

Golem OEE MES – Wskaźnik OEE, MTBF, MTTR, Cavity

Poniższy dokument jest rozszerzeniem dokumentacji systemu **Golem OEE MES** dostępnej na stronie [neuron.com.pl](http://www.neuron.com.pl)

W skrócie

- Wskaźnik OEE jest tak ważnym wskaźnikiem że znalazł on swoje miejsce w nazwie systemu
- Wskaźnik OEE wyznaczany jest na podstawie czasów statusów zebranych w systemie
- Wskaźnik wyznaczany jest dla wszystkich zakresów predefiniowanych (zmiana, zlecenie, miesiąc, etc) oraz dla dowolnego czasu w większości raportów
- Wyznaczany jest też wskaźnik zbiorczy dla grupy maszyn
- Wyznaczane są wskaźniki utrzymania ruchu: MTTR i MTBF
- Może być wyznaczany specjalny wskaźnik CAVITY określający proporcje między ilością wykonaną a ilością możliwą do wykonania przy sprawnym narzędziu (optymalnej krotności)

W naszym artykule dostępnym pod adresem <http://www.neuron.com.pl/pliki/oee.pdf> opisałem wskaźnik OEE, jego praktyczne użycie i związane z nim pułapki. Wspomniano tam też o metodach zbierania danych wspominając między innymi o systemie Golem OEE.

Czasy statusu a wskaźnik OEE

Przypomnijmy sobie graf przedstawiający konstrukcję wskaźnika OEE:



Po kolei omówimy jego poszczególne składniki odnosząc się do czasów statusu

Całkowity czas produkcji (czas zamówiony)	To czas dla którego prowadzone są obliczenia. Bieżąca zmiana robocza, miesiąc zlecenie lub dowolny okres czasu wybrany w raporcie. Uwaga! Czas zamówiony jest sumą zarejestrowanych w danym okresie czasów – zobacz rozdział wpływ pracy stacji na wskaźnik OEE
Czas operacyjny	Czas operacyjny to czas zamówiony pomniejszony o czas postojów planowanych, czas konserwacji oraz o normatywny czas przebrojeń i ustawień
Dostępność	Podstawą do wyliczenia dostępności jest czas operacyjny pomniejszony o czas statusu awaria i postój nie planowany oraz o ponadnormatywny czas przebrojenia i ustawiania
Wykorzystanie	Czas wykorzystany (podstawa do obliczenia wykorzystania) to czas efektywnej pracy. Stratą wykorzystania są mikro postoje i czas nieoznaczony
Jakość	Podstawą wskaźnika jakości jest proporcja ilości braków do ilości produktu brutto

Wpływ pracy stacji na wskaźnik OEE

Powiedzmy że czasem zamówionym w raporcie jest jeden dzień który trwa 24 godziny. Bez względu na to jakie tego dnia były ustawione statusy ich suma czasu trwania powinna wynosić 24 godziny.

Problem zaczyna się gdy z jakiegoś powodu stacja zbierania danych nie pracowała. Wtedy suma zliczonych czasów będzie mniejsza.

W starszych wersjach systemu czas dostępny wyznaczany był jako czas pomiędzy datami zakresu. Dla jednego dnia kalendarzowego miał on zawsze 24godziny a w przypadku gdy z jakiegoś powodu stacja nie zapisywała danych to występowała niezgodność pomiędzy czasem zamówionym a sumą innych czasów.

Nic tak nie zniekształca wskaźnika OEE jak błędny czas zamówiony bo choć jest on na samej górze wykresu to stanowi on fundament wyliczeń.

Dlatego w systemie Golem OEE MES czas zamówiony jest zawsze sumą zapisanych danych. Jeśli stacja ciągu naszej doby stacja miała godziną przerwę w pracy to suma wszystkich czasów wyniesie 23 a nie 24 godziny i taki też czas zostanie podstawiony do obliczeń dla zachowania spójności danych.

Jeśli program wykryje różnicę pomiędzy czasem zamówionym a czasem zakresu to sygnalizuje ten fakt stosownym komunikatem.

Przeobrażanie i ustawianie

Najbardziej kontrowersyjnym elementem wskaźnika OEE jest sposób klasyfikacji czasu przeobrażania maszyny (w Golemie przeobrażania i ustawiania)

Czy czas ten jest stratą? No nie – przecież przebrojenie maszyny to czynność ZAPLANOWANA a więc nie jest.

Czy czas przeobrażania może być stratą? Oczywiście że tak. Wystarczy że czynności będą trwały dłużej niż to zaplanowano.

W ustawieniach maszyny (model) możemy i dla przebrojenia i dla ustawiania zdecydować czy czas ten jest stratą (pomniejszy wtedy dostępność), czy nie jest stratą (wejdzie w skład czasu operacyjnego) czy jest stratą powyżej czasu normatywnego. Ustalamy też czy ten czas normatywny ma być przypisany na stałe czy określany jako parametr zlecenia produkcyjnego.

Powiedzmy że zdecydowaliśmy się na podział czasu. Że w zleceniu określamy optymalny czas przeobrażania na 40 minut. Jak będzie on wkomponowany we wskaźnik? To proste – jeśli obsługa „zmieści” się z instalacją w ciągu 40 minut to czas ten nie będzie stratą. Jeśli nie to wszystko powyżej 40 minut będzie stratą i zaniży dostępność.

Total OEE

Jak wspominałem w artykule ogólnym o wskaźniku OEE są dwie szkoły jego wyznaczania. Jedna z nich mówi że 100% OEE to 100% realizacji zakładanego planu produkcyjnego przy zakładanych zasobach. Inaczej mówiąc maszyna może mieć 90% OEE nawet gdy w wyznaczonym okresie nie pracowała przez większość czasu o ile ta nie praca została zaklasyfikowana jako postój planowany. Nie pracuję bo jest taki plan.

Taką szkołę wyznaje Golem. Chcemy wiedzieć czy maszyna realizuje swoje plany bo to zależy od jej stanu technicznego, pracy operatorów i logistyki a nie czy maszyna mogła by pracować więcej gdyby pracowała 3 a nie 2 zmiany bo to nie od nas zależy tylko od zarządu.

Druga szkoła mówi że 100% OEE oznacza 100% pracy przez 7 dni w tygodniu 24 godziny na dobę a wszystko jest stratą.Stratą jest postój planowany, stratą jest przeobrażanie.

Metoda ta nie jest właściwa do oceny pracy maszyn i operatorów w krótkich terminach ale może być bardzo użyteczna dla oceny długookresowej, aby porównując wskaźniki wyznaczone dwoma metodami powiedzieć o, mamy jeszcze ukryte możliwości. Jeśli skrócimy przeobrażanie, jeśli uruchomimy 3 zmianę, jeśli będziemy pracować w niedziele to tymi samymi maszynami możemy wyprodukować ok. 27% więcej.

Druga metoda została zaimplementowana w systemie jako TotalOEE. Jest to nasza autorska nazwa. Co prawda w literaturze coraz częściej opisywany jest wskaźnik TEEP który teoretycznie spełnia te kryteria ale jego definicje są często rozbieżne i niejednoznaczne więc nie zdecydowaliśmy się na jego użycie.

Różnica w wyznaczaniu TotalOEE w stosunku do OEE jest prosta: postoje planowane, przebrojenia i ustawiania są stratą a sam wskaźnik pokazuje nam możliwości a nie straty.

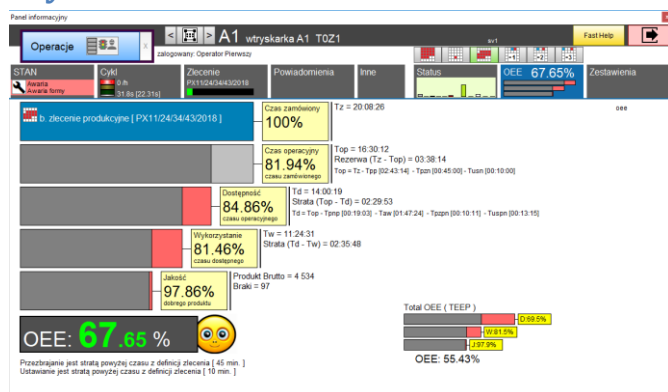
Raporty Grupowe

Wyznaczanie OEE dla grupy maszyn to temat najbardziej kontrowersyjny. Wskaźnik OEE mówi nam jakie osiągi ma maszyna. Ale po co analizować prace każdej maszyny osobno? Nie fajniej by było dostać jeden wskaźnik dla całej fabryki?

No nie bardzo. To znaczy można i golem takie wyliczenia udostępnia ale pamiętajmy że mogą one być obciążone dużymi błędami.

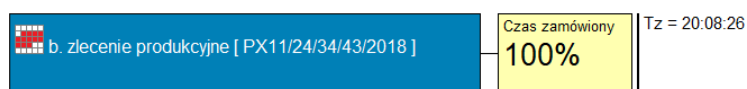
Sprawa jest prostsza jeśli w grupie są maszyny które pracują podobnie i w podobnym reżimie, to znaczy taką samą ilość czasu, w takim samym układzie zmianowym. Możemy wtedy zsumować OEE wszystkich i podzielić przez ich ilość. Gorzej jeśli maszyny w jednej grupie pracują w różnych reżimach czasowych – wtedy jedna maszyna może wypaczyć nam ogląd sytuacji.

Wykres wskaźnika



Na potrzeby systemu Golem stworzyliśmy specjalny wykres obrazujący OEE i jego składniki. Występuje on w wielu miejscach programu w formie uproszczonej natomiast w wersji pełnej na panelu informacyjnym maszyny, na zakładce OEE.

Oto przykładowy wykres dla jakiegoś, będącego w toku zlecenia – przeanalizujemy krok po kroku co widzimy.



Pierwszym elementem wykresu jest bar przedstawiający czas zamówiony – jest on niezmienny i symbolizuje całkowity czas produkcji – czas zamówiony. Zawsze ma 100%.

W naszym przypadku reprezentuje on czas zlecenia Tz (od początku zlecenia) równy ok. 20 godzin.



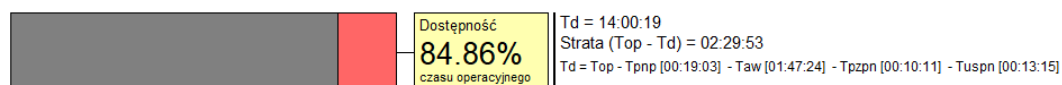
Kolejny bar wykresu to czas operacyjny – jasny segment to czas który został „zużyty” na postoje planowane i normatywne czynności. Kolor ciemny to czas operacyjny Top który wynosi 81,94% czasu zamówionego który został pomniejszony o:

Tpp – czas postoju planowanego (2 godziny 43 minuty)

Tpzp – normatywny czas przeobrażania (45 minut)

Tusn – normatywny czas ustawiania (10 minut)

Zwróćmy uwagę na definicje czasu przeobrażania i ustawiania (pod wykresem). Dla tego konkretnego zlecenia czas normatywny przeobrażania wynosi 45 minut a dla ustawiania 10 minut. Jak widać limity czasów przeobrażania i ustawiania zostały wyczerpane do czego zaraz wrócimy.



Kolejny bar to Dostępność. Czerwony segment oznacza stratę, kolor ciemny to właściwa dostępność : 84,86% czasu operacyjnego. Czas dostępny TD wynosi 14 godzin i został obniżony w stosunku do czasu operacyjnego o dwie i pół godziny, czyli o stratę dostępności. Na stratę tę składają się:

Taw – czas awarii (godzina i 47 minut)

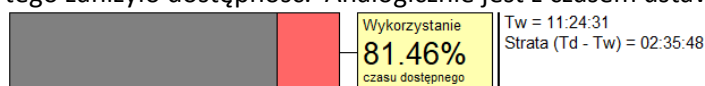
Tppp – czas postojów nie planowanych (19 minut)

Tpzpn – czas ponad normatywnego przeobrażania (10 minut)

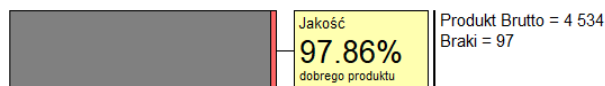
Tuspn – czas ponad normatywnego ustawiania (13 minut)

Skupmy się na chwilę na tych ostatnich. Jak powiedziano normatywny czas przeobrażania dla tego zlecenia to 45 minut.

Czyli ktoś uznał że w idealnych warunkach zmiana osprzętu zostanie wykonana w tym czasie. W rzeczywistości przeobrażanie trwało 55 minut. 45 minut zaniżyło czas operacyjny i nie jest stratą ale 10 minut jest już stratą i dla tego zaniżyło dostępność. Analogicznie jest z czasem ustawiania.

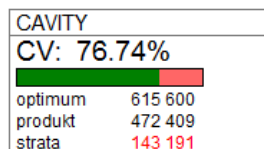


Kolejny bar to Wykorzystanie. Ciemny kolor pokazuje ile czasu dostępnego wykorzystano na efektywną pracę: 81,46%. Czas Tw (11,5 godziny) to czas efektywnej pracy. Gdybyśmy zerknęli na wykres statusu dla zlecenia to efektywny czas pracy jest identyczny. Utracony czas (utracone wykorzystanie) to dwie i pół godziny na które składają się mikro postoje i czas nieoznaczony.



Ostatni bar to jakość. Szary kolor pokazuje ile było dobrego produktu: 97,86% co wynika z proporcji produktu i braków.

Wskaźnik CAVITY



Wskaźnik CAVITY (nazwa od mold cavity – gniazdowość form wtryskowych) wskazuje różnicę pomiędzy ilością wyprodukowaną a ilością która mogła by być wyprodukowana na sprawnym narzędziu.

Powiedzmy że mamy narzędzie o określonej krotności (ilości produktu na cykl), niech będzie to forma z 10cioma gniazdami, czyli o krotności 10. Niech ta forma ma uszkodzone jedno gniazdo czyli rzeczywista krotność to 9. Wskaźnik CAVITY wyniesie 90% czyli wyprodukowano 90% tego co można by wyprodukować gdyby wszystkie gniazda były sprawne.

Kiedy wyznaczany jest wskaźnik?

Warunkiem jest użycie zlecenia a w zleceniu użycie parametru optymalna krotność. W przeciwnym razie wskaźnik nie będzie wyznaczany a jego wykresy czy wartości nie będą widoczne

Cavity a wykorzystanie

W ustawieniach modelu możemy włączyć opcję „uwzględnij wskaźnik cavity w wykorzystaniu”.

Spowoduje to uwzględnienie wskaźnika CV podczas wyznaczania wykorzystania”



Działa to tak – najpierw wyznaczane jest wykorzystanie z czasu efektywnej pracy – w przykładzie powyżej jest to 43.92%. Potem od tej wartości liczony jest procent określony wartością wskaźnika CV, w naszym przypadku 76.61% i podstawiane do wartości wykorzystania: wykorzystanie z uwzględnieniem CV = 76.61% z 43.92% = 33.65%.

MTTR, MTBF

Wraz ze wskaźnikiem OEE wyznaczane są dwa wskaźniki utrzymania ruchu:

- MTTR – Średni czas potrzebny do naprawy awarii (ang. Mean time to repair)
- MTBF – Średni czas pomiędzy awariami (ang. Mean time between failures)

MTTR wyznaczany jest jako czas awarii / ilość awarii. Czyli w wyznaczonym zakresie sumujemy czas awarii (statusu awarii) i dzielimy przez ilość awarii.

Jeśli w danym czasie, np. w miesiącu było 35 godzin awarii i 6 awarii to $MTTR = 35/6 = 5,8$ godziny.

Czyli średnia długość naprawy w miesiącu to 5,8 godziny

MTBF wyznaczamy jako czas badanego zakresu / ilość awarii. Jeśli badamy miesiąc to czas badanego zakresu to $31 \times 24 = 744$ godziny. Dzielimy ten czas przez ilość awarii, w naszym przypadku 6 awarii = $744/6 = 124$ godziny. Czyli awaria występuje średnio co 124 godziny.

Ważne: Decydująca dla jakości wskaźników jest ilość awarii w danym okresie, a ta określona jest jako ilość zmian statusu na status Awaria. Trzeba o tym pamiętać, szczególnie gdy status jest zmieniany automatycznie (za pomocą sygnałów z maszyny) gdyż ich ilość może być nie adekwatna do rzeczywistości.