

# CO MIERZYĆ

## I JAK MIERZYĆ W UR?

Efektywność to słowo, które jest tłumaczone na wiele sposobów. Warto w tym miejscu przytoczyć definicję efektywności, rozumianej jako rezultat podjętych działań, opisany relacją uzyskanych efektów do poniesionych nakładów. Współcześnie, w wielu zakładach produkcyjnych, efektywność jest przedmiotem niekończących się dyskusji oraz szerokiej gamy analiz. Analizy prowadzone są na podstawie różnej maści wskaźników zbieranych w poszczególnych procesach biznesowych.

Również w utrzymaniu ruchu możemy mówić o efektywności. Tutaj efektywność odnosi się do procesów zachodzących w całym obszarze inżynierii niezawodnościowej, jak i utrzymania ruchu. Jakiś czas temu prowadziłem badania w polskich przedsiębiorstwach na temat pomiaru efektywności Służb Utrzymania Ruchu. Wyniki przeprowadzonych badań wskazały, że 82% przedsiębiorstw mierzy efektywność SUR. Wynik ten pokazuje, że przedsiębiorstwa wyrażają potrzebę mierzenia efektywności funkcjonowania SUR. W większości przedsiębiorstw wdrażane są tzw. KPI (ang. Key Performance Indicators), czyli kluczowe wskaźniki efektywności definiowane jako finansowe i niefinansowe wskaźniki będące miernikami w procesach pomiaru stopnia realizacji celów organizacji. Ich rolą jest kwantyfikacja stanu wybranego elementu w projekcie, tak aby można było ocenić postęp i podjąć ewentualną korektę. KPI są definiowane zgodnie ze strategią organizacji. Dzięki nim można sprawdzać nie tylko wykonywanie celów finansowych (takich jak roczny zysk, obrót czy marża), ale również

utrzymanie bądź osiągnięcie pewnego poziomu jakości produktu, usług, relacji między pracownikami, czy skuteczności wprowadzonych zmian bądź zasad organizacyjnych.

Proces identyfikacji wskaźników w poszczególnych obszarach systemu zarządzania obsługą techniczną jest

przedstawiony na poniższym rysunku. Proces ten dzieli się na cztery główne obszary:

- planowanie,
- ocenianie,
- poprawianie,
- kontrolowanie.



**1** Proces oceny niezawodności identyfikujący obszary, które powinny być zarządzane.

W każdym z tych procesów możliwe jest zastosowanie wskaźników służących kontrolowaniu poszczególnych obszarów.

Kluczowe wskaźniki efektywności służb utrzymania ruchu są podzielone na główne kategorie ex post i ex ante. Obliczając efektywność ex ante, szacuje się przewidywane efekty przy zaangażowaniu określonych zasobów. Efektywność ex post dotyczy określenia rezultatów konkretnych działań. Przykładowy podział wskaźników jest przedstawiony na rysunku 2.

Do pomiaru efektywności procesów UR wykorzystywane są wskaźniki opisane przez Normę Europejską EN 15341. Norma Europejska zawiera „Kluczowe wskaźniki wydajności obsługi technicznej” (ang. Maintenance Key Performance Indicators), wspomagające proces zarządzania w celu osiągnięcia doskonałości w utrzymaniu i wykorzystaniu zasobów technicznych. Większość wskaźników ma zastosowanie we wszystkich branżach przemysłu. Wskaźniki powinny być wykorzystywane do:

- pomiaru stanu,
- porównania benchmarkingowego (wewnętrzne i zewnętrzne),
- diagnozowania (analiza mocnych i słabych stron),
- określenia celów,
- tworzenia planu działań naprawczych,
- ciągłego pomiaru zachodzących zmian.

System opisywany przez normę EN 15341, dotyczący kluczowych wskaźników wydajności, jest podzielony na trzy grupy:

- wskaźniki ekonomiczne,
- wskaźniki techniczne,
- wskaźniki organizacyjne.

Wszelkie wskaźniki mogą być oceniane jako stosunek pomiędzy czynnikami (licznik i mianownik) mierzącymi działania, zasoby lub zdarzenia, zgodnie z podanym wzorem.

Wszystkie wskaźniki opisywane przez normę są zgrupowane w poniższej tabeli:

	Poziomy wskaźników		
	Poziom 1	Poziom 1	Poziom 3
<b>Wskaźniki Ekonomiczne</b>	E1 E2 E3 E4 E5 E6	E7 E8 E9 E10 E11 E12 E13 E14	E15 E16 E17 E18 E19 E20 E21 E22 E23
<b>Wskaźniki Techniczne</b>	T1 T2 T3 T4	T5 T6	T7 T8 T9 T10 T11 T12 T13 T14 T15 T16 T17 T18 T19 T20 T21
<b>Wskaźniki Organizacyjne</b>	O1 O2 O3 O4 O5	O9 O10	O11 O12 O13 O14 O15 O16 O17 O18 O19 O20 O21 O22

**tab. 1** Grupa wskaźników wg normy EN 15341

Wybór wskaźników jest elementem niezwykle ważnym i najtrudniejszym w działalności operacyjnej Służb Utrzymania Ruchu.

Chcąc mierzyć efektywność funkcjonowania Służb Utrzymania Ruchu należy wybrać takie wskaźniki, które pozwolą kontrolować oraz doskonalić poszczególne procesy systemu obsługi technicznej.

Na następnej stronie przedstawiona jest lista wybranych wskaźników wraz z ich definicjami, służących do pomiaru efektywności wybranych procesów.

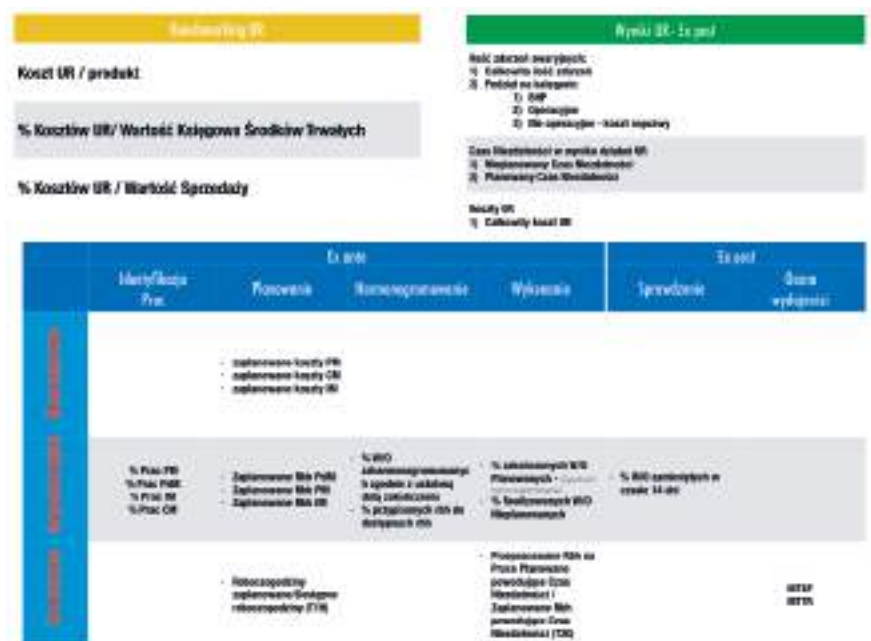
## I:01 Koszt Utrzymania Ruchu jako % Wartości Odtworzeniowej

Wskaźnik ten, z, w normie EN 15341 jest oznaczony symbolem E1. Wartość E1 oblicza się z następującego wzoru:

$$E1 = \frac{K_{CUR}}{W_{ARV}} \times 100$$

gdzie:

$K_{CUR}$  – jest to całkowity koszt obsługi UR (zazwyczaj bazuje na rocznych wyliczeniach i odnosi się tylko do działań UR



**2** Podział wskaźników Ex ante i Ex post w poszczególnych obszarach procesu UR.

wykonywanych na maszynach i urządzeniach), który zawiera wynagrodzenia, nadgodziny, koszty poniesione na: części zamienne, wyposażenie, współpracę z firmami zewnętrznymi, szkolenia i treningi, konsulting, serwis zewnętrzny, delegacje, dokumentację, badania, energię i inne media. Nie zawiera kosztów produktu wynikających z przebrojeń, kosztów postojów (niezdatności). WARV – jest definiowane jako ilość kapitału, który byłby wymagany do wymiany infrastruktury (aktywów przedsiębiorstwa); zazwyczaj brane jako wartość ubezpieczenia.

## I:02 Koszt Utrzymania Ruchu jako % Obrotu

Wskaźnik ten, w normie EN 15341 jest oznaczony symbolem E3. Wartość E3 oblicza się z następującego wzoru:

$$E3 = \frac{K_{CUR}}{O_{PROD}} \times 100$$

gdzie:

$K_{CUR}$  – jak w I:01

$O_{PROD}$  – jest definiowane jako ilość wyprodukowana przez maszyny/urządzenia (tony, litry, etc) – wydajność

## I:03 Koszt Obsługi Naprawczej jako % Kosztów UR

Wskaźnik ten, zaliczany do grupy wskaźników ekonomicznych z poziomu

	OPIS WSKAŹNIKA	EN 15341	JED
I:01	Koszt UR jako % Wartości Odtworzeniowej	E1	%
I:02	Koszty UR jako % Obrotu	E3	%
I:03	Koszty Obsługi Naprawczej jako % Kosztów	E1	%
I:04	Koszt Obsługi Profilaktycznej jako % Kosztów	E1	%
I:05	Roboczogodziny Obsługi Profilaktycznej jako % Dostępnych Roboczogodzin UR	O18	%
I:06	Roboczogodziny Obsługi Naprawczej jako % Dostępnych Roboczogodzin UR	O17	%
I:07	Zaplanowane Roboczogodziny jako % Dostępnych Roboczogodzin UR	O5	%
I:08	Dostępność Obsługowa	T1	
I:09	Dostępność Operacyjna	T2	

tab. 2 Wybór wskaźników.

3, w normie EN 15341 jest oznaczony symbolem E15. Wartość E15 oblicza się z następującego wzoru:

$$E15 = \frac{k_{EM}}{K_{CUR}} \times 100$$

gdzie:

$k_{EM}$  – jest definiowane jako całkowite koszty poniesione na obsługę naprawczą

$K_{CUR}$  – jak w I:01

## I:04 Koszt Obsługi Profilaktycznej jako % Kosztów UR

Wskaźnik ten, w normie EN 15341 jest oznaczony symbolem E16. Wartość E16 oblicza się z następującego wzoru:

$$E16 = \frac{k_{PM}}{K_{CUR}} \times 100$$

gdzie:

$k_{PM}$  – jest definiowane jako całkowite koszty poniesione na obsługę profilaktyczną

$K_{CUR}$  – jak w I:01

## I:05 Roboczogodziny Obsługi Profilaktycznej jako % Dostępnych Roboczogodzin UR

Wskaźnik ten, zaliczany do grupy wskaźników organizacyjnych z poziomu 3, w normie EN 15341 jest oznaczony symbolem O18. Wartość O18 oblicza się z następującego wzoru:

# Certyfikowany Paktyk TPM

*Learning by Doing*

Kształcimy specjalistów w zakresie kompleksowego wdrażania systemu **TPM** w przedsiębiorstwach.

$$O18 = \frac{t_{PM}}{T_{CUR}} \times 100$$

gdzie:

$t_{PM}$  – jest definiowane jako godziny spędzone na czynnościach wynikających z obsługi profilaktycznej

$T_{CUR}$  – jest definiowane jako liczba roboczogodzin spędzona przez personel UR w danym czasie (personel wewnętrzny, jak i zewnętrzny)

### I:06 Roboczogodziny Obsługi Naprawczej jako % Dostępnych Roboczogodzin UR

Wskaźnik ten, w normie EN 15341 jest oznaczony symbolem O17. Wartość O17 oblicza się z następującego wzoru:

$$O17 = \frac{t_{EM}}{T_{CUR}} \times 100$$

gdzie:

$t_{EM}$  – jest definiowane jako całkowita ilość roboczogodzin spędzonych na czynnościach naprawczych po zaistniałym nieplanowanym zdarzeniu awaryjnym (Natychmiastowa Obsługa Naprawcza)

$T_{CUR}$  – jak w I:05

### I:07 Zaplanowane Roboczogodziny jako % Dostępne Roboczogodziny UR

Wskaźnik ten, w normie EN 15341 jest oznaczony symbolem O5. Wartość O5 oblicza się z następującego wzoru:

$$O5 = \frac{t_{PH}}{T_{CUR}} \times 100$$

gdzie:

$t_{PH}$  – jest definiowane jako roboczogodziny personelu bezpośredniego wykorzystane do zadań zaplanowanych i harmonogramowanych. Planowanie: zadania zdefiniowane w taki sposób, że wszystkie wymagane zasoby są wcześniej uwzględnione i przygotowane zanim rozpocznie się wykonywanie danego zadania. Harmonogramowanie: ustalenie zakresu czasu, w którym zaplanowane działania mogą być przeprowadzone.

$T_{CUR}$  – jak w I:05

### I:08 Dostępność Obsługowa

Wskaźnik ten, w normie EN 15341 jest oznaczony symbolem T1. Wartość T1 oblicza się z następującego wzoru:

$$T1 = \frac{T_{OP}}{T_{OP} + t_{UR}}$$

gdzie:

$T_{OP}$  – jest definiowane jako czas, w którym obiekt wykonuje wymagane funkcje

$t_{UR}$  – jest definiowane jako czas, w którym obiekt znajduje się w stanie niezdatności spowodowanej wykonywaniem obsługi technicznej

### I:09 Dostępność Operacyjna

Wskaźnik ten, w normie EN 15341 jest oznaczony symbolem T2. Wartość T2 oblicza się z następującego wzoru:

$$T2 = \frac{t_{ZDAT}}{T_{WYM}}$$

gdzie:

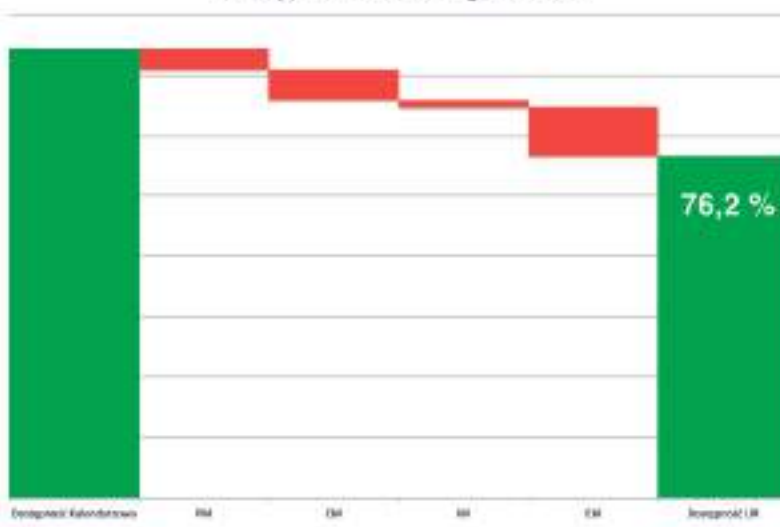
$t_{ZDAT}$  – jest definiowane jako Czas Zdatności: okres, w którym obiekt jest w stanie zdatności. Stan Zdatności: obiekt może realizować wymaganą funkcję przy założeniu, że konieczne środki zewnętrzne są zapewnione

$T_{WYM}$  – definiowane jako czas wymagany przez użytkownika, aby obiekt był w stanie pozwalającym na realizację wymaganej funkcji

Chcąc wykorzystać normę EN 15341 i opisane w niej wskaźniki, należy mieć odpowiedni system zbierania danych. Oczywiście nie jest to tak skomplikowana sprawa, jak nam się wydaje na pierwszy rzut oka. Jeżeli procesy utrzymania ruchu są dobrze zdefiniowane, to niezbędne do wyliczenia poszczególnych wskaźników dane uzyskamy bez żadnego problemu. W tym przypadku powinniśmy bazować na systemie zleceń pracy (Work Orders). Zlecenia pracy dają nam niezbędne informacje, takie jak:

- rodzaj wykonywanej pracy – tutaj mamy do czynienia z sześcioma podstawowymi rodzajami prac: Obsługa Profilaktyczna (Preventive Maintenance – PM); Obsługa Diagnostyczna (Predictive Maintenance – PDM); Obsługa Naprawcza

### Dostępność Obsługowa UR



3 Wykres wodospadowy przedstawiający dostępność techniczną UR

## MAJĄC TAK SKOMPLETOWANE DANE Z PODZIAŁEM NA MASZYNY I URZĄDZENIA, JAK RÓWNIEŻ NA TECHNIKÓW UR, Z POWODZENIEM MOŻEMY WYLICZYĆ POSZCZEGÓLNE WSKAŹNIKI ZAWARTE W NORMIE.

(Corrective Maintenance – CM); Obsługa Infrastruktury Technicznej (Facility Maintenance – FM); Obsługa Doskonała (Improvement Maintenance – IM); Obsługa Awaryjna (Emergency Maintenance – EM)

- liczba przepracowanych roboczogodzin techników UR,
- ilość zużytych części zamiennych i innych materiałów,
- czas postoju środka trwałego,
- liczba przepracowanych roboczogodzin pracowników zewnętrznych,
- koszty dodatkowe – wynajem sprzętu specjalnego etc.

Mając tak skompletowane dane z podziałem na maszyny i urządzenia, jak również na techników UR, z powodzeniem możemy wyliczyć poszczególne wskaźniki zawarte w normie.

W tym miejscu chciałbym zachęcić wszystkich do rozpoczęcia pomiaru efektywności SUR od wskaźnika Dostępności UR (jest to dostępność, jaką SUR sprzedaje do produkcji, czyli w dużej mierze SUR, poprzez swoje działania, ma na nią wpływ) i prezentacji wyników za pomocą wykresu wodospadowego. Zebrane dane należy zestawić w jednej formie, w tym przypadku będziemy operować na czasie niezdatności wskutek poszczególnych rodzajów zleceń pracy. Od czasu kalendarzowego brutto odejmujemy czas niezdatności dla poszczególnych zleceń pracy:

- Dostępność Kalendarzowa – 744 godzin
- PM – 34 godzin
- CM – 50 godzin
- IM – 13 godzin
- EM – 80 godzin
- Dostępność UR – 567 godzin

Dostępność dla tego konkretnego

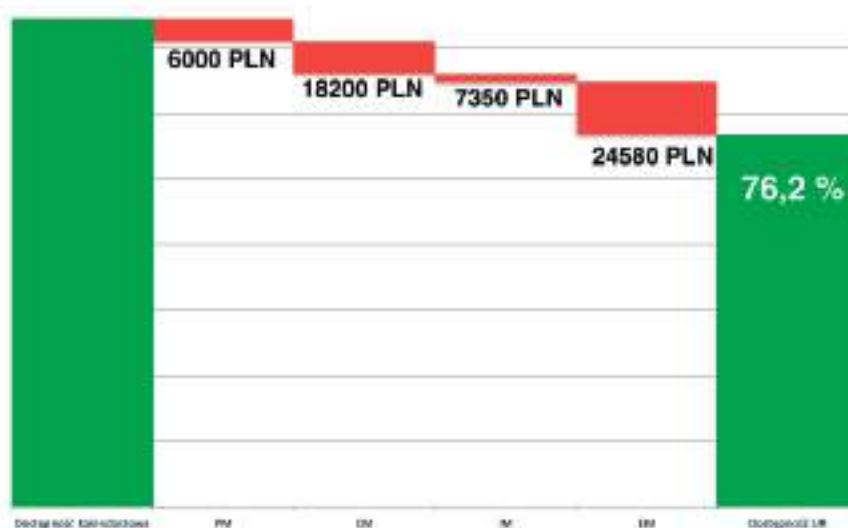
przypadku wynosi 76,2 % – wystarczy Dostępność UR podzielić przez Dostępność Kalendarzową. Wiemy, że dostępność ze względu na UR nie jest wystarczająca. Teraz należy zobaczyć gdzie mamy problem i skupić się na nim. W tym przypadku warto wykorzystać wspomniany wcześniej wykres wodospadowy i w szybki sposób zidentyfikujemy obszary, które w znaczący sposób obniżają dostępność. Poniżej przykładowy wykres wodospadowy wykonany przy użyciu excela.

Z wykresu możemy wyciągnąć wnioski, że główną bolączką analizowanego obszaru są zlecenia Obsługi Awaryjnej oraz Obsługi Naprawczej – planowanej.

Na wykresie nie mamy dwóch rodzajów obsługi – Diagnostyki i Obsługi Infrastruktury technicznej, a to z tego względu, że te prace nie wymagały fizycznego postoju maszyny.

Gdybyśmy chcieli analizować roboczogodziny przepracowane przez techników, to w wykresie opisującym tego typu dane należałoby już umieścić wszystkie rodzaje prac. Idąc dalej do analizy, każdy element tego wykresu można przedstawić na różne sposoby. My skupiliśmy się na dostępności technicznej, ale każdy rodzaj prac można przedstawić w postaci kosztów z podziałem na poszczególne rodzaje prac.

Dostępność Obsługowa UR z Kosztami Zleceń Pracy



**4** Wykres wodospadowy przedstawiający dostępność techniczną UR wraz z wygenerowanymi kosztami poprzez poszczególne zlecenia pracy.