

# MTTR, MTBF i MTTF w praktyce

Każdy związany w jakikolwiek sposób z utrzymaniem ruchu zna lub powinien znać wskaźniki MTBF i MTTR. To proste wskaźniki które mówią nam co ile czasu występują awarie i jaki jest średni czas ich usunięcia. Ale co to oznacza w praktyce?

Taki wskaźnik OEE, jeśli stosujemy odpowiednią metodologię i dostarczymy formule odpowiednie dane mówi nam w uproszczeniu że maszyna wykonała X% z tego co mogła by wykonać, z tego czego oczekujemy, z tego co zaplanowaliśmy. OEE= 67% mówi że zrealizowano 67% naszych oczekiwań.

A co mówi nam że średni czas naprawy maszyny X w tym roku to 9,8 godziny? Że pracownicy się „lenią” ? Co mówi nam wiedza że w tym roku średni czas między awariami dla maszyny Y to 33 godziny? Że ta maszyna to złom bo tak często się psuje? A może pracownicy się „lenią” bo przecież przeglądy profilaktyczne powinny działać cuda?

Impulsem do napisania tego krótkiego artykułu było to że kolejny klient zadzwonił z pytaniem jak w naszym CMMS'ie wyznaczyć wskaźniki MTTR i MTBF dla WSZYTSKICH MASZYN bo tak chce ZARZĄD..

Czy ów mityczny zarząd w ogóle rozumie o co prosi?

## Historia wskaźnika MTBF i dla czego omówimy ją na końcu

Dużo światła na to czym jest wskaźnik MTBF mówi jego historia. A właściwie to czym był pierwotnie i jakim celem służył. Bo powstał do czegoś zupełnie innego a na potrzeby UR został jedynie zaadaptowany. Ale o tym na koniec bo myślę że będzie to doskonałe podsumowanie całego artykułu.

## MTTR, MTBF w skrócie

<b>MTTR</b> Mean Time To Repair średni czas naprawy	$MTTR = T_m / R_c$ $T_m$ – czas napraw / niedostępności $R_c$ – ilość napraw	przykład w miesiącu było 5 awarii które łącznie trwały 10 godzin. $MTTR = 10/5 = 2$ czyli średni czas naprawy wynosi 2 godziny
<b>MTBF</b> Mean Time Between Failure średni czas pomiędzy naprawami (awariami).	$MTBF = T_{base} / R_c$ $T_{base}$ – czas dla którego robimy wyliczenia $R_c$ – ilość napraw	przykład w miesiącu było 5 awarii miesiąc to 744 godziny $MTBF = 744/5 = 148,8$ godzin czyli średni czas między awariami wynosi ok 150 godzin

## Zamieszanie z MTTF

Czym jest MTTF (Mean Time To Failure) czyli czas do awarii ?

Jest miarą trwałości. Wskaźnik MTBF mówi nam jak często psuje się „coś” co można naprawić. Z kolei wskaźnik MTTR mówi nam kiedy zepsuje się coś co jest nienaprawialne.

Przykładem mogą być żarówki – producent podaje trwałość 50tyś godzin co oznacza że non stop świecąca się żarówka ( z naciskiem na non stop bo każde załączenie skraca ten czas ) przepali się po ok 5 latach.

Czyli żarówka ta ma MTTF = 50000 godzin. A jak się już przepali to do kosza, znaczy do recyklingu.

Niestety ktoś kiedyś, zapewne licząc że w ten sposób zwiększy „precyzję” obliczeń, zmienił definicję tego wskaźnika zmieniając jednocześnie definicję wskaźnika MTBF a internet rozpowszechnił tę nie do końca sensowną definicję. Niektóre źródła podają że  $MTTF = (\text{czas wyznaczony} - \text{czas napraw i konserwacji}) / \text{ilość awarii}$  a MTBF to  $MTTR + MTTF$

Oczywiście można zwiększyć precyzję wskaźnika MTBF odejmując od podstawy  $T_{base}$  czas napraw i postojów planowanych ale nie możemy zmieniać definicji wskaźnika MTTF bo tak się komuś podoba.

Jak policzyć MTTF? Nijak. To zadanie producentów danych podzespołów, choć ci z typowo marketingowych względów raczej tego nie podają albo stosują czary mary o czym napiszę na końcu.

## Mały eksperyment myślowy na początek

Mamy dwie maszyny. Nazwijmy je maszyna A i maszyna B. Powiedzmy że przedstawiono nam dane z ostatniego miesiąca które wyglądają mniej więcej tak:

Maszyna A	ilość awarii: 8 czas obsługi awarii: 65 godzin	MTBF: $744/8 = 93$ godziny MTTR: $65/8 = 8$ godzin
Maszyna B	ilość awarii: 2 czas obsługi awarii: 3 godziny	MTBF: $744/2 = 372$ godziny MTTR: $3/2 = 1,5$ godziny

Czas podstawy to miesiąc czyli 31 dni czyli 744 godziny

Dokonajmy więc oceny tych maszyn li tylko na podstawie dostępnych wskaźników.

Maszyna A wydaje się być maszyną bardzo awaryjną. Psuje się co cztery dni. Na domiar złego technicy sobie z nią ewidentnie nie radzą – na naprawę każdej awarii potrzebują średnio AŻ OŚMIU godzin.

Z kolei maszyna B wydaje się być maszyną w bardzo dobrym stanie technicznym. Miała tylko dwie awarie które zresztą zostały bardzo sprawnie usunięte przez personel UR.

A teraz zajrzyjmy za kurtynę.

Maszyna A to nowa, nowoczesna maszyna. 5 z 8 awarii spowodowane były wątpliwej jakości surowcem. W zasadzie to nawet nie były awarie – po prostu technicy musieli wielokrotnie pomóc obsłudze w odblokowaniu „zaciętej” maszyny. Te 5 awarii pochłonęły razem mniej niż 8 godzin na przestrzeni 3 dni. Jedna awaria to oczyszczenie czujnika koloru do którego się coś „przyklepiło” – raptem pół godziny a jedna to wymiana enkodera która zresztą mogła być pokłosiem problemów z surowcem i trwała 3 godziny. No dobra. A pozostałe 53 godziny?

A pozostałe 53 godziny to oczekiwanie na przyjazd serwisu z nowym zespołem transportera bo stary miał wątpliwą przyjemność spotkać się z wózkiem widłowym. Maszyna się nie zepsuła – maszyna została zepsuta.

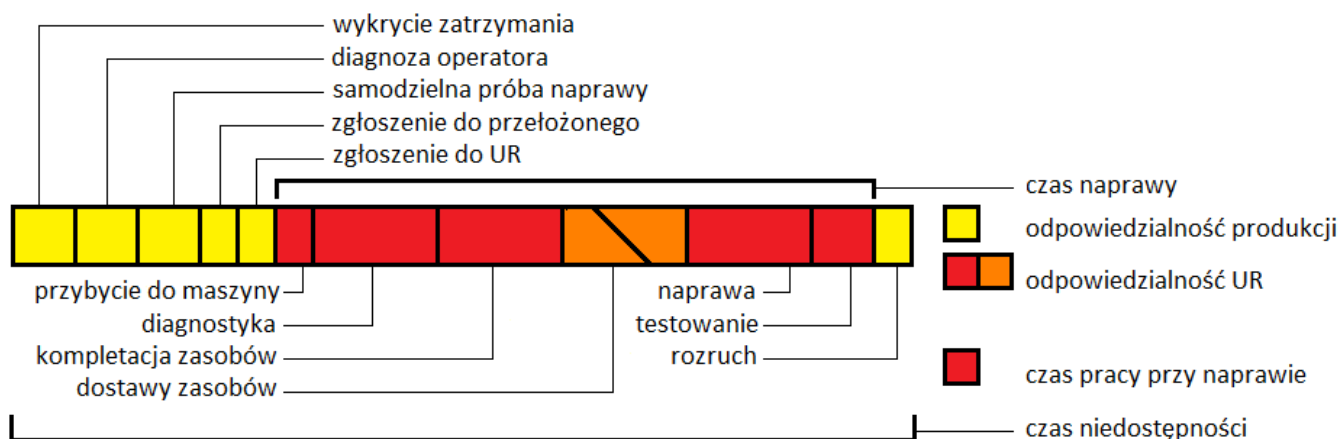
Za to maszyna B to stary złom. Miała tylko dwie krótkie awarie bo w rzeczonym miesiącu pracowała raptem trzy dni i to na „pół gwizdka”. Produkcja traktuje jej użycie jako zło konieczne gdy trzeba dorobić rzadko potrzebny komponent a technicy już tyle razy ją naprawiali że teraz robią to z zamkniętymi oczyma.

*Jeśli nie potrafimy wartości wskaźników umieścić we właściwym kontekście to są one bezwartościowe a opieranie się na nich może przynieść więcej szkody niż pożytku*

## Czas naprawy czy czas niedostępności ?

Musimy zadać sobie kluczowe pytanie odnośnie wskaźnika MTTR – co my chcemy się z jego analizy dowiedzieć. Chcemy wiedzieć jak niezawodność urządzenia wpływa na procesy produkcyjne czy chcemy wiedzieć jak nasi pracownicy radzą sobie z naprawami? Jeśli zajrzyjemy do różnych źródeł to w jednych mowa jest o czasie niezdatności a w innych o czasie naprawy. TO NIE JEST TO SAMO!!!

Spójrzmy na wykres czasu trwania awarii ( wykres zaczerpnięto z naszej publikacji „ile czasu trwa awaria” )



Czas niedostępności to w uproszczeniu czas od momentu w którym maszyna przerwała pracę do momentu gdy ją wznowiła. W tym czasie ktoś musi to zauważyć, powiadomić służby UR, pracownik UR musi być dostępny, dotrzeć do maszyny, dokonać diagnozy i naprawy. Często musi pozyskać części – czasem pójść po nie na magazyn a czasem zamówić i poczekać kilka dni.

Z kolei jako naprawę rozumiemy czas jaki pracownicy UR rzeczywiście pracują przy tej maszynie. Może być tak że awaria trwała 29 godzin ale technicy spędzili przy maszynie raptem dwie godziny.

Jednym z **częstych błędów** jest używanie wskaźnika MTTR opartego na czasie niedostępności do oceny techników którzy nie mają żadnego albo mają ograniczony wpływ na niektóre etapy procesu przywracania maszyny do użytku.

W programie CMMS Maszyna SMART liczymy dwa wskaźniki: MTTR1 i MTTR2. Pierwszy jako podstawę przyjmuje czas niedostępności a drugi rzeczywisty czas pracy

Oczywiście możemy poddać ocenie całość utrzymania ruchu, ocenić działanie całego działu wraz z jego kierownictwem w oparciu o bezwzględne wartości wskaźników. Ale wtedy musimy zacząć od siebie, od pytania czy UR otrzymał od nas odpowiednie środki na etaty, rezerwy magazynowe i czy ma odpowiednie umocowanie, np. czy „produkcja” respektuje terminy przeglądów itp.

Jest jeszcze kwestia wiarygodności danych. Możemy przyjąć że ilość awarii jest znana bo najczęściej (powiedzmy) jest rejestrowana. Ale skąd znamy czas awarii? Z pomiarów? Ktoś chodzi za pracownikiem ze stoperem? Nie. Pracownik po zakończeniu pracy a czasami przed końcem zmiany siada i opisuje swoje działania. Nawet jeśli założymy dobrą wolę pracownika to on nie wie czy ta wymiana zaworu trwała 22 minuty a może 37. On wpisze 30. Albo 20. No dobra 26 żeby okrągłe liczby nie rzucały się w oczy.

### MTBF a czas operacyjny i drobne awarie

MTBF wyznaczany jest dla jakiegoś czasu bazowego. Możemy zrobić obliczenia dla krótkiego czasu, np. zmiany roboczej, ale nie ma to żadnego sensu. Tydzień to też za mało aby cokolwiek ocenić. Najczęściej będzie to miesiąc bo to dostatecznie długi czas aby „coś” zobaczyć a jeśli zrobimy wykres 12 miesięcy to możemy powiedzieć czy coś się polepsza czy pogarsza. Przeciętny miesiąc to 744 godziny.

I teraz uwaga. Aby wskaźnik miał sens powinien pokazywać co ile pracy/używania/eksploatowania zasobu on się psuje. Mamy 10 awarii więc miesięczny MTBF =  $744/10 = 74$  czyli maszyna się psuje co około 70 godzin.

Ale przy założeniu że nasz zasób cały miesiąc, całe 744 godziny pracował. A na ogół tak nie jest.

Niech ta sama maszyna pracuje tylko 5 dni w tygodniu przez 8 godzin.  $MTBF = (4 \times 5 \times 8)/10 = 16$  a więc maszyna psuje się co 16 a nie co 70 godzin jej rzeczywistej pracy. Czyli ma ponad **czterokrotnie większą** niezawodność niż wynikało by z uproszczonych obliczeń.

To może jakiś kalendarz który pokaże że ta maszyna pracuje 5 dni w tygodniu na jedną zmianę?

Ale przecież sama struktura organizacyjna to nie wszystko. Maszyna ma postoje planowane ( brak dla niej pracy ), ma postoje nieplanowane inne niż awarie, np. zabrakło surowca albo na odwrót, w tym tygodniu jest tyle pracy że uruchamiamy dodatkowo drugą zmianę a oczywiście nikt nie wprowadził korekty do kalendarza.

Idealnym wyjściem było by używanie liczników motogodzin. Robimy obliczenia dla miesiąca ale jako podstawę przyjmujemy przyrost licznika motogodzin z tego miesiąca.

Ale wymagało by to regularnego i rzetelnego ich spisywania z liczników maszyn a tych większość nie posiada.

Nawet ci nasi klienci którzy używają funkcji aktualizacji liczników motogodzin w naszym CMMS'ie przez nasz system Golem OEE MES robią to tylko dla niewielkiej części wyposażenia – wiadomo, prasa jest podłączona do systemu MES ale spawarki już nie.

Jest jeszcze jeden element który zniekształca wskaźnik MTBF. Awarie nie są sobie równe. Jeśli policzymy wszystkie to dostaniemy nie do końca prawdziwy obraz niezawodności. No bo jeśli zatarło się łożysko to sprawa jest jasna: coś ZAWIODŁO, maszyna się zepsuła.

A jeśli naprawa polega na usunięciu pociętego opakowania które zablokowało maszynę? Mamy awarię którą należy policzyć i uwzględnić w wyliczeniach która jednak w znikomym stopniu świadczy o niezawodności maszyny czy o jakości pracy UR.

W CMMS Maszyna SMART jest coś takiego jak waga awarii. Waga 0 to drobiazgi, waga 4 to poważne awarie a w wyliczeniach można odrzucić awarie o najniższej wadze.

## Wskaźniki dla grupy maszyn

Wszecchobecny deficyt czasu i kadr powoduje że coraz częściej staramy się iść na skróty. Jednym z takich skrótów jest chęć tworzenia i używania wskaźników dla grup maszyn.

Po co komu jeden wskaźnik dla całej grupy maszyn a czasami wręcz dla całego zakładu? No jak to po co? Żeby ocenić stan i skuteczność działań. Ocenić szybko. Bez wysiłku.

Wielu menadżerów przyjmuje ryzykowne założenie że jeśli wskaźnik dziś jest lepszy niż miesiąc temu to dziś jest lepiej niż było miesiąc temu. To może być prawda, to może być nieprawda, to może być kompletna bzdura.

Z grupowaniem wskaźników jest jak z drinkiem Long Island Iced Tea. Możemy zmierzyć ile w gotowej mieszance jest alkoholu. Ale ile jest rumu, ile jest tequili a ile jest ginu – bez skomplikowanych badań laboratoryjnych (albo bardzo, ale to bardzo dobrego barmana) się nie dowiemy .....

Powtórzmy nasz eksperyment myślowy dla grupy 30 maszyn dla 3 kolejnych miesięcy.

Grupa 30 maszyn Styczeń	ilość awarii: 370 czas obsługi awarii: 2940 godzin	MTBF: $744/240 = 2$ godziny MTTR: $1247/240 = 7,9$ godziny
Grupa 30 maszyn Luty	ilość awarii: 194 czas obsługi awarii: 987 godzin	MTBF: $672/120 = 3,7$ godziny MTTR: $460/120 = 5,1$ godziny
Grupa 30 maszyn Marzec	ilość awarii: 415 czas obsługi awarii: 3430 godzin	MTBF: $744/320 = 1,8$ godziny MTTR: $2350/320 = 8,3$ godziny

Czas podstawy to 2 miesiące po 31 dni po 744godziny godzin i jeden miesiąc 28 dni czyli 672 godziny

Mamy dane z 3 kolejnych miesięcy dla grupy 30 maszyn. Cóż my tu widzimy? Widzimy że ilość awarii i czas ich obsługi znacząco spadły w lutym w stosunku do stycznia ale niestety w marcu sytuacja uległa pogorszeniu.

W ciągu miesiące stan techniczny 30 maszyn raczej nam się ani drastycznie nie poprawił ani nie pogorszył. Gdyby to były kolejne lata to moglibyśmy powiedzieć że np. szeroko zakrojona akcja profilaktyczna dała efekt ale park maszynowy jest już zużyty i na dłuższą metę działania profilaktyczne nie przynoszą spodziewanych efektów. Rozrzut między miesiącami jest też za duży aby powiedzieć że nagle nasi pracownicy w lutym zaczęli być bardziej efektywni a w marcu im przeszło...

No to tak jak poprzednio przyjrzyjmy się temu co naprawdę działo się przez te trzy miesiące korzystając np. z systemu MES takiego jak np. Golem OEE MES który rejestruje godzinę po godzinie stan wszystkich maszyn z uwzględnieniem wszystkich przyczyn ich „nie pracy” a nie tylko awarii oraz rejestruje ich obciążenie, efektywność oraz realizację zleceń produkcyjnych.

W styczniu zrealizowano dużą ilość zleceń. Większość maszyn pracowała non stop, 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu. Duże obciążenie zawsze stanowi duże wyzwanie więc średnio 10 awarii miesięcznie na maszynę wcale nie jest najgorszym wynikiem.

W lutym gwałtownie spadł wolumen zamówień. 5 maszyn z grupy było przez cały miesiąc wyłączone a suma postojów planowanych przekroczyła 45%, głównie z powodu niskiej ilości zleceń. Trudno się dziwić że maszyny które mało pracują rzadko się psują.

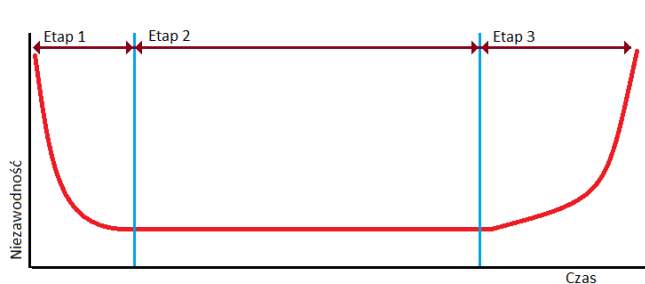
Z kolei w marcu wzrósł wolumen zamówień dzięki czemu wykorzystanie maszyn było podobne jak w styczniu. Ale .... 12 marca przeszła gwałtowna burza która w jednym momencie unieruchomiła cały zakład na kilka godzin powodując mniejsze czy większe awarie aż 11 maszyn. Większość to typowe „załączenie termików” ale w dwu maszynach poszła elektronika. Na jeden moduł czekano 13 a na drugi 26 dni, w sumie 936 godzin.

Przy naszym poprzednim eksperymencie dotyczącym wskaźników dla jednej maszyny napisałem że:  
*„Jeśli nie potrafimy wartości wskaźników umieścić we właściwym kontekście to są one bezwartościowe a opieranie się na nich może przynieść więcej szkody niż pożytku”*

Sorry, ale nikt nie jest w stanie umieścić miesięcznej średniej z 30 maszyn w jakimkolwiek kontekście, ich tworzenie jest sformalizowanym uprawianiem fikcji a próby dokonywania jakiegokolwiek oceny TYLKO na podstawie tak skonstruowanych wskaźnikach jest co najmniej .....nieprofesjonalne.

## Rozkład niezawodności w czasie

Ponieważ tytułowe wskaźniki są elementami inżynierii niezawodności to nie sposób pominąć rozkładu niezawodności w czasie. Każdy produkt ma swój cykl życia podzielony na trzy etapy:



Etap 1 to etap wczesnego dzieciństwa, lub bardziej profesjonalnie, etap wczesnych uszkodzeń. Większe ryzyko awarii na tym etapie wynika z wad fabrycznych, wad materiałów, montażu a w przypadku maszyn, uszkodzeń przy ich relokacji, błędów w projekcie ( dla maszyn budowanych na zamówienie ) błędów pracowników którzy dopiero uczą się ich obsługi.

Kolejny etap to okres normalnej pracy. Na tym etapie możemy oczekiwać w miarę stałej ilości awarii względem czasu. Ostatnim etapem jest okres zużycia. Ilość awarii zaczyna rosnąć z powodu zużycia poszczególnych elementów. Ale ...

W przeciwieństwie do dóbr konsumpcyjnych rozkład niezawodności dla maszyn będzie trochę inny, bardziej złożony. A to za przyczyną konserwacji. Każdy dobrze zaplanowany przegląd wydłuży czas normalnej pracy a jeśli względy ekonomiczne to uzasadniają możemy „zrestartować” wykres poprzez remont kapitalny urządzenia. Tu na chwilę cofnijmy się do poprzedniego tematu. Jak można jedną parą wskaźników oceniać grupę maszyn w której to grupie różne maszyny są na różnym etapie cyklu życia ?

### Jak poprawić wskaźniki ?

Na tak postawione pytanie można by złośliwie odpowiedzieć: sfałszować. Bo poprawić trzeba stan rzeczy a nie opisujące ten stan wskaźniki.

Nie ma prostej odpowiedzi jak to zrobić. Można mówić jedynie o pewnych kierunkach działań:

- Zadać o stan techniczny maszyn poprzez właściwą i dobrze przemyślaną konserwację, ale też zadbać o media ( powietrze, zasilanie ), wyszkolenie obsługi, ogólnie o właściwą ich eksploatację. Dbałość o park maszynowy to też dbałość o ich dokumentację, dostęp do oprogramowania, ich bezpieczeństwo oraz spełnienie wszystkich wymogów formalnych. Należy też mieć na uwadze kwestie niezawodności i podatności na utrzymanie już na etapie wyboru i zakupu maszyn.
- Zadać o odpowiednią ilość odpowiednio wyszkolonej kadry utrzymania ruchu. Zadać też o ich wyposażenie. Nadal w niektórych firmach bezrefleksyjnie wydaje się pieniądze na różne rzeczy ale jak mechanik chce porządne klucze imbusowe za 130zł to się go pytają czy te za 23zł z marketu nie starczą. A gdzie tu kamera termo albo szkolenia z programowania PLC i odpowiednie oprogramowanie? Dziś w przypadku wielu maszyn trudno mówić o jakiegokolwiek diagnostyce bez możliwości podglądu online programu.
- Zadać o odpowiednie zapasy części zamiennych. Wbrew pozorom to jedno z trudniejszych zadań gdyż za duże zapasy oznaczają „zamrożone” aktywa, ale z drugiej strony coraz częściej na starsze elementy musimy czekać od 4 nawet do 12 tygodni. A „stare” niekoniecznie oznacza 10 letnie. Najdłuższym etapem naprawy jest pozyskanie elementu którego nie ma „na stanie”. Z drugiej strony często „na stanie” mamy części które nigdy się do niczego nie przydadzą. Ale z częściami zamiennymi trochę jest tak jak z wydatkami na reklamę – połowa takich wydatków to pieniądze wyrzucone w błoto. Nikt jednak nie wie która połowa.....
- Polepszyć komunikację pomiędzy produkcją a utrzymaniem ruchu. Czas zgłoszeń awarii bywa istotnym czynnikiem przedłużającym ich obsługę. A często jest tak że nawet nie zostało uzgodnione spójne nazewnictwo i trzeba się domyślać o jaką maszynę chodzi. Warto wdrożyć odpowiednio przemyślany program TPM rozumiany jako wspólną odpowiedzialność wszystkich za stan zaplecza produkcyjnego.
- Zadać o odpowiednią ewidencję wszystkich aktywów i wszystkich zdarzeń. W dzisiejszych czasach kilka arkuszy kalkulacyjnych to stanowczo za mało aby skutecznie zarządzać utrzymaniem ruchu nawet w firmie mającej 8 maszyn w której całość „służb” to dwu mechaników i dochodzący elektryk.



## MTBF jako sposób na eliminację awarii ???!

Przeczytałem kiedyś ciekawy artykuł na blogu związanym z Lean. Autor próbował udowodnić że awarie to zło ( z tym się zgodzę ) że da się awarie wyeliminować ( z tym się nie zgodzę ) że to że są awarie to wina złej pracy działu UR ( #^&#\$%& ) i że, uwaga, narzędziem do eliminacji awarii jest właśnie wskaźnik MTBF. Że niby jeśli coś się psuje co rok to wystarczy wymienić to coś przed upływem roku. Serio !?!?

Po pierwsze wskaźnik z którego najczęściej korzystamy dotyczy całej maszyny a ta składa się z setek krytycznych elementów i to dla każdego z osobna musielibyśmy go wyznaczyć – wiele elementów nigdy się nie zepsuje a wiele psuje się raz na kilka lat.

Po drugie złożyć musielibyśmy że awarie występują tylko i wyłącznie z powodu zużycia i że nie są wynikiem błędnej eksploatacji, niewłaściwej obsługi, złych mediów, eksploatacji ponad miarę czy wad ukrytych albo błędów konstrukcyjnych.

W zasadzie to musielibyśmy stosować MTTF a nie MTBF a pomiar czasu musiałby być indywidualny dla każdego z tych elementów. Przecież nie trudno sobie wyobrazić że w jednym cyklu maszyny trwającym 40 sekund element X1 pracuje 38 sekund a element X2 pracuje 0,3 sekundy, że element X3 załączy się raz a element X4 załączy się 20 razy.

Przy okazji pewien ciekawy dylemat. Mamy kilkunastoletnią maszynę CNC. Jest ona w naszej firmie od samego początku. Jako że jesteśmy fachowcami to zaczynamy się obawiać o serwonapędy które się starzeją.

Co nam w tej sytuacji powie MTBF? 12 lat / 0 awarii = NaN !! No nie dzielimy przez zero.

I teraz jak interpretować taki wynik? Kiedy się zepsuje? Nigdy czy zaraz? Czy jeśli mamy część czy maszynę która nie miała awarii to znaczy że się zepsuje za 5 minut czy wcale ? Taka mała zagwozdzka która jednocześnie pokazuje różnicę pomiędzy MTBF a MTTF. Pierwszy w tym przypadku nic nam nie pomoże a drugi często nie jest nam znany.

## Wróćmy do historii

Na początku napisałem że historię wskaźników zajmiemy się na końcu. Wskaźniki te należą do technik oznaczania niezawodności wywodzących się z wojska i lotnictwa gdzie operowano często na bardzo dużych zestawach danych.

Wskaźnik MTBF spopularyzowany został przez producentów dysków komputerowych a znacznie później został pochwycony przez specjalistów od utrzymania ruchu.

I teraz ciekawostka. MTBF dla współczesnych, dobrej jakości dysków HDD to 2 miliony godzin czyli 228 lat !!!!

Czyli nowy dysk zepsuje się po 228 latach? Że co ?? No nie. To nie jest MTTF. To jest MTBF 😊

Nie oznacza że dysk będzie pracował bezawaryjnie przez 228 lat, oznacza że istnieje ryzyko że w ciągu roku 1 z 228 dysków się zepsuje !!!!

Współczesne dyski HDD mają czas bezawaryjnej pracy (MTTF) szacowany na 5-7 lat którym to parametrem producenci nie zawsze się chwala.

Publikacja jest darmowa i może być powielana i rozpowszechniana jednak tylko i wyłącznie w całości, publikacja na stronach internetowych w formie innej niż link do pliku pdf na stronie [www.neuron.com.pl](http://www.neuron.com.pl), przedruk lub wykorzystanie fragmentów tylko i wyłącznie za zgodą autora.

Wojciech Mazurek - Neuron