

<b>Wskaźnik OEE w systemie Golem OEE SuperVisor Next .....</b>	<b>1</b>
<i>Wstęp .....</i>	<i>1</i>
<i>Podstawa czyli czas zamówiony.....</i>	<i>2</i>
<i>Przerwa w pracy stacji to dziura w danych !!!.....</i>	<i>2</i>
<i>Czas operacyjny i dostępność.....</i>	<i>2</i>
<i>Wykorzystanie czyli efektywna praca.....</i>	<i>3</i>
<i>Jakość .....</i>	<i>3</i>
<i>Zmiana statusu a wskaźnik OEE.....</i>	<i>3</i>
<i>Total OEE .....</i>	<i>4</i>
<i>Raporty Grupowe .....</i>	<i>4</i>
<i>Analiza wykresu OEE .....</i>	<i>5</i>

## Wstęp

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.

Poniższy artykuł jest uzupełnieniem dokumentacji systemu Golem OEE SuperVisor Next i omawia zagadnienia związane ze wskaźnikiem w jego kontekście.

W artykule będę się odnosił do wielu funkcji systemu nie opisując ich szczegółowo – zakładam że czytelnik zna odstawy funkcjonowania systemu Golem a artykuł ma na celu doprecyzowania pewnych kwestii.

Przypomnijmy sobie graf przedstawiający konstrukcję wskaźnika OEE:



Po kolei omówimy jego poszczególne składniki.

## Podstawa czyli czas zamówiony

Golem wyznacza OEE na dwa sposoby (w dwu miejscach) w panelu informacyjnym maszyny na podstawie danych z bazy podręcznej stacji i w raportach na podstawie danych z bazy SQL.

Wskaźnik w panelu informacyjnym wyznaczany jest dla bieżącego miesiąca, bieżącej zmiany roboczej i bieżącego zlecenia. W raportach dla dowolnego czasu, zmiany w raporcie miesięcznym, zlecenia w raporcie dla zlecenia, dla dowolnego zakresu czasu w innych raportach. Podstawa ta jest niczym innym jak czasem zamówionym.

Istotne są pewne niuanse. Mówiąc bieżący miesiąc mamy na myśli ilość sekund od początku miesiąca do teraz, podstawa dla bieżącego zlecenia to ilość sekund od rozpoczęcia zlecenia do teraz.

W przypadku raportów opartych na danych mówimy o czasie oznaczonym. Czasie między początkową a końcową datą – godziną dla których generowany jest raport. Choć tak trochę nie do końca – jest to czas od pierwszego do ostatniego zapisu w bazie danych w wyznaczonym zakresie czasu. Ale o co chodzi ?

## Przerwa w pracy stacji to dziura w danych !!!

Skąd są dane do raportów? Zapisuje je do bazy danych program stacja zbierania danych. Zapisuje co godzinę.

Co godzinę zapisuje o ile „przyrosły” poszczególne liczniki, np. że w ciągu godziny naliczono 1000 sekund awarii i 2600 sekund postoju planowanego a dla reszty czasów same zera. I tak co godzinę, 7 dni w tygodniu, non stop.

Jeśli chcemy poznać wszystkie czasy statusów dla miesiąca stycznia to sumujemy po prostu wartości wszystkich rekordów które zapisano od 1-1-2013 00:00 do 31-1-2013 23:59. Proste i niezmiernie wydajne w porównaniu z systemami które próbują policzyć że jak coś się stało o 17:00 a skończyło o 18:30 to pewnie trwało 90 minut.

Ale takie rozwiązanie ma pewną drobną wadę – stacja musi pracować non stop bo nawet jak w niedzielę maszyny nie pracują to stacja musi zapisać co godzinę 60 minut postoju planowanego.

Jakie są tego konsekwencje? Oto przykład z życia wzięty.

Pewnego razu firma zgłosiła nam problem że raporty dla zleceń są prawidłowe i raporty dla zmian roboczych też są prawidłowe ale raport dla miesiąca jest totalnie „rozjechany”, nic się w nim nie zgadza.

Po analizie zapisów w bazie okazało się że brakuje zapisów w soboty i niedziele. No bo my wyłączamy zasilanie na całej hali jak mamy wolne ...

W każdym miesiącu brakowało 8 dni. Czas oznaczony takiego raportu to czas od pierwszego do ostatniego zapisu czyli dni 30 lub 31. Ale suma zliczonych czasów to 22 dni. No i się wskaźniki cokolwiek rozjechały ....

Tak więc jeśli wyjdą nam „dziwne” wyniki to przede wszystkim musimy sprawdzić czy w wybranym czasie stacja funkcjonowała – najprościej zrobić to za pomocą trendu miesięcznego maszyny – pierwszy wiersz tego wykresu to wiersz brak danych – jeśli w kolumna która odpowiada jednej godzinie jest czerwona to znaczy że dla tej godzinie nie ma danych.

Po tym przypadku w systemie wprowadzono tzw. autouzupelnienie danych – specjalny mechanizm który po wykryciu przerwy w pracy stacji uzupełnia brakujące godziny czasem postoju planowanego tak aby uzyskać integralność danych – być może nie będą prawidłowe ale doba będzie miała 8 godzin a nie 6.

## Czas operacyjny i dostępność

Czas operacyjny to czas zamówiony czyli nasza podstawa ograniczony o czas postoju planowanego

Dostępność to czas operacyjny ograniczony o czas awarii.

I wszystko było by proste i nie wymagało by dalszych komentarzy gdyby nie czas ustawiania i czas przezbrajania.

Przebrojenie (i ustawienie) może być stratą (zaniży dostępność), nie być stratą (zaniży czas operacyjny) albo może być stratą powyżej normatywnego czasu trwania. Temat te dokładnie omówiono w poprzednim artykule.

Czas normatywny czyli czas powyżej którego dana czynność jest stratą ustala się albo na sztywno w definicji nadzorca albo jako parametr zlecenia. Albo ustalić że dla danej maszyny przezbrajanie będzie stratą a dla innej nie.

Możemy ustalić np. że wymiana formy trwać powinna 90 minut. I pierwsze 90 minut (jeśli ten czas będzie większy) wejdzie w czas operacyjny a nadwyżka będzie stratą.

Ale bardzo ważna uwaga – podział na czas normatywny i czas ponad normatywny dotyczy się tylko wyznaczania OEE dla zlecenia.

Na potrzeby innych raportów sposób klasyfikacji jest ustalany w ustawieniach globalnych systemu – określamy, indywidualnie dla przezbrajania i ustawiania czy ich czas ma być stratą czy nie.

Musimy o tym pamiętać. Wyobraźmy sobie że robimy raport dla zlecenia i raport dla maszyny i ich czas się pokrywa, pokrywają się zapisy w bazie danych a pomimo to pomiędzy raportami wystąpi rozbieżność we wskaźniku.

## Wykorzystanie czyli efektywna praca

To właśnie sposób liczenia wykorzystania najbardziej różni się od sposobu podręcznikowego. W teorii wykorzystanie liczy się tak że do wzoru podstawiamy wyprodukowaną ilość oraz podajemy czas dla wykonania jednej jednostki produktu. Np. wyprodukowano 500 szt. a czas normatywny na wykonanie sztuki to 0,5 sekundy więc wykorzystanie będzie stu procentowe jeśli wyprodukowano te sztuki w 250 sekund. Czyli czas wykorzystania = 500 sekund.

W Golemie czas wykorzystania = efektywny czas pracy. Nie liczymy z ilości ile powinna trwać produkcja tylko liczymy ile naprawdę trwała a wykorzystanie zaniżają: czas mikro postojów i czas nieoznaczony

## Jakość

Jakość jest uwzględniana gdy do danej maszyny przypisywane, albo zliczane automatycznie za pomocą innego nadzorca, np. na podstawie sygnałów z wyrzutnika braków systemu wizyjnego.

W temacie jakości zwróć uwagę tylko na jeden drobiazg. Otóż golem zawsze liczy wyroby wyprodukowane. I dobre i złe. Kiedyś jeden z użytkowników sygnały dla golema pobrał z systemu wizyjnego w ten sposób że golem liczył dobre produkty i za pomocą asystenta braki. A potem na potrzeby wyznaczenia jakości odjął braki od dobrych.

## Zmiana statusu a wskaźnik OEE

Wiele błędów w wyznaczaniu wskaźnika bierze się z niewłaściwej obsługi statusu i operowania zleceniami.

### *Pierwszy przykład*

Zaczynamy pracę o 6 rano. Zmieniamy status a PRACA. Maszyna pracuje cały czas z idealnymi warunkami. Kończymy pracę o godzinie 14, zatrzymujemy maszynę i idziemy do domu. Rano następnego dnia robimy raport zbiorczy dla doby i „zonk” Mamy OEE około 30%. Bo pozostawiona w statusie PRACA maszyna która nie pracuje „nabija” czas nieoznaczony a ten pomniejsza wykorzystanie maszyny.

Gdybyśmy zmienili o 14 status na POSTÓJ PLANOWANY to OEE było by bliskie 100% - 16 godzin postoju obciążało by czas operacyjny.

Zawsze maszynę która nie pracuje bo nie ma dla niej pracy albo dla tego że zamykamy zakład wprowadzamy w stan POSTOJU PLANOWANEGO bo taki jest ich faktyczny status. Możemy to zrobić wygodnie za pomocą panelu operacji seryjnych.

### *Drugi przykład*

Podobny i równie częsty. Realizujemy jakieś zlecenie produkcyjne. Podobnie jak poprzednio z idealnymi osiąganiami. Kończymy zlecenie i zaczynamy natychmiast następne. I jest OK. Częstym jednak błędem jest pozostawienie aktywnego zakończonego zadania w sytuacji gdy następne mamy realizować za jakiś czas. Zlecenie trwało 14 godzin ale zostało zakończone po 18 godzinach, tuż przed rozpoczęciem następnego. Czas zamówiony zwiększył się więc o 4 godziny. Dobrze jeśli po zakończeniu zlecenia operator zmienił status na POSTÓJ PLANOWANY, wtedy ma to niewielki wpływ na wskaźniki, ale jeśli pozostawiono niepracującą maszynę w statusie PRACA to patrz poprzedni przykład.

### *Trzeci przykład*

Ten przykład jest trochę bardziej złożony. Powiedzmy że mamy awarię więc o 12 zmieniono status na AWARIA.

A o 14 zakończyła się praca zakładu która będzie wznowiona następnego dnia o 6 i o 10 usunięto awarię.

Golem poza wskaźnikiem OEE wyznacza też wskaźniki MTTR i MTBF czyli średni czas naprawy i średni czas między naprawami. No i teraz mamy problem interpretacyjny. Ile trwała awaria? 6 czy 22 godziny ?

Teoretycznie operator powinien zmienić o 14 status na POSTÓJ PLANOWANY a o 6 rano ponownie na status AWARIA.

Tyle że jak nie trudno się domyśleć często będzie o tym zapominać.

Nie jest ważne jaką przyjmujemy metodę, jak mówi pewne powiedzenie: nadmiar precyzji prowadzi do chaosu.

Ważne jest aby zawsze robić to w ten sam sposób bo wskaźniki KPI mają jakąkolwiek wartość tylko wtedy gdy są zawsze wyznaczane według tych samych zasad.

Ważne jest też abyśmy mieli świadomość tego typu komplikacji.

### *Czwarty przykład*

Wyobraźmy sobie taką konfigurację: status jest sterowany wejściami, nie za pomocą przełącznika ale za pomocą sygnałów z lampy sygnalizacyjnej maszyny. Kiedy maszyna nie ma zasilania to mamy status POSTÓJ PLANOWANY, gdy zapali się czerwona lampka to status AWARIA itd.

Problem polega na tym że lampa sygnalizacyjna nie sygnalizuje awarii, ona sygnalizuje zatrzymanie maszyny.

Jeśli maszyna stanie na dłużej bo się faktycznie zepsuła to zmiana statusu na AWARIA będzie zaklasyfikowana prawidłowo jako obniżenie dostępności. Ale jeśli maszyna zatrzymała się na chwilę bo zaklinował się kartonik to zdarzenie to też zostanie zaklasyfikowane jako awaria choć awarią nie jest. Jest utratą prędkości maszyny i powinno zostać zaklasyfikowane jako obniżenie wykorzystania. Różnica nie jest wielka ale jest, szczególnie jeśli będziemy chcieli użyć wskaźników do oceny pracy działu utrzymania ruchu.

## 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 niepraca 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 przezbieranie.

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 przezbieranie, 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. Odwołując się do diagramu z początku artykułu – to tak jakbyśmy wymazali czas operacyjny a planowane postoje i czynności przenieśli do wykorzystania. Zresztą z TotalOEE wiąże się wskaźnik Totalna Dostępność.

## 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 ogólny obraz sytuacji.

W Golemie zbiorczy wskaźnik OEE mamy dostępny w dwu miejscach – w widoku grupy i w raporcie dla grupy.



W widoku grupy mamy wskaźnik podający OEE dla wybranego zakresu czasu: bieżącego miesiąca lub bieżącej zmiany roboczej.

Wyznaczany jest on tak że wyznaczone są wskaźniki OEE dla wszystkich maszyn w grupie a następnie sumowane i dzielone przez ilość maszyn.

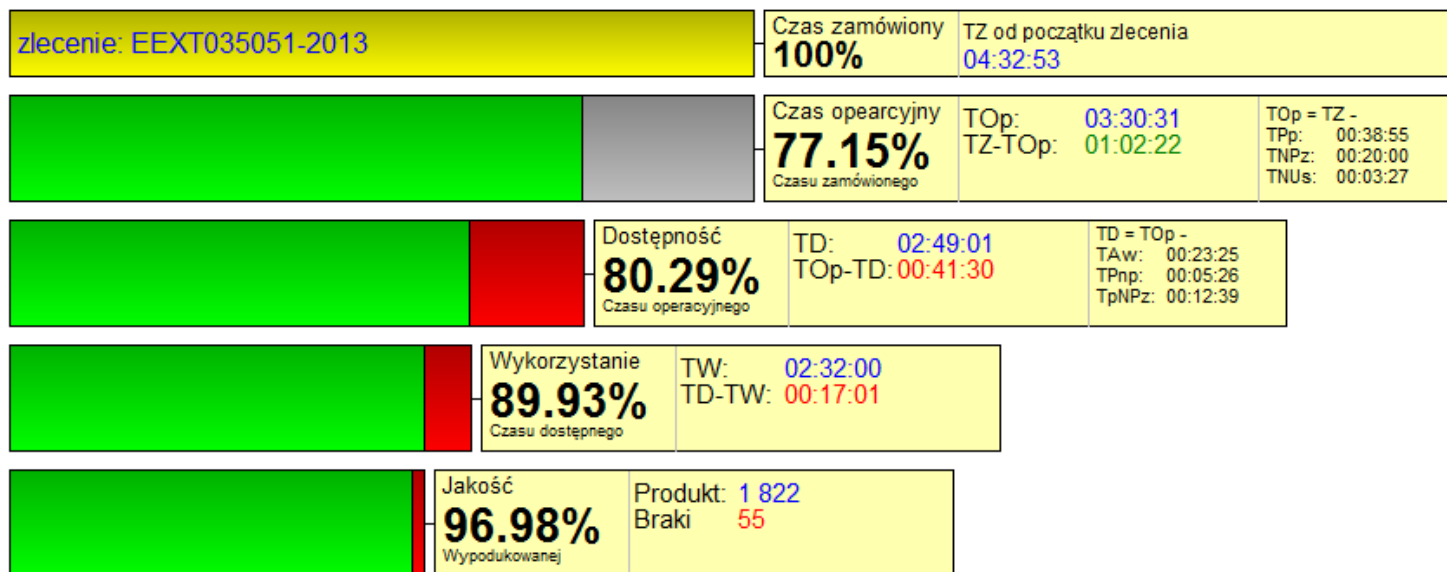
Analogicznie wyznaczany jest wskaźnik i jego składniki w raporcie dla grupy. Sumowane są wszystkie wskaźniki i dzielone przez ilość maszyn.

Dla tego wskaźniki te powinny być używane do analizy zmian – patrzymy czy się zmienia nie wnikając zbyt w samą ich wartość.

## Analiza wykresu OEE

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 co widzimy.

Na początek cofnijmy się na sam początek tego artykułu – jest tam grafika przedstawiająca konstrukcję wskaźnika. Prawda że podobne?



Przezbieranie jest stratą powyżej czasu z definicji zlecenia: 20 min.  
Ustawianie jest stratą powyżej czasu z definicji zlecenia: 10 min.

Uproszczony wykres OEE (z pominięciem czasu operacyjnego)



Totalna Dostępność 61.94%    TotalOEE 54.02%

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 (od początku zlecenia) czas TZ równy ok. 4,5 godziny.

Kolejny bar wykresu to czas operacyjny – szary segment to czas który został „zużyty” na postoje planowane i normatywne czynności. Kolor zielony to czas operacyjny TOp który wynosi 77,15% czasu zamówionego który został pomniejszony o:  
TPp – czas postoju planowanego (38 minut)  
TNPz – normatywny czas przezbierania (20 minut)  
TNUs – normatywny czas ustawiania (3,5 minuty)

Zwróćmy uwagę na definicje czasu przezbierania i ustawiania (pod wykresem). Dla tego konkretnego zlecenia czas normatywny przezbierania wynosi 20 minut a dla ustawiania 10 minut. Jak widać limit czasu przezbierania został wyczerpany do czego zaraz wrócimy.

Kolejny bar to Dostępność. Czerwony segment oznacza stratę, kolor zielony to właściwa dostępność : 80,29% czasu operacyjnego. Czas dostępny TD wynosi 2godziny 49 minut i został obniżony w stosunku do czasu operacyjnego o 41 minut, czyli o stratę dostępności. Na stratę tę składają się:

TAw – czas awarii (23 minuty)

TPnp – czas postojów nie planowanych (5 minut)

TpNPz – czas ponad normatywnego czasu przezbierania (12 minut)

Skupmy się na chwilę na tym ostatnim. Jak powiedziano normatywny czas przezbierania dla tego zlecenia to 20 minut. Czyli ktoś uznał że w idealnych warunkach zmiana osprzętu zostanie wykonana w tym czasie. W rzeczywistości przezbieranie trwało 32 minuty. 20 minut zaniżyło czas operacyjny i nie jest stratą ale 12 minut jest już stratą i dla tego zaniżyło dostępność.

Analogicznie jest z czasem ustawiania choć w tym konkretnym przykładzie zmieszczono się w 10 minutach (TNUs – 3,5m.).

Kolejny bar to Wykorzystanie. Zielony kolor pokazuje ile czasu dostępnego wykorzystano na efektywną pracę: 89,93%.

Czas TW (2,5 godziny) to czas efektywnej pracy. Gdybyśmy zerknęli na wykres statusu dla zlecenia to efektywny czas pracy jest identyczny.

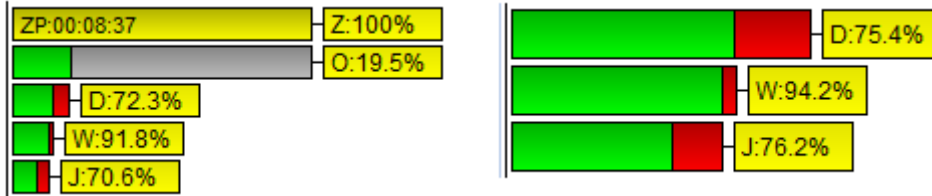
Utracony czas (utracone wykorzystanie) to 17 minut na które składają się mikro postoje i czas nieoznaczony.

Ostatni bar to jakość. Zielony kolor pokazuje ile było dobrego produktu: 96,98% co wynika z proporcji produktu i braków.

Iloczyn dostępności, wykorzystania i jakości daje nam aktualne OEE : 70,02% co jest wynikiem bardzo dobrym co sygnalizuje kolor zielony i emotikon z wybałuszonymi oczyma ze zdziwienia jak dobrze idzie praca...

Mamy jeszcze dwa parametry: totalną dostępność i totalne OEE wyliczone z założeniem że wszystko co nie jest pracą jest stratą o czym pisałem wyżej.

Drugi, mniejszy, uproszczony wykres pozbawiony został czasu operacyjnego i zamówionego a to z tego powodu że w sytuacji gdy czas operacyjny jest bardzo niski to wykres może być cokolwiek mało czytelny.



Wykres z lewej pokazuje czas zamówiony i operacyjny, wykres z prawej nie – interesujące nas informacje są bardziej wyraziste.