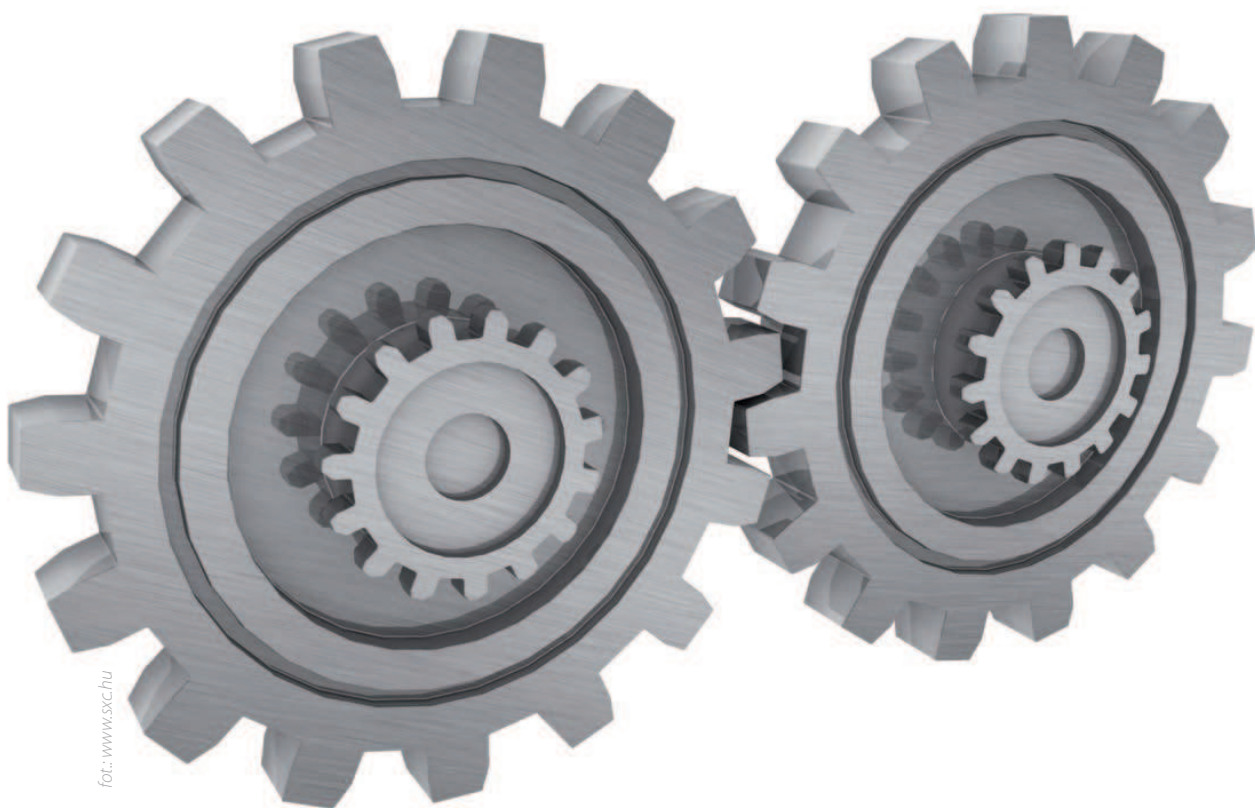




■ utrzymanie ruchu

Uniwersalny wskaznik efektywności



Arkadiusz Burnos

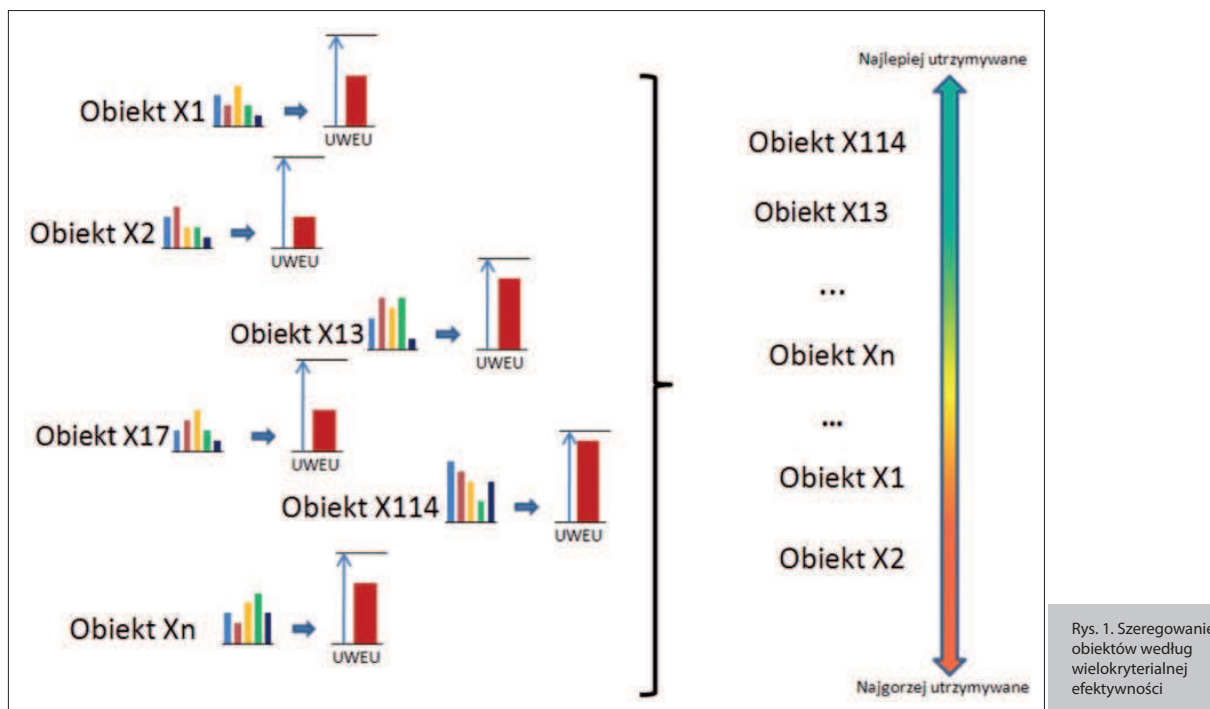
Stale wzrasta zapotrzebowanie firm produkcyjnych na metody wielokryterialnej oceny realizowanych działań. Powinny one uczciwie i rzetelnie przekazywać pożądane informacje. Utrzymanie ruchu obejmuje zazwyczaj między 2 a 10% rocznych przychodów firm produkcyjnych. Kontrola efektywności w tym obszarze jest zatem niezmiernie ważna.

Około 3 lata temu zostałem zapytany przez pewnego dyrektora technicznego o zagadnienia związane z mierzaniem efektywności. Firma, w której pracowałem, miała wdrożone niektóre wskaźniki efektywności (KPI – Key Performance Indicators) odnoszące się do zagadnień technicznych. Między innymi mierzone i analizowane były niektóre informacje związane z niezawodnością poszczególnych maszyn produkcyjnych (np. dostępność A, średni czas między awariami MTBF). W firmie dostępne były jednak niektóre informacje umożliwiające stworzenie i analizowanie innych wskaźników technicznych, ekonomicznych (związanych głównie z kosztami UR) oraz organizacyjnych (związanych przede wszystkim z organizacją pracy). Przez wspomnianego dyrektora technicznego zostałem zapytany, czy istnieje metoda zakładająca mierzenie efektywności w ujęciu wielokryterialnym – jednoczesna ocena danych technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych oraz racjonalne uszeregowanie „kluczowych” obiektów technicznych od tych najlepiej utrzymywanych do tych, których utrzymanie budzi wiele wątpliwości. Problemy, jakie sprawiało mu analizowanie poszczególnych danych, polegały na tym, że kiedy próbował analizować działania w jego niemałym parku maszynowym, napotykał na wiele informacji (technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych), które nawet po przeliczeniu na wybrane wskaźniki efektywności (KPI) nie dawały jasnego obrazu. Niektóre dane były stymulantami (im większe, tym lepiej, np. MTBF), niektóre nominatami (im bardziej zbliżone do ustalonej wartości wzorcowej, tym lepiej, np. jednostkowy koszt UR), a inne były destymulantami (im mniejsza wartość, tym lepiej, np. MTTR).

Odpowiedź na pytanie znajomego dyrektora technicznego nie jest niestety prosta. Na domiar tego podobny problem trafił do mnie również ze strony innych klientów. W rzeczywistości, gdy dzisiaj zadaję któremukolwiek dyrektorowi, kierownikowi technicznemu czy dyrektorowi fabryki pytanie, czy chciałby mieć jeden wskaźnik, który łączy w sobie informacje o różnym charakterze i pozwala na zlokalizowanie obiektów najgorzej utrzymywanych, to zazwyczaj dostaję odpowiedź, że jest to bardzo ciekawa koncepcja i jeżeli tylko możliwa, to jak najbardziej są zainteresowani.

Analizowanie dużej ilości danych równolegle musi odbywać się według jasno określonych kryteriów. W przeciągu ostatniego roku zapoznałem się z istniejącymi metodami szeregowania obiektów oraz analizy wielowymiarowej w inżynierii i innych dziedzinach. Te nie do końca przyjazne nazwy kryją się w zagadnieniu jeszcze mniej przyjaznym niektórym odbiorcom – taksonomii numerycznej. Jednak, pozostawiając te wszystkie nazwy na boku, zastanówmy się wspólnie, jak spośród 100, 200, 400 czy 1000 obiektów technicznych, dla których gromadzimy dane, wyłonić te, które są najgorzej utrzymywane w oparciu o wielokryterialną ocenę (zob. rys. 1).

Ocena ta może zawierać w sobie informacje, które są istotne dla charakteru prowadzonej przez nas działalności, np. koszty, niezawodność, bezpieczeństwo, sprawność, wydajność, jakość, organizacja pracy. Zgromadzone dane są cennym zasobem, a ich identyfikacja i analiza pozwala na doskonalenie utrzymania ruchu i co za tym idzie rozsądne dysponowanie kosztami na optymalizację niektórych procesów. Informacje mogą być reprezento-



wane przez wskaźniki efektywności (KPI), które w firmie już zostały zdefiniowane i wdrożone. Ocena oraz uszeregowanie obiektów pozwala natomiast na jednoznaczny wybór obiektów/obszarów, których utrzymanie powinno zostać zweryfikowane.

W efekcie może to oznaczać, że w wyznaczonych obszarach należałoby rozważyć:

- wybór i wdrożenie strategii utrzymania (strategia „do uszkodzenia”, strategia planowo-zapobiegawcza czy strategia wg stanu technicznego),
- podjęcie działań naprawczych,
- podjęcie działań modyfikacyjnych i/lub modernizacyjnych,
- opracowanie i wprowadzenie zmian w procedurach obsługowych,
- opracowanie i wprowadzenie zmian w realizacji obsługi logistycznej na potrzeby utrzymania (np. zamawianie, dostarczanie części zamiennych i środków utrzymania),
- przeprowadzenie profilaktycznych badań diagnostycznych,
- podjęcie działań związanych z zasobami ludzkimi w systemie eksploatacji (weryfikacja i klaryfikacja kompetencji pracowników, zmiany organizacyjne itp.),
- zabezpieczenie środków finansowych na spodziewane nadzwyczajne zdarzenia eksploatacyjne,
- inne działania o charakterze technicznym, organizacyjnym lub ekonomicznym.

Poniżej przedstawiam metodę wyznaczania UWEU – Uniwersalnego Wskaźnika Efektywności Utrzymania, który w poniższych wzorach opisałem symbolem e_i . Poniższa metoda zakłada adaptację poszczególnych działań wykorzystywanych w szeregowaniu obiektów i wielokryterialnej ocenie w ekonomii (np. wskaźnik TMAI stworzony przez prof. W. Tarczyńskiego). Tutaj metodykę tę zastosowałem na potrzeby inżynierii i zarządzania utrzymaniem ruchu.

Zapoznajmy się zatem z procedurą wyznaczania UWEU – Uniwersalnego Wskaźnika Efektywności Utrzymania e_i . Dla tych, którzy nie przepadają za wzorami matematycznymi, sądzę, że bardziej wyraźne będą zrzuty z ekranu arkusza kalkulacyjnego umieszczone w niniejszym artykule. A dla uczynienia opisu bardziej przystępnym pragnę dodać, że opisane działania w rzeczywistości można objąć jednym arkuszem kalkulacyjnym lub zautomatyzować w systemie CMMS. Nie jest to skomplikowane matematyczne działanie, jednak metoda wymaga pewnego doświadczenia w doborze i konfiguracji danych składowych, aby uzyskać rzetelne informacje wyjściowe. Wybrane wskazówki dotyczące wyboru danych umieściłem również w poszczególnych punktach.

Określenie macierzy obserwacji X

$$X = [x_{ij}] \quad (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m),$$

gdzie:

X - macierz obserwacji dokonanych na zmiennych opisujących poszczególne obiekty techniczne,

n - liczba obiektów technicznych,

m - liczba zmiennych.

Wybór obiektów do obserwacji

Obiekty brane pod uwagę mogą być dobierane z wykorzystaniem różnych sposobów. Wydaje się być uzasadnionym stwierdzenie, że powinny to być obiekty, które generują najwięcej ryzyka w systemie eksploatacji i ich liczebność powinna zostać określona przez grupę ekspertów zajmującą się analizowaniem obliczanych danych. Metoda nie posiada jednak ograniczenia i równie dobrze mogą to być wszystkie eksploatowane obiekty ujęte w programie akwizycji informacji eksploatacyjnych. Zaleca się, aby liczba obiektów nie była mniejsza niż $n_{min} = 50$. Związane jest to z możliwością określenia wiarygodnego wzorca (lub antywzorca).

Wybór zmiennych do obserwacji

Wyboru zmiennych do obserwacji należy dokonywać zgodnie z nadrzędnymi celami eksploatacyjnymi. Jeżeli nadrzędnym celem jest utrzymanie złożonych systemów eksploatacji w jak najwyższej niezawodności, należy w głównej mierze uwzględnić zmienne odpowiadające za dostarczenie informacji technicznych o niezawodności, a dopiero jako dane uzupełniające wziąć pod uwagę zmienne dotyczące kosztów utrzymania i organizacji. Taką sytuację można przypisać obiektom o dużym znaczeniu strategicznym, jak np. głównej i niemającej redundancji linii produkcyjnej wytwarzającej leki, które objęte są stałym kontraktem. Jeżeli jednak nadrzędnym celem jest maksymalne ograniczenie kosztów eksploatacji, należy w głównej mierze dobrać zmienne odpowiadające za dostarczenie takich informacji, jak sprawność energetyczna, koszty utrzymania, koszty utraconych mocy produkcyjnych (z powodu ewentualnych awarii) i jako dane uzupełniające dobrać informacje związane z niezawodnością.

Na podstawie znanych praktyk związanych z gromadzeniem i analizą informacji o eksploatacji przy użyciu różnych systemów CMMS zaleca się, aby liczba zmiennych analizowanych w systemie eksploatacji na potrzeby określenia e_i zawierała się w przedziale $m = 5 \div 15$.

Transformacja zmiennych

W celu obliczenia e_i niezbędne jest przekształcenie wszystkich zmiennych w dane o podobnym wpływie na wskaźnik uniwersalny. Jest to problem, na który napotyka każdy, kto próbuje jednocześnie analizować dane o różnym charakterze (stymulanty, destymulanty, dominanty). Należy wybrać dogodny kierunek stymulacji zmiennych. W niniejszym wariantcie wybrałem analizę stymulacyjną, co oznacza, że zmienne będące destymulantami oraz nominatami zostały przekształcone na stymulanty.

Stymulacja destymulant

$$x_{ij}^S = -x_{ij}^D,$$

gdzie:

 x_{ij}^S - wartość j -tej stymulanty dla i -tego obiektu technicznego, x_{ij}^D - wartość j -tej destymulanty dla i -tego obiektu technicznego**Stymulacja nominant**

$$x_{ij}^s = \frac{\min\{x_j^N; x_{ij}^N\}}{\max\{x_j^N; x_{ij}^N\}},$$

gdzie:

 x_j^N - nominalna (pożądana) wartość j -tej zmiennej, x_{ij}^N - wartość j -tej nominanty dla i -tego obiektu technicznego**Ujednolicanie zakresu**

W celu sprowadzenia zmiennych o różnych miarach do porównywalnych wartości z_{ij} użyto procedury standaryzacyjnej 0-1 (standaryzacja do wartości średniej równej 0 oraz odchylenia standardowego równego 1). Po zastosowaniu tej procedury znacząca większość danych (dla wszystkich zmiennych i wszystkich obiektów) będzie zawierać się w przedziale wartości -3 do 3. Natomiast relacje między nimi w poszczególnych grupach zmiennych (np. dla wybranego wskaźnika KPI) zostaną zachowane.

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_j} \quad (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m),$$

gdzie:

 $\bar{x}_j$ - średnia arytmetyczna dla j -tej zmiennej

$$\bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n}$$

 S_j - odchylenie standardowe j -tej zmiennej

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n-1}}$$

Przypisanie systemu wag poszczególnym zmiennym

W praktyce może okazać się niezbędne przypisanie wag (poziomów istotności) poszczególnym zmiennym (grupom informacji). Można dokonać tego arbitralnie – na podstawie doświadczenia i wiedzy odbiorców informacji – lub za pomocą systemu wag według określonego kryterium. Zaleca się rozważenie zastosowania systemu preferującego cechy o największej zmienności. W takim wypadku poszczególne wagi w_j będą miały następującą wartość:

$$w_j = \frac{v_j}{\sum_{j=1}^m v_j} \quad (j = 1, \dots, m),$$

gdzie:

 v_j - współczynnik zmienności j -tej zmiennej diagnostycznej przed standaryzacją

$$v_j = \frac{S_j}{\bar{x}_j}$$

Określenie wzorca i obliczenie odległości od wzorca

Zastosowano odległość Euklidesową oraz system wag oparty na współczynnikach zmienności zmiennych wykorzystanych do budowy e_i .

$$d_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m w_j (z_{ij} - z_{0j})^2} \quad (i = 1, \dots, n)$$

gdzie:

 w_j - waga (poziom istotności), $z_{0j} = \max\{z_{ij}\}$ - obiekt wzorcowy.**Normalizacja e_i**

W celu ułatwienia analizy znormalizowano uniwersalny wskaźnik utrzymania e_i , aby przyjmował wartości z przedziału 0-1.

$$e_i = 1 - \frac{d_i}{d_0} \quad (i = 1, \dots, n)$$

gdzie:

 e_i - uniwersalny wskaźnik efektywności utrzymania dla i -tego obiektu, d_0 - norma zapewniająca przyjmowanie przez e_i wartości z przedziału 0-1:

$$d_0 = \bar{d} + a \times S_d$$

$$a \geq \frac{d_{i\max} - \bar{q}}{S_d}$$

 $\bar{d}$ - średnia arytmetyczna zmiennej d , S_d - odchylenie standardowe zmiennej d .**Przykład zastosowania**

Na potrzeby niniejszego artykułu przeprowadziłem symulację wartości wybranych wskaźników efektywności. W przykładowej analizie wykorzystano dane dla 100 obiektów technicznych uznawanych przez dyrekcję za kluczowe wśród wszystkich obiektów zainstalowanych w systemie eksploatacji (ponad 2000 obiektów).

Dyrekcja wyznaczyła wybrane wskaźniki efektywności utrzymania (najistotniejsze grupy informacji), które są na bieżąco obliczane dla kluczowych obiektów technicznych oraz powinny być uwzględnione w analizie wielowymiarowej. Wybrane wskaźniki wymieniono w tabeli nr 1.

Zdefiniowano macierz obserwacji, umieszczając w niej dane dla każdego z obiektów. Przykład macierzy przedstawiono na rys. 2.

Na podstawie zgromadzonych danych przeprowadziłem kolejne kroki w celu wyznaczenia uniwersalnego wskaźnika utrzymania e_i . Uszeregowane obiekty techniczne według wartości e_i od najwyższej do najniższej wartości umieściłem w zestawieniu wynikowym w tabeli nr 3.

Tab. 1. Wybrane przez armatora wskaźniki efektywności

Opis zmiennych		Jednostka	Wpływ na efektywność	Oznaczenie wg PN-EN 15431
x1	MTBF	[h]	Stymulanta	T17
x2	MTTR	[h]	Destymulanta	T21
x3	Gotowość operacyjna	[-]	Stymulanta	T2
x4	Sprawność energetyczna rzeczywista / Sprawność energetyczna oczekiwana	[-]	Stymulanta	
x5	Całkowity koszt utrzymania / Wartość odtworzeniowa	[-]	Destymulanta	E1
x6	(Całkowity koszt utrzymania+Koszty utraconych mocy)/ Godzina pracy obiektu	[USD/h]	Destymulanta	E5 mod
x7	Czas obsługi awaryjnych/Całkowity czas przestoju obsługi	[-]	Destymulanta	O11
x8	Czas zrealizowanych obsług zapobiegawczych i inspekcyjnych/Czas zaplanowanych obsług zapobiegawczych i inspekcyjnych	[-]	Stymulanta	O25

W wyniku symulacji (na podstawie realnych danych eksploatacyjnych) wartości wskaźników efektywności dla 100 kluczowych obiektów technicznych wyznaczono dla każdego z obiektów uniwersalny wskaźnik efektywności UWEU.

Wynikiem przeprowadzonych pogłębionych analiz powinny być podjęte działania optymalizacyjne w systemie utrzymania maszyn, które mogą mieć charakter organizacyjny, techniczny, ekonomiczny lub inny. Przykład obiektu uznanego

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Rodzaj urządzenia	Nr ident.	Charakter zmiennej	Stymulanta	Destymulanta	Stymulanta	Stymulanta	Destymulanta	Destymulanta	Destymulanta	Stymulanta
		Zmienna	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
1 KOMPRESOR	X1	Obiekt 1	4761.01	94.28	0.94	0.92	0.14	12.38	0.12	0.40
2 KOMPRESOR	X2	Obiekt 2	4220.93	18.14	0.99	0.91	0.12	6.04	0.17	0.74
3 KOMPRESOR	X3	Obiekt 3	5127.64	53.04	0.99	0.97	0.70	13.63	0.27	0.52
4 KOMPRESOR	X4	Obiekt 4	10052.59	18.98	0.95	0.90	0.03	10.25	0.34	0.59
5 KOMPRESOR	X5	Obiekt 5	8689.88	14.57	0.91	0.91	0.36	35.16	0.50	0.70
6 KOMPRESOR	X6	Obiekt 6	11351.09	26.12	0.96	0.99	0.05	33.81	0.27	0.88
7 KOMPRESOR	X7	Obiekt 7	6535.20	88.10	0.93	0.95	0.31	7.10	0.05	0.75
8 KOMPRESOR	X8	Obiekt 8	3591.30	28.37	0.98	0.94	0.38	23.38	0.09	0.62
9 KOMPRESOR	X9	Obiekt 9	5953.28	71.64	0.92	0.97	0.22	25.08	0.34	0.67
10 KOMPRESOR	X10	Obiekt 10	14041.58	80.07	0.90	0.95	0.19	6.09	0.14	0.50
11 KOMPRESOR	X11	Obiekt 11	14754.08	77.00	0.94	0.85	0.12	24.14	0.37	0.62
12 KOMPRESOR	X12	Obiekt 12	6510.47	84.76	0.96	0.87	0.63	13.48	0.01	0.45
13 KOMPRESOR	X13	Obiekt 13	6943.67	60.45	0.93	0.97	0.14	24.34	0.35	0.49
14 KOMPRESOR	X14	Obiekt 14	5557.81	45.83	0.98	0.95	0.18	9.44	0.34	0.65
15 KOMPRESOR	X15	Obiekt 15	8351.94	35.24	0.96	0.97	0.43	18.27	0.04	0.82
16 KOMPRESOR	X16	Obiekt 16	5008.71	17.17	0.95	0.84	0.14	8.56	0.58	0.50
17 KOMPRESOR	X17	Obiekt 17	5463.36	25.19	0.95	0.91	0.14	13.11	0.17	0.41
18 KOMPRESOR	X18	Obiekt 18	37053.73	72.60	0.95	0.96	0.58	22.52	0.16	0.48
19 KOMPRESOR	X19	Obiekt 19	60025.01	6.91	0.93	0.81	0.02	25.18	0.01	0.55
20 POMPA	X20	Obiekt 20	36572.20	47.52	0.93	0.97	0.31	11.63	0.07	0.62
21 POMPA	X21	Obiekt 21	40885.48	87.32	0.96	0.96	0.19	10.22	0.13	0.48
22 POMPA	X22	Obiekt 22	40368.23	39.62	0.90	0.94	0.39	8.63	0.04	0.49
23 POMPA	X23	Obiekt 23	32984.23	81.86	0.99	0.83	0.16	14.11	0.30	0.39
24 POMPA	X24	Obiekt 24	32792.70	133.27	0.96	0.96	0.39	29.84	0.14	0.51
25 POMPA	X25	Obiekt 25	118299.78	13.62	0.94	0.93	0.28	5.16	0.03	0.45
26 POMPA	X26	Obiekt 26	63098.08	35.69	0.93	1.00	0.38	22.72	0.34	0.54
27 POMPA	X27	Obiekt 27	60239.62	22.09	0.96	0.91	0.09	16.99	0.54	0.48
28 POMPA	X28	Obiekt 28	183443.10	47.54	0.96	0.99	0.36	5.34	0.12	0.78
29 POMPA	X29	Obiekt 29	118199.52	128.66	0.96	1.00	0.30	22.29	0.15	0.60
30 POMPA	X30	Obiekt 30	58258.67	43.78	0.91	0.86	0.45	23.19	0.37	0.59
31 POMPA	X31	Obiekt 31	55829.17	36.10	0.97	0.93	0.61	11.41	0.28	0.74
32 POMPA	X32	Obiekt 32	112735.42	13.29	0.93	0.94	0.57	20.39	0.21	0.57
33 POMPA	X33	Obiekt 33	67272.97	109.67	0.91	0.95	0.45	4.37	0.30	0.66
34 POMPA	X34	Obiekt 34	36072.34	28.46	0.91	0.95	0.50	20.51	0.24	0.62
35 POMPA	X35	Obiekt 35	48713.66	58.63	0.91	0.89	0.02	16.87	0.11	1.15
36 POMPA	X36	Obiekt 36	37980.14	61.85	0.96	0.87	0.46	18.01	0.00	0.59
37 POMPA	X37	Obiekt 37	839653.84	100.65	0.95	0.91	0.17	20.67	0.66	0.56
38 POMPA	X38	Obiekt 38	51785.01	49.60	0.94	1.00	0.51	4.02	0.14	0.74
39 POMPA	X39	Obiekt 39	34543.06	25.83	0.97	0.97	0.23	6.06	0.20	0.91
40 POMPA	X40	Obiekt 40	83710.58	31.18	0.98	0.89	0.20	40.51	0.08	0.41
41 POMPA	X41	Obiekt 41	27568.47	17.50	0.94	0.89	0.52	32.23	0.62	0.52
42 POMPA	X42	Obiekt 42	41653.34	0.67	0.96	0.82	0.43	0.70	0.16	0.43
43 POMPA	X43	Obiekt 43	31655.63	3.53	0.93	0.97	0.61	2.78	0.22	0.64

Rys. 2. Przykładowa macierz obserwacji

Rodzaj urządzenia	Nr ident.	Opis obiektu	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	Pozycja w rankingu
SILNIK (0,2 do 1 MW)	X80	Obiekt 80	10824,41	9,71	0,88	0,84	0,20	18,08	0,25	0,67	95

Tab. 2. Przykład obiektu oznaczonego do dokładnej analizy oraz działań optymalizacyjnych

Stosując zasadę Pareto, polegającą na poszukiwaniu najmniej efektywnych obiektów kluczowych w systemie eksploatacji, które generują 80% ryzyka (lub np. kosztów utrzymania – w zależności od sposobu analizowania wyników), wyznaczono 20 najmniej efektywnie utrzymywanych.

Wyznaczone tym sposobem obiekty powinny zostać dokładniej zbadane pod kątem wartości poszczególnych wskaźników efektywności oraz potencjalnych przyczyn dotyczących małej efektyw-

w analizowanym przykładzie za jeden z najgorzej utrzymywanych przedstawiono wraz z wartościami poszczególnych wskaźników w tabeli 2.

Przedstawione w tabeli nr 2 dane są informacjami wsadowymi, z tego względu mają charakter odpowiedni dla danego wskaźnika (w tym wypadku stymulanta bądź destymulanta). Pogłębiona analiza informacji powinna zostać odniesiona do dobrych praktyk eksploatacyjnych i zarządczych w celu znalezienia różnic w utrzymywaniu obiektu X80 oraz innych podobnych obiektów o lepszych



Obiekt	e_i	Pozycja w rankingu
Obiekt 58	0,629	1.
Obiekt 46	0,598	2.
Obiekt 11	0,509	3.
Obiekt 40	0,503	4.
Obiekt 41	0,410	5.
Obiekt 24	0,373	6.
Obiekt 18	0,345	7.
Obiekt 25	0,334	8.
Obiekt 48	0,323	9.
Obiekt 82	0,321	10.
..	..	..
Obiekt 100	0,147	75.
Obiekt 89	0,146	76.
Obiekt 42	0,146	77.
Obiekt 95	0,141	78.
Obiekt 12	0,139	79.
Obiekt 13	0,138	80.
Obiekt 62	0,136	81.
Obiekt 86	0,135	82.
Obiekt 19	0,1349	83.
Obiekt 98	0,1341	84.
Obiekt 44	0,133	85.
Obiekt 75	0,1304	86.
Obiekt 10	0,1302	87.
Obiekt 92	0,129	88.
Obiekt 66	0,127	89.
Obiekt 90	0,125	90.
Obiekt 56	0,121	91.
Obiekt 99	0,119	92.

Tab. 3. Uszeregowanie obiektów według wartości uniwersalnego wskaźnika efektywności e_i

wartościach wskaźników efektywności istotnych dla zarządzających systemem eksploatacji.

* * *

W chwili obecnej przedstawiony Uniwersalny Wskaźnik Efektywności Utrzymania (UWEU) jest obiektem zainteresowania szeregu firm posiadających znaczące zasoby techniczne (w Polsce i za granicą). Wykorzystanie tej metody możliwe jest w utrzymaniu ruchu zarówno systemów produkcyjnych, jak i wydobywczych czy transportowych. ■

www.farmacja.e-bmp.pl

reklama

foto: www.sx.chu

Już w sierpniu: Nowy numer Przemysłu Kosmetycznego

Temat wydania:
Ekokosmetyki

**Przemysł
Kosmetyczny**

www.kosmetyki.e-bmp.pl MAGAZYN BRANŻOWY