoczenia systemu eksploatacji. Cele te obejmują m.in.[2]:

- wydłużanie czasu efektywnej pracy eksploatowanych obiektów technicznych,
- skracanie czasu odnawiania zdadności eksploatacyjnej obiektów przy równoczesnym polepszaniu jakości odnawiania,
- zwiększanie trwałości i niezawodności obiektów eksploatacji,
- zmniejszanie zużycia materiałów eksploatacyjnych (paliwa, oleje, smary, inne nośniki energii itp.),
- optymalizację gospodarki częściami zamiennymi,
- optymalizację przepływu informacji w systemie technicznym,
- kształcenie specjalistów w zakresie eksploatacji,
- formułowanie zaleceń i kryteriów "eksploatacyjnych" dla procesów projektowania i konstruowania oraz wytwarzania środków technicznych,
- usprawnianie warunków użytkowania obiektów technicznych, polepszanie bezpieczeństwa pracy pracowników, eliminację zagrożeń środowiska wywoływanych przez użytkowanie obiektów technicznych.

Skuteczność realizacji powyższych celów może i powinna być przedmiotem ilościowej oceny i w konsekwencji, działań korygujących. Ocena taka powinna odnosić się do cech obiektów i realizowanych procesów eksploatacyjnych. W aspekcie praktycznego wykorzystania miar do oceny eksploatowania obiektów technicznych oraz realizowanych z ich udziałem procesów eksploatacyjnych, można wyróżnić kilka kluczowych cech, które obejmują [2, 6]:

- stan techniczny, będący miarą możliwości użytkowania obiektu w określonym czasie,
- niezawodność opisująca gotowość obiektu do działania w ujęciu statystycznym,
- jakość opisująca zdolność obiektu do zaspokojenia stwierdzonych lub przewidywanych potrzeb,
- funkcjonalność opisująca obiekt w sferze kontaktów z człowiekiem,
- efektywność opisująca obiekt pod względem wydajności,
- obsługiwalność opisująca podatność obiektu na wykonywanie czynności obsługowych,
- diagnostyczność opisująca podatność obiektu na pozyskiwanie informacji o stanie technicznym.

Powyższe cechy należy traktować bardziej jako grupy, aniżeli pojedyncze wielkości. W ramach każdej grupy można zlokalizować miary (wskaźniki), opisujące i oceniające wybrane aspekty eksploatacyjne obiektów/systemów technicznych, jak również funkcjonowania służb utrzymania ruchu. W praktyce miary te powinny stanowić skuteczne narzędzie do:

- wartościowania charakterystycznych wielkości dla potrzeb ilościowej oceny obiektów technicznych i służb utrzymania ruchu,
- porównywania pomiędzy poszczególnymi komórkami organizacyjnymi/pionami przedsiębiorstwa w określonych interwałach czasowych,

- podejmowania działań doskonalących w oparciu o wyniki analiz z wykorzystaniem wartości miar.

3. Charakterystyka wybranych modeli ocen eksploatacyjnych

W praktyce eksploatacyjnej istnieje wiele modeli matematycznych stanowiących podstawę ilościowej oceny eksploataowania obiektów technicznych oraz funkcjonowania służb utrzymania ruchu.

Dlatego też w dalszej części zostaną przedstawione wyniki przeprowadzonych przez autora badań nad tymi modelami, które w praktyce eksploatacyjnej mają charakter dominujący. W szczególności, przeprowadzona analiza w przedsiębiorstwach różnych branż wykazała, że najczęściej stosowane są miary wynikające z trzech ogólnych modeli:

1. modelu niezawodnościowego,
2. modelu efektywności eksploatacyjnej OEE (Overall Equipment Effectiveness),
3. modelu organizacyjno-technicznego KPI (Key Performance Indicators).

3.1. Obliczeniowe modele niezawodnościowe

Model niezawodnościowy pozwala na wyznaczanie miar eksploatacyjnych w ujęciu statystycznym. W praktyce przemysłowej model ten jest powiązany z jedną z kilku strategii, w ramach których decyzje eksploatacyjne dotyczące możliwości użytkowania obiektów technicznych, a także terminy i zakresy prac obsługowo-naprawczych wynikają z czasowej analizy statystycznego obrazu funkcjonowania wielu obiektów tego samego typu. Chodzi tu w szczególności o strategię według ilości wykonanej pracy, która polega na podejmowaniu decyzji i realizacji zadań użytkowych i obsługowych w oparciu o z góry ustalone kryteria wynikające z miar niezawodnościowych. Obecnie coraz częściej stosuje się modyfikacje i rozszerzenia tej strategii, które przyjmują formę filozofii zarządzania utrzymaniem ruchu, np. RCM (Reliability Centered Maintenance), czy WCM (World Class Manufacturing).

Najważniejszą wielkością stanowiącą podstawę metodologiczną miar niezawodnościowych jest funkcja niezawodności, która w ujęciu literaturowym jest określana jako prawdopodobieństwo poprawnej pracy obiektu w założonym czasie [2, 1]:

$$R(t) = P\{t \leq T\} \quad (1)$$

Powyższa zależność oznacza prawdopodobieństwo, że obiekt który rozpoczął pracę w chwili $t=0$, nie ulegnie uszkodzeniu przed upływem chwili $t \leq T$, gdzie T jest trwałością. Model niezawodnościowy przekłada się w praktyce na wskaźniki, które mogą odnosić się do:

1. obiektów eksploatacji w ujęciu technicznym - miary stanowiące wynik (w postaci prawdopodobieństwa) identyfikacji stanu technicznego odniesionego do określonych klas stanów,
2. obiektów eksploatacji w ujęciu organizacyjno-technicznym - miary wynikające zarówno z identyfikacji stanu technicznego, jak również działalności organizacyjno-ekonomicznej służb eksploatacyjnych.

Do najważniejszych miar niezawodnościowych przyporządkowanych do pierwszej grupy można zaliczyć:

- niezawodność obiektu technicznego (w ujęciu rozkładu wykładniczego) [1]:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (2)$$

gdzie: λ - intensywność uszkodzeń,

- współczynnik gotowości technicznej (prawdopodobieństwo znalezienia się obiektu w klasie stanu zdatności w chwili t) [2]:

$$K_g(t) = 1 - F(t) + \int_0^t [1 - F(t-x)] \cdot \mu(x) dx \quad (3)$$

gdzie: $F(t)$ - dystrybuanta rozkładu czasu zdatności między uszkodzeniami, $\mu(t)$ - funkcja gęstości odnowy obiektu.

Miary niezawodnościowe przynależne do drugiej grupy obejmują m.in.:

- średni czas pomiędzy uszkodzeniami (MTBF - Mean Time Between Failures) [5]:

$$MTBF = \frac{\text{Czas działania (operacyjny)}}{\text{Ilość uszkodzeń w jednostce czasu}} \quad (4)$$

- średni czas do naprawy (MTTR - Mean Time To Repair), uwzględniający czas reakcji na podjęcie działań naprawczych,
- średni czas przestoju/naprawy (MFOT - Mean Force Outage Time), rozpoczynający się od podjęcia działań naprawczych wraz z oczekiwaniem na dostarczenie koniecznych zasobów.

W praktyce przemysłowej w aspekcie wykorzystania miar niezawodnościowych w procesie decyzyjnym w odniesieniu do zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu, ważnym zadaniem jest nie tyle uzyskanie konkretnych wartości określonych wielkości, ale odniesienie ich do najważniejszych cech eksploatacyjnych (które zostały omówione w p.2). W szczególności, dąży się do uzyskania odpowiedzi na następujące pytania:

- jaka jest niezawodność obiektu/systemu technicznego?
- jaka jest obsługiwalność obiektu/systemu technicznego?
- jaka jest efektywność obiektu/systemu technicznego?

Nie bez znaczenia są tutaj wzajemne relacje wymienionych powyżej cech, które w tym przypadku prowadzą do utworzenia dwóch modeli, które w warunkach przemysłowych mogą w sposób bezpośredni stanowić podstawę decyzyjną w odniesieniu do eksploatowanych obiektów/systemów technicznych.

1. Model dostępności obiektów/systemów technicznych, opisywany następującą zależnością:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MFOT} \quad (5)$$

Model ten przedstawia zależność uwzględniającą średni czas pomiędzy awariami i średni czas przestoju. W odniesieniu do cech obiektów/systemów technicznych

wyrażenie to reprezentuje związek pomiędzy szeroko rozumianą niezawodnością a obsługiwalnością. Oczekiwana dostępność zakłada maksymalizację MTBF przy minimalizacji MFOT.

2. Model efektywności obiektów/systemów technicznych, opisywany następującą zależnością:

$$E = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \quad (6)$$

Model ten odzwierciedla zależność uwzględniającą średni czas pomiędzy awariami i średni czas do naprawy (do podjęcia działań naprawczych). W odniesieniu do cech obiektów/systemów technicznych wyrażenie to, podobnie jak poprzednio, reprezentuje związek pomiędzy szeroko rozumianą niezawodnością a obsługiwalnością, jednakże w tym przypadku obsługiwalność ma trochę inny wyraz, gdyż w większym stopniu odzwierciedla skuteczności i szybkości reakcji w aspekcie organizacyjnym (system informacyjny, proces decyzyjny). Te uwarunkowania powodują powiązanie powyższej zależności właśnie z efektywnością, szczególnie w odniesieniu do służb utrzymania ruchu przedsiębiorstwa.

3.2. Obliczeniowy model efektywności OEE

Model efektywności OEE (Overall Equipment Effectiveness) jest najważniejszym elementem ilościowej oceny strategii TPM (Total Productive Maintenance). Ze względu na dużą elastyczność modelu jest on stosowany również w tych przedsiębiorstwach, które nie wdrożyły tej strategii.

Miara strategii TPM wynika z konieczności dążenia do jednego z najważniejszych jej celów, czyli maksymalizacji efektywności eksploatacji obiektów/systemów technicznych. Realizacja tego celu, czyli uzyskanie maksymalnej efektywności eksploatacji jest możliwe poprzez osiągnięcie:

1. maksymalnej dostępności obiektów dla celów użytkowania,
2. maksymalnej efektywności działania,
3. maksymalnie wysokiej jakości wynikającej z funkcji celu obiektu eksploatacji.

Model efektywności OEE wyraża całkowitą efektywność eksploatacji za pomocą trzech głównych czynników [4, 3]:

– dostępności:

$$D = \frac{t_d - t_p}{t_d} \quad (7)$$

gdzie: t_d - czas dostępny dla eksploatacji, t_p - czas postoju,

– efektywności działania:

$$E = \frac{t_c \cdot n}{t_o} \quad (8)$$

gdzie: t_c - teoretyczny czas cyklu obsługowo-naprawczego, n - ilość przetworzona, t_o - operacyjny czas działania,

- jakości:

$$J = \frac{n - d}{n} \quad (9)$$

gdzie: n - ilość przetworzona, d - ilość defektów.

Model efektywności reprezentowany tutaj przez ogólny wskaźnik OEE stanowi iloczyn opisanych powyżej czynników, czyli:

$$OEE = D \cdot E \cdot J \quad (10)$$

Przy czym należy zwrócić uwagę na fakt, że ze względu na sposób obliczenia OEE (iloczyn wartości wskaźników cząstkowych) w przypadku tego modelu ważna jest nie tyle bezwzględna wartość OEE, ale wnioski wynikające ze sposobu jej uzyskania.

Interpretacja matematyczna wartości wskaźnika OEE powinna mieć charakter geometryczny. W szczególności, OEE można przedstawić w układzie trójwymiarowym, w którym osie reprezentują poszczególne wskaźniki cząstkowe. W takim ujęciu wnioski i decyzje wynikające z tego modelu muszą odnosić się do:

- wartości bezwzględnej OEE,
- wpływu poszczególnych czynników na tę wartość,
- kierunku i wartości zmiany OEE.

Na wartość wskaźnika efektywności OEE (zmniejszenie efektywności) wpływa przede wszystkim sześć głównych przyczyn strat w sferze eksploatacji, zawartych w trzech kategoriach, w szczególności:

- I. Straty czasu - przestoje i postoje, obejmujące:
 1. uszkodzenia obiektu eksploatacji - straty czasu na oczekiwanie na wykwalifikowany personel wzywany do naprawy, straty czasu na dokonanie naprawy, straty dodatkowe (najczęściej organizacyjne) związane z przywróceniem pełnej sprawności, straty czasu na dodatkowe prace związane z usuwaniem tzw. skutków wtórnych uszkodzenia/awarii, straty związane z usuwaniem uszkodzenia/awarii w warunkach niekorzystnych, z niedostatecznym przygotowaniem, ze zwiększonym ryzykiem i zagrożeniem bezpieczeństwa,
 2. nastawy i regulacje - najczęściej straty czasu związane z przejściem na inny profil działania obiektu eksploatacji (np. przejście na wytwarzanie innego asortymentu), regulacje prowadzące do osiągnięcia odpowiednich parametrów, a w konsekwencji właściwej jakości produktu, trwają zwykle najdłużej i działają niekorzystnie (destrukcyjnie) na organizację procesu realizacji celów (np. procesu produkcyjnego),

II. Straty (obniżenie) prędkości działania, obejmujące:

3. krótkie przestoje i bieg jałowy - zwykle są to straty pomijane, a przyczyny ignorowane ze względu na fakt, że są one bardzo krótkie (najczęściej do kilku minut), za to ich sumaryczna ilość w sposób znaczny wpływa na ogólny czas przestoju,

4. redukcja prędkości - straty występujące w przypadku różnicy pomiędzy parametrami nominalnymi (założonymi) a parametrami bieżącymi dotyczącymi szybkości działania obiektu, co objawia się symptomami jakościowymi celów lub funkcjonalnymi obiektów eksploatacji,

III. Straty ze względu na defekty, obejmujące:

5. błędy i defekty procesu - zwykle dobrze monitorowane straty wpływające w głównej mierze na jakość celów (np. produktów),

6. straty przy rozruchu- straty ilościowe i jakościowe związane z dochodzeniem do pełnej wydajności podczas rozruchu obiektów eksploatacji aż do uzyskania założonych parametrów pracy.

Na rys. 1 przedstawiona została zależność pomiędzy różnymi rodzajami czasów dla obiektu eksploatacji, głównymi przyczynami strat a wielkościami składającymi się na ogólny wskaźnik efektywności eksploatacji obiektów.

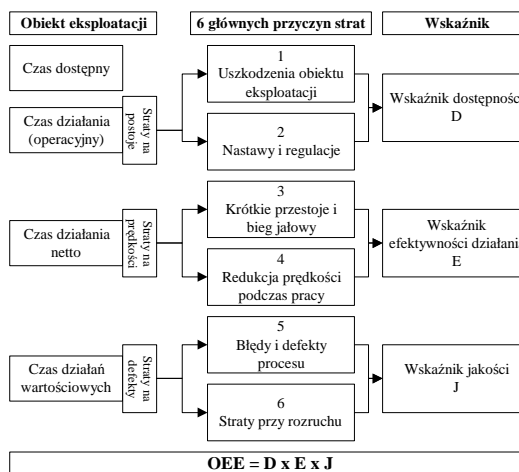
3.3. Obliczeniowy model organizacyjno-techniczny KPI

Model organizacyjno-techniczny KPI (Key Performance Indicators) obejmuje zbiór kluczowych miar wydajności i efektywności. Miary te w założeniu pozwalają na kompleksową ocenę procesu realizacji celów służb utrzymania ruchu, czyli w praktyce muszą być ściśle związane ze strategią eksploatacyjną przedsiębiorstwa.

Na podstawie przeprowadzonych badań, można stwierdzić że istnieje wiele odmian modelu KPI, które odnoszone są do konkretnych obszarów zastosowań. Dlatego też od kilku lat istniała potrzeba ujednoczenia zarówno w zakresie miar objętych tym modelem, jak również interpretacji poszczególnych wskaźników i ogólnego modelu KPI. Na tej podstawie powstała norma EN 15341:2007 (Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators), opracowana przez Europejski Komitet Normalizacji (CEN), która zawiera ujednoczony zbiór miar będących elementami modelu KPI.

Wskaźniki organizacyjno-techniczne KPI zawarte w normie EN 15341:2007 pozwalają na:

- pomiar stanu obiektów i służb eksploatacyjnych,
- porównywanie cech wewnętrznych i zewnętrznych działań służb eksploatacyjnych,
- diagnozowanie słabych punktów służb eksploatacyjnych,



Rys. 1. Podstawa określania wskaźnika OEE [4]

- identyfikację celów działań obsługowo-naprawczych,
- planowanie działań poprawy jakości wykonawstwa prac,
- stały nadzór nad zmianami organizacyjno-technicznymi.

Norma zawiera 72 wskaźniki wraz ze szczegółową interpretacją elementów, które się na nie składają. Ze względu na ich dużą ilość zostały one uporządkowane według dwóch kryteriów:

- typów decyzji/działań podejmowanych przez służby utrzymania ruchu,
- poziomów decyzyjnych, z których wynikają.

Sposób uporządkowania mir w ramach modelu KPI przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Wykaz wskaźników KPI [7]

		Poziom decyzyjny		
		Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
Typy decyzji/działań	Wskaźniki ekonomiczne	E1, E2, E3, E4, E5, E6	E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14	E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24
	Wskaźniki techniczne	T1, T2, T3, T4	T5, T6	T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21
	Wskaźniki organizacyjne	O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8	O9, O10	O11, O12, O13, O14, O15, O16, O17, O18, O19, O20, O21, O22, O23, O24, O25, O26

Typy decyzji/działań są oczywiste i nie wymagają dodatkowej interpretacji, natomiast dodatkowego wyjaśnienia wymaga podział na poziomy decyzyjne, w szczególności:

- poziom 1 - wskaźniki dotyczące działalności przedsiębiorstwa jako całości,
- poziom 2 - wskaźniki dotyczące działalności pionu technicznego przedsiębiorstwa (działu utrzymania ruchu),
- poziom 3 - wskaźniki dotyczące działalności brygad i pracowników eksploatacyjnych.

Wskaźniki te w aspekcie poszczególnych poziomów mogą podlegać interpretacji i porównywaniu z wartościami uzyskiwanymi w innych przedsiębiorstwach danej branży. Wybrane przykładowe wskaźniki uwzględnione w tabeli 1, to:

- E1 - całkowity względny koszt działań obsługowo-naprawczych dla obiektu technicznego:

$$E1 = \frac{\text{całkowity koszt działań obsługowo – naprawczych}}{\text{wartość wymiany (nowego) obiektu technicznego}} \quad (11)$$

- T7 - dostępność obiektów dla prac prewencyjnych

$$T7 = \frac{\text{czas prac prewencyjnych związanych z postojem}}{\text{całkowity czas postoju}} \quad (12)$$

- O1 - względna ilość pracowników wewnętrznych utrzymania ruchu

$$O1 = \frac{\text{ilość personelu wewnętrznego}}{\text{całkowita ilość personelu}} \quad (13)$$

4. Wybrane aspekty wykorzystania ilościowych modeli ocen eksploatacyjnych w praktyce przemysłowej

Powyższe rozważania, jak również doświadczenie praktyczne autora pozwalają przyjąć stwierdzenie, że każdy z proponowanych powyżej modeli ilościowych może stanowić podstawę oceny eksploataowania obiektów/technicznych i funkcjonowania służb utrzymania ruchu.

Niezależnie od przyjętego modelu, wskaźniki mogą przyjmować jedną z postaci:

- proste wskaźniki typu odniesienie jednej wielkości do drugiej dla przyjętych określonych kryteriów wyboru,
- iloraz wyrażony często w postaci procentu (np. koszt/m³ dla wybranych konkretnych jednostek organizacyjnych),
- udział procentowy kilku wielkości w ich sumie (postać powszechnie nazywana „ciasteczkami” – nazwa pochodzi od wyglądu prezentacji graficznej),
- wskaźniki typu funkcjonal (określanego w postaci wyniku równania matematycznego, często złożonego, którego poszczególne fragmenty stanowią inne wskaźniki, wynik obliczeń według innych funkcji np. OEE = Wskaźnik dostępności[%] * Wskaźnik wykorzystania[%] * Wskaźnik jakość[%]).

Analiza wskaźników może być prowadzona w zależności od potrzeb zarządczych w postaci:

- prostych zestawień poszczególnych wskaźników w układzie tabelarycznym (wykresy) dla porównań w określonych przyjętych okresach czasowych (np. miesiąc, rok),
- grupowania/sortowania według przyjętych uprzednio kryteriów (np. analiza Pareto dla określania najistotniejszych elementów w zbiorze),
- badań zależności o charakterze statystycznym, korelacji pomiędzy określonymi parametrami dla określania wzajemnych relacji i przyczynowości,
- tworzenia symulacji „co?-jeśli?” – wspierania decyzji zarządczych,
- wykorzystania metod „scenariuszy” w tworzeniu „najlepszych praktyk” działań.

Należy jednocześnie podkreślić, że warunkiem koniecznym wdrożenia skutecznego systemu ilościowej oceny eksploataowania obiektów/systemów technicznych i funkcjonowania służb utrzymania ruchu powinien być ciąg działań obejmujący:

- zdefiniowanie celów wartościowania działań,
- opracowanie zbioru ilościowych miar (wskaźników) oddających w możliwie największym stopniu efektywność i jakość prowadzonych prac obsługowo-naprawczych,
- wybór wskaźników najbardziej odpowiednich z punktu widzenia interesu poszczególnych odbiorców raportów, dla których kierowane są opracowane miary,
- określenie sposobu pozyskiwania danych dla potrzeb wybranych wskaźników,
- opracowanie sposobu obliczania wskaźników i określenie sposobu ich prezentacji, ze szczególnym uwzględnieniem częstotliwości obliczania wskaźników i technik prezentacji wyników,
- przeprowadzenie testów i walidacji, a także analiza rezultatów, jakie dają wskaźniki.

5. Wnioski

W oparciu o prowadzone przez autora badania nad możliwością i skutecznością wykorzystania wybranych wskaźników eksploatacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych różnych branż (jeden z etapów badań nad rozprawą habilitacyjną), można stwierdzić, że często w praktyce występują problemy, które sprowadzają się między innymi do:

- wyboru odpowiednich miar dla potrzeb konkretnego przedsiębiorstwa,
- określenia ważności miar w kontekście procesu podejmowania decyzji.

Powyższe problemy są istotne, jeżeli model oceny budowany jest jednocześnie w oparciu o dość duży zbiór wskaźników, których znaczenie w określonych warunkowaniach organizacyjno-technicznych jest różne.

W takich sytuacjach autor tego artykułu proponuje model ilościowy obejmujący ustaloną (dużą) ilość szczegółowych miar z uwzględnieniem określonego systemu wartościowania (systemu wag). Prowadzone przez autora prace nad takim modelem są obecnie na etapie weryfikacji oraz testowania w oparciu o dane pochodzące z rzeczywistego środowiska pracy (przedsiębiorstwa przemysłowego branży spożywczej i przedsiębiorstwa branży komunalnej).

Istota budowy tego modelu polega na:

1. rangowaniu obiektów technicznych w oparciu o historię zdarzeń i prowadzonych prac eksploatacyjnych,
2. analizie szczegółowych wskaźników dla tych obiektów, których udział w ogólnej wartości rangi jest znaczący,
3. opracowaniu scenariuszy działań wynikających z przeprowadzonej analizy.

Opracowany model wraz z przykładami potwierdzającymi praktyczną możliwość zastosowania będzie przedmiotem kolejnej publikacji naukowej autora.

Literatura

1. Chmurawa M., Bińkowski W.: Podstawy eksploatacji i niezawodności maszyn roboczych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1980.
2. Kaźmierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych. Politechnika Śląska, Gliwice, 2000.
3. Loska A.: Bazy danych we wspomaganii zarządzania eksploatacją maszyn i urządzeń. Rozprawa doktorska, Gliwice, 2002.
4. Nakajima S.: Introduction to TPM. Total Productive Maintenance. Productivity Press, Portland, Oregon, 1988.
5. Niebel W.B.: Engineering Maintenance Management. Second edition. Marcel Dekker Inc., New York, 1994.
6. Żółtowski B.: Podstawy diagnostyki maszyn. Akademia Tech.-Rolnicza, Bydgoszcz, 1996.
7. Norma EN 15341:2007 - Maintenance - Maintenance Key Performance Indicator.

Dr inż. Andrzej LOSKA

Instytut Inżynierii Produkcji, Wydział Organizacji i Zarządzania

Politechnika Śląska

41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 26-28

tel.: (0-32) 237 77 63

fax: (0-32) 237 77 62

e-mail: Andrzej.Loska@polsl.pl