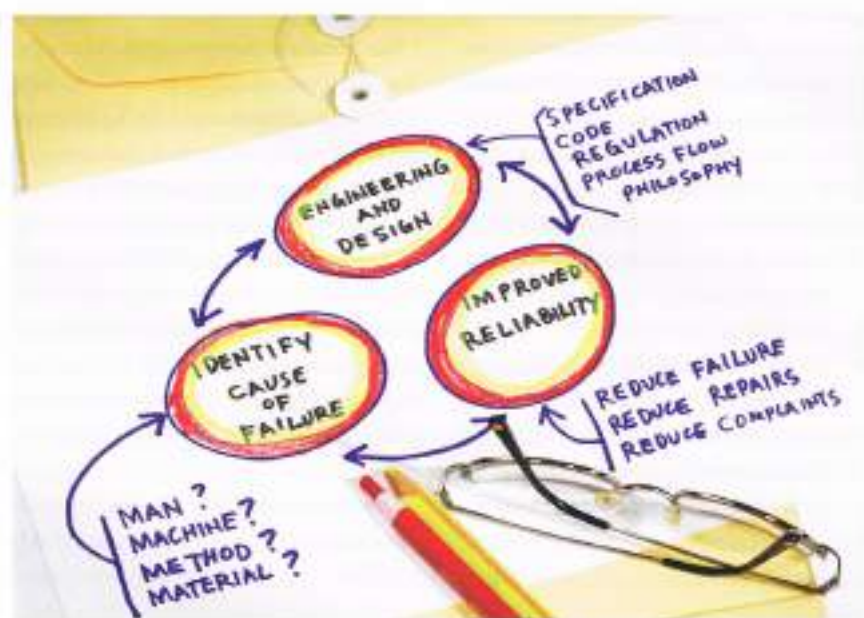


Skuteczne zarządzanie utrzymaniem ruchu

Wskaźniki OEE, MTBF i MTTR – czy to coś więcej niż wartości bezwzględne?

W obecnych czasach w firmach produkcyjnych wśród wskaźników (KPI) można coraz częściej spotkać wskaźniki o tajemniczo brzmiącym skrócie: OEE, MTTR, MTBF etc.



Overall Equipment Effectiveness, czyli OEE

Wskaźnik OEE – Całkowita Efektywność Maszyn i Urządzeń jest kluczowym wskaźnikiem opisującym efektywność zainstalowanego sprzętu w przedsiębiorstwie. Wskaźnik ten w sposób kompleksowy opisuje 3 główne obszary działalności biznesowej przedsiębiorstwa: dostępność, efektywność wykorzystania oraz jakość produkowanych wyrobów. Główny aspekt liczenia wskaźnika OEE jest skierowany na ukazanie kierunków prowadzonych działań doskonalących procesy produkcyjne. W łatwy sposób można zidentyfikować wąskie gardła, jak również zidentyfikować główne problemy, jakie znajdują się w przedsiębiorstwie. Aby w umiejętny i efektywny sposób zlokalizować wyżej wymienione aspekty, należy dokładnie zbierać dane z procesów produkcyjnych. OEE jest również miernikiem wdrażanych udoskonalień oraz pozwala w łatwy sposób obliczyć korzyści wynikające z doskonalenia i eliminacji poszczególnych problemów.

Metodologia pomiaru OEE

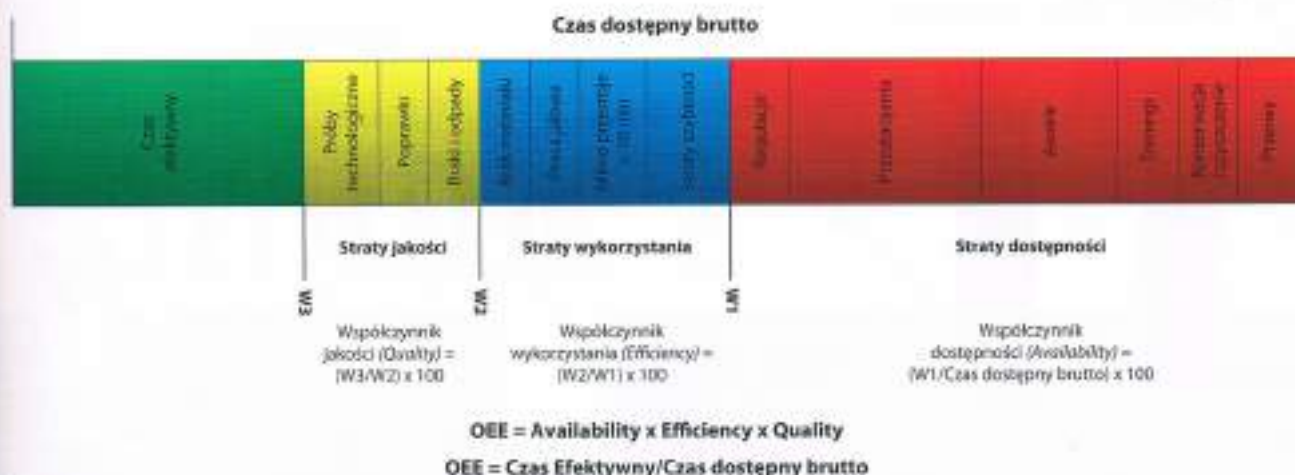
W celu obliczenia wskaźnika należy w prawidłowy sposób zebrać dane

W firmach, gdzie takie skróty istnieją, często powtarzane są jak mantra, a pracownicy zmagają się z próbą ich interpretacji. W wielu przypadkach podawane są jako suche wskaźniki – poziom w procentach. Na zebraniach często rzucane jest hasło „Dlaczego takie niskie” i „W następnym miesiącu mają być wyższe” – i co wówczas...?

Tutaj rodzi się znak zapytania, rodzą się wątpliwości, jak mamy je poprawić, jak spowodować, aby te wskaźniki były wyższe? Jest kilka sposobów na to, aby

następnym razem wskaźniki znalazły się na satysfakcjonującym poziomie – czasami żongluje się liczbami na papierze – zgodnie z myślą – papier wszystko przyjmie.

Czy jednak jest to odpowiednia metoda? Czy właściciele odpowiedzialni za prezentację tych wskaźników będą mieli spokój (do następnego spotkania)? Czy tak powinna być prowadzona analiza? Czy do tego mają służyć te wskaźniki? Te pytania można mnożyć w nieskończoność, ale najważniejsze jest, aby zacząć od podstaw. A mianowicie...



Rys. 1. Graficzne odzwierciedlenie pracy maszyny

z produkcji. Istnieje wiele sposobów zbierania danych poprzez manualne spisywanie czasów (dość czasochłonne) po elektroniczny sposób zbierania danych bazujący na czasie pracy maszyny. Dwa sposoby są jak najbardziej prawidłowe. Jednakże, jak już zostało wspomniane wyżej, dane zbierane są po to, aby móc je w późniejszym czasie przeanalizować i wypracować działania doskonalące. W początkowym stadium wdrożenia wskaźnika OEE zalecane jest ręczne zbieranie danych przez operatora – w przypadku jakiegokolwiek anomalii, zatrzymania produkcji informacja ta (czas trwania postoju) powinna być zanotowana przez operatora w formularzu, w którym postoje podzielone są na 3 grupy:

1. Straty dostępności:
 - ▶ awarie,
 - ▶ przebrojenia,
 - ▶ regulacje.
2. Straty wykorzystania:
 - ▶ praca jałowa,
 - ▶ praca półautomatyczna,
 - ▶ brak materiału,
 - ▶ zatrzymanie,
 - ▶ uruchomienie.
3. Straty jakości:
 - ▶ braki,
 - ▶ złom,
 - ▶ poprawki,
 - ▶ próby technologiczne.

Wszelkie zatrzymania odnotowywane są przez operatora w postaci kresek pionowych odzwierciedlających

5-minutowy postój, w odpowiedniej kratce. Wszystkie postoje odnotowywane jako 5-minutowe zatrzymania to pewne uproszczenie, jednakże obserwując wiele przypadków, operatorzy zazwyczaj odznaczają wszelkie postoje jako wielokrotność 5 minut.

Odzwierciedlenie czasu pracy maszyn i urządzeń

Dane zebrane podczas pracy maszyny można w łatwy sposób przedstawić w postaci graficznej. Postać graficzna przedstawia to, w jaki sposób maszyna pracuje – czas efektywny i ile czasu jest stracone na wszelkiego rodzaju anomalie występujące podczas dostępnego czasu produkcyjnego (rys. 1).

REKLAMA



Albany Door Systems Sp. z o.o.
 ul. Fabryczna 43
 43-100 Tychy
 tel. +48 32 205 72 22
 fax. +48 32 205 46 38
 e-mail: info@albany.pl
 www.albanydoors.com

BRAMY PRZEMYSŁOWE I SYSTEMY PRZEŁADUNKOWE

Albany Door Systems to:

- szybki i pewny serwis na terenie całego kraju
- serwis dostosowany w pełni do Państwa potrzeb
- najlepsi Technicy Serwisu
- niezawodne części zamienne
- bezpieczeństwo użytkowania bram i systemów przeładunkowych



SERWIS NIE KOSZTUJE, SERWIS SIĘ OPLACA!



Co nas wyróżnia?

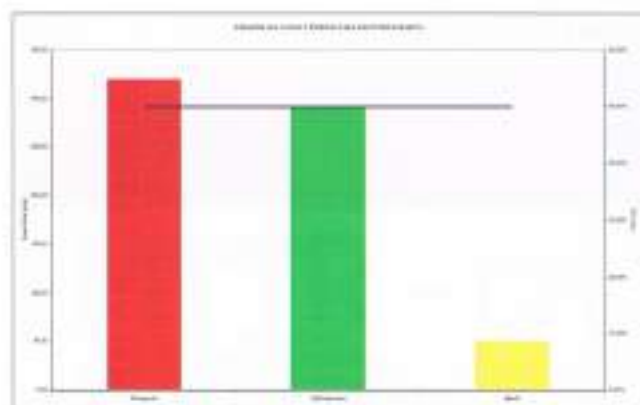
- ponad 40 lat doświadczenia
- Technicy Serwisu uprawnieni do kontroli bram zgodnie z normą EN12535
- obsługa serwisowa urządzeń wszystkich marek

Co oferujemy?

- przeglądy techniczne - CE, EN12453, EN12445
- bieżącą obsługę i konserwację bram oraz systemów przeładunkowych
- naprawy w trybie 24 godzinnym
- optymalizację kosztów napraw i obsługi
- rozwiązania zwiększające bezpieczeństwo i funkcjonalność urządzeń

DOBRCZE ZNAMY NIE TYLKO NASZE BRAMY!!!





Rys. 2. Wskaźnik OEE produkcji

Jak widać na rysunku 2, wszystkie anomalie są podzielone na 3 części – w jakim stopniu zabierają one dostępny czas, w którym maszyna powinna produkować wyroby. Obliczenie poszczególnych składowych odbywa się w sposób intuicyjny, a mianowicie poprzez odczytanie odpowiednich wartości czasu z wykresu.

Składowa dostępności jest obliczana następująco:

$$\text{Współczynnik Dostępności Availability} = \frac{W1}{\text{Czas dostępny brutto}} \times 100 = A\%$$

W1 – czas pozostały po odjęciu strat związanych z dostępnością.

Składowa efektywności jest obliczana następująco:

$$\text{Współczynnik Wykorzystania Efficiency} = \frac{W2}{W1} \times 100 = E\%$$

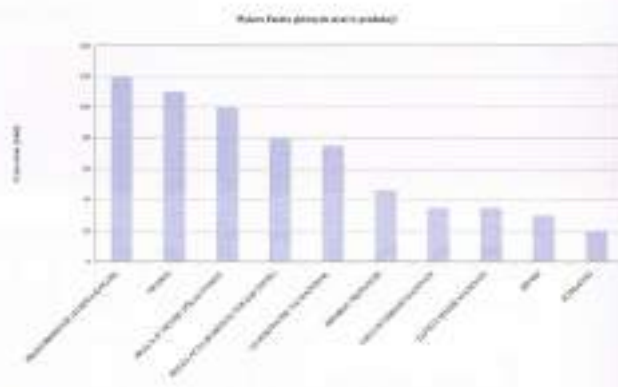
W2 – czas pozostały po odjęciu strat związanych z wykorzystaniem od W1.

Składowa jakości jest obliczana następująco:

$$\text{Współczynnik Jakości Quality} = \frac{W3}{W2} \times 100 = Q\%$$

W3 – czas pozostały po odjęciu strat związanych z jakością od W2.

OEE to iloczyn wyżej wymienionych składowych. Inny sposób obliczania wskaźnika to iloraz czasu efektywnego i czasu ogólnie dostępnego.



Rys. 3. Rodzaj zatrzymań podczas pracy maszyn

Wyżej wymieniony sposób obliczania wskaźnika OEE jest sposobem obiektywnym, który pozwala wychwycić wszelkiego rodzaju zatrzymania, co umożliwi dokonanie pełnej analizy.

Analiza pracy maszyn i urządzeń przy pomocy wskaźnika OEE

Po określeniu wskaźnika OEE zgodnie z wyżej przedstawioną metodologią nadchodzi czas na dokonanie analizy. Jedną ze skutecznych metod jest zebranie wszystkich danych z danego okresu rozliczeniowego i przedstawienie ich w postaci wykresu Pareto. Rysunek 3 przedstawia taki wykres dla wszystkich rodzajów zatrzymań, jakie zaobserwowano podczas pracy maszyny.

Wykres Pareto przedstawia poszczególne straty zanotowane w pracy urządzeń od najwyższej do najniższej. Z tak przedstawionego sposobu przedstawienia problemów identyfikowalnych z pracą maszyn można w łatwy sposób wybrać te najbardziej kluczowe i wypracować udoskonalenia celem zminimalizowania występowania danej straty.

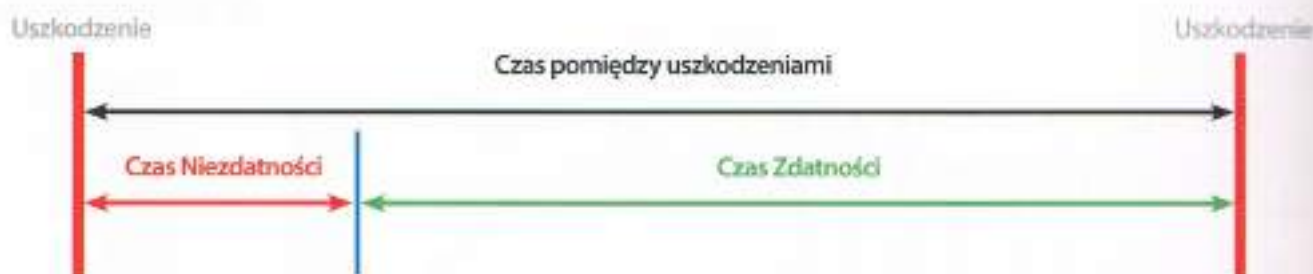
W wielu przedsiębiorstwach brakuje procesu analizy i wypracowywania odpowiednich udoskonalień, które mogą w znaczący sposób zredukować koszty produkcji, a tym samym podnieść produktywność przedsiębiorstwa.

Poniżej przedstawione są wyniki dokonania szczegółowej analizy pracy maszyn w jednym z zakładów motoryzacyjnych w Rosji (Tab. 1).

Jak widać z powyższej tabeli oszczędności związane

No	Current situation						After improvement						Generally improvement				
	Lost of time/day	Price of 1pcs in RUB	OEE	Annually lost of time	Annually lost of products	Annually lost of money	Save time	Price of 1pcs in RUB	OEE	Annually saved time	Annually increase of products	Annually saved cost in RUB	Annually time	Annually products	Annually cost	Improvement of OEE	Saved cost in RUB for 1% improvement of OEE
1	208	1070	38,0%	52000	11064	11830298	154,3	1070	82,0%	38575	8207	8781968,1	74,2%	74,2%	74,2%	44,00%	199590,2

Tab 1. Szczegóły analizy pracy maszyn



Rys. 4. Zależność między uszkodzeniami

z wzrostem OEE są znaczące. Koszty, jakie były związane z niskim wskaźnikiem OEE (ok. 38%), były ogromne – ilość straconej produkcji, czasu i pieniędzy. W końcowym efekcie w opisywanym zakładzie zrezygnowano z 2 maszyn, które produkowały komponenty na 2 linie produkcyjne – jedna maszyna mogła swobodnie (przy OEE na poziomie 80%) dostarczać komponenty na 2 linie produkcyjne. Przed wdrożeniem OEE i dokonaniem usprawnień tych maszyn było 3 i każda z nich z podobnym poziomem wskaźnika OEE.

Wskaźnik Overall Equipment Effectiveness jako benchmarking wdrażania udoskołań

Jak widać z powyżej przedstawionego przykładu, prawidłowe stosowanie i obliczanie wskaźnika OEE może przynieść ogromne korzyści dla przedsiębiorstwa, jak również obrazować stopień wdrażania udoskołań w przedsiębiorstwie.

OEE nie jest kolejnym wskaźnikiem w strukturach KPI przedsiębiorstwa, który należy miesięcznie przygotowywać i prezentować na wszelkiego rodzaju zebraniach, aby w ten sposób zapelnąć czas przeznaczony na tego typu spotkania. Jest to wskaźnik dedykowany przede wszystkim dla operatorów, aby usprawniać ich pracę zgodnie z mottem „Rób to samo tylko przy mniejszym wysiłku”. Oszczędności wynikające z poprawy wskaźnika OEE niech dla osób zarządzających będą sprawą drugorzędną czy wręcz uboczną – bo skoro pracownicy produkcji będą zaangażowani w podnoszenie wskaźnika OEE, to oszczędności prędzej czy później na pewno się pojawią – jednakże niech w pierwszej kolejności będą one odczuwane dla pracowników produkcyjnych.

Mean Time Between Failure – średni czas pomiędzy uszkodzeniami, czyli MTBF, oraz Mean Time To Repair – średni czas naprawy, czyli MTTR.

Kolejne są wskaźniki z obszaru niezawodności. Wskaźnik MTBF mówi, co jaki czas dochodzi do uszkodzenia danego obiektu technicznego ze statycznego punktu widzenia. W praktyce wskaźnik ten wykorzystywany jest do określania częstotliwości dokonywania przeglądów profilaktycznych. Natomiast wskaźnik MTTR mówi, ile średnio czasu potrzebujemy na naprawę w momencie wystąpienia uszkodzenia, czytaj awarii. Wskaźnik ten może być wykorzystywany do oceny pracowników UR, jak i do oceny efektywności prowadzonych zadań naprawczych przez pracowników UR. Niestety, nie wszystkie przedsiębiorstwa liczą te wskaźniki, ba, nie wiedzą nawet, jak go należy liczyć.

Metodologia pomiaru MTBF

Chcąc obliczyć wskaźnik MTBF, należy odnieść się do wykresu zależności czasowych, jakie występują w obszarze działań utrzymania ruchu. Każdy obiekt funkcjonuje od uszkodzenia do uszkodzenia (rys. 4).

Średni czas pomiędzy uszkodzeniami (Time Between Failure) jest sumą średniego czasu naprawy (Mean Time to Repair) wynikającego z czasu niezdatności (Down Time) oraz średniego czasu do uszkodzenia (Mean Time to Failure) wynikającego z czasu zdlatności (Up Time). Wzór matematyczny na MTBF wyraża się następująco:

$$MTBF = MTTR + MTTF$$

No, i z matematycznego punktu widzenia wszystko jest łatwe i proste. Problem polega na tym, jak tę formułę w praktyce zastosować?

Jak to w życiu bywa, chcąc coś obliczyć, musimy posiadać pewne dane. W tym przypadku niezbędne będzie gromadzenie następujących danych:

- ▶ *czas dostępności brutto* – jest to czas, który planowany jest do produkcji na danym obiekcie technicznym. W tym przypadku odlicza się wszystkie planowane przeglądy obsługi technicznej;
- ▶ *czas niezdatności* – jest to czas, który został skonsumowany na nieplanowane przestoje związane z obsługą techniczną – najprościej rzecz ujmując, jest to czas awaryjności;
- ▶ *liczba zdarzeń* – jest to suma wszystkich zdarzeń naprawczych. W praktyce jest to liczba zleceń naprawczych – Emergency Work Order.

Mając te dane, w sposób prosty i szybki możemy obliczyć wskaźniki MTBF, MTTR oraz MTTF.

Wskaźnik MTTR, czyli średni czas naprawy obliczamy, stosując następującą zależność:

$$MTTR = \frac{\text{czas niezdatności}}{\text{liczba zdarzeń}}$$

Zakładając, że w ciągu danego okresu rozliczeniowego mamy następujące wielkości:

- czas dostępności brutto* – 172 800 minut,
- czas niezdatności* – 5 200 minut,
- liczba zdarzeń* – 124.

Podstawiając do powyższego wzoru, otrzymujemy:

$$MTTR = \frac{5\,200}{124} = 42 \text{ minut}$$

W naszym przypadku średni czas naprawy wynosi 42 minuty. Teraz w zależności od celów, jakie każde przedsiębiorstwo sobie założyło, można analizować ten wynik. W tym przypadku należałoby przyjrzeć się procesowi, jaki zachodzi podczas naprawy. Po uzyskaniu wszystkich danych należałoby dokonać pewnych udoskonaleń, tak aby zredukować wskaźnik MTTR, a tym samym skrócić czas niezdatności, co w konsekwencji wpłynie na większą dostępność badanego obiektu technicznego.

Następnym wskaźnikiem jest MTTF, czyli średni czas do uszkodzenia. Wskaźnik ten obliczamy, stosując następującą zależność:

$$MTTR = \frac{\text{czas dostępności brutto} - \text{czas niezdatności}}{\text{liczba zdarzeń}}$$

$$MTTR = \frac{17\,2800 - 5\,200}{124} = 132 \text{ minuty}$$

Podstawiając nasze przykładowe dane, otrzymujemy:
 $MTBF = MTTR + MTTF = 42 + 1\,352 = 1\,394 \text{ minuty}$

Wskaźnik ten mówi nam, że średnio uszkodzenia występują co 1 394 minuty. To pozwala na określenie odpowiedniej strategii obsługi profilaktycznej.

Jeżeli wiemy, jaki komponent, podzespół, zespół czy też system analizowanego obiektu technicznego uległ uszkodzeniu, wówczas możemy z dużą precyzją uderzyć w działania zapobiegawcze, aby nie dopuścić do uszkodzenia, oczywiście zakładając, że konsekwencje takiego uszkodzenia są znaczące. W praktyce częstotliwość dokonania takiego przeglądu profilaktycznego ustala się na zasadzie 85% MTBF.

Tak więc, mamy opisane wszystkie główne wskaźniki, które powinny być liczone, a w dalszej kolejności analizowane dla poszczególnych maszyn i urządzeń zainstalowanych w naszym przedsiębiorstwie. Ktoś mógłby zadać pytanie: „Czy należy od razu wdrażać te wskaźniki dla wszystkich maszyn i urządzeń?” Odpowiedź nie jest jednoznaczna. Ja z praktyki doradzam swoim klientom, aby zacząć w pierwszej kolejności od maszyn klasy A, następnie maszyny klasy B, a w dalszej kolejności maszyny klasy C.

Dobra rada jest taka: MAŁYMI KROKAMI CIĄGLE DO PRZODU. LICZY SIĘ SYSTEMATYKA, KONSEKWENCJA I DISCYPLINA.

Wojciech Mącznyński

REKLAMA



Specjalizujemy się w praktycznych szkoleniach oraz doradztwie w zakresie bezpieczeństwa maszyn, urządzeń i sprzętu elektrycznego.

Zapraszamy na nasze najbliższe szkolenia:



Efektywna ocena zgodności maszyn i urządzeń z wymaganiami dyrektywy maszynowej 2006/42/WE

26 - 28.10.11 Warszawa
 16 - 18.11.11 Szczecin
 05 - 07.12.11 Szczycrk



Przystosowanie użytkowanych maszyn do minimalnych wymagań BHP (2009/104/WE)

28 - 29.11.11 Łódź



Projektowanie bezpiecznych systemów sterowania maszyn wg EN ISO 13849-1

12-14.10.11 Wrocław
 14-16.12.11 Łódź

Szczegółowe informacje, program, rejestracja na:

www.luc.pl

Polecamy nasz nieodpłatny informativ: CEInfoService. Podajemy w nim najnowsze informacje o oznakowaniu CE oraz bezpieczeństwie maszyn.

LUC - CE CONSULTING

ul. Robotnicza 20, 45-352 Opole

tel./fax 77 442 68 90, tel. kom. 604 380 091

e-mail: luc@luc.pl