

EtherSAM: NOWY STANDARD W TESTOWANIU USŁUG ETHERNET

Thierno Diallo, Product Specialist, Transport and Datacom Business Unit

Wprowadzenie

Ethernet cieszy się dużą popularnością w dzisiejszych czasach i wciąż jest rozwijaną technologią. Sieci internetowe coraz częściej oprócz standardowego przesyłania danych wykorzystują nowoczesne rozwiązania zapewniające interaktywną rozrywkę. Usługi oparte na Ethernetie, takie jak mobilny backhaul czy usługi biznesowe narzucają konieczność posiadania wielu aplikacji głosowych, video, e-mail, handlu on-line oraz innych. Wspomniane aplikacje narzucają nowe wymagania związane z wydajnością sieci oraz na metodologie realizującą ocenę usług związanych z Ethernetem.

Niniejszy artykuł przedstawia EtherSAM lub ITU-T Y.1564, nowy standard dla instalacji, naprawy oraz rozwiązywania problemów związanych z działaniem usług opartych na technologii Ethernet. EtherSAM jest jedynym standardem testowania pozwalającym na pełną weryfikację SLA (Service Level Agreement) w jednym, znacznie szybszym i dokładniejszym teście.

1 Rzeczywistość Dzisiejszych Sieci

Sieci Ethernet oferują usługi w czasie rzeczywistym. Przez usługi odnosimy się do różnego rodzaju ruchu wykonywanego w sieci. Generalnie cały ruch w sieci może być podzielony na 3 typy: dane, usługi w czasie rzeczywistym i o wyższym priorytecie (real-time and high-priority). Każdy typ ruchu inaczej oddziałuje na charakterystykę sieci i musi być przygotowany i dopasowany do minimalnego wskaźnika wydajności.

Typ ruchu	Główne Zastosowania	Przykłady Usług
Dane	Transport danych nie wymagających dostarczenia w czasie rzeczywistym	<ul style="list-style-type: none"> - Dane - Dostęp do internetu - FTP download/upload - Przechowywanie danych na serwerach
Usługi czasu rzeczywistego	Usługi rozgłaszane w czasie rzeczywistym, które raz utracone nie mogą być odtworzone	<ul style="list-style-type: none"> - VoIP - IPTV, wideo na żądanie - Radio internetowe, TV - Gry on-line - Wideokonferencje
Wysoki priorytet	Ruch obowiązkowy stosowany w celu utrzymania stabilności sieci	<ul style="list-style-type: none"> - Ramki OAM - Ramki kontrolne (switching/routing) - Synchronizacja sieci (np. SyncE, 1588v2)

Aby zapewnić jakość usług (QoS), operatorzy powinni odpowiednio skonfigurować sieć, aby zdefiniować jak ruch będzie hierarchizowany w sieci. Jest to osiągnięte poprzez nadawanie różnych poziomów priorytetu dla każdej usługi oraz wprowadzenie odpowiednich algorytmów priorytetyzacji w sieci. QoS odnosi się do metody używanej do rozróżniania ruchu w sieci poprzez specjalne pole w ramce zapewniające lepszą obsługę niektórych ramek w stosunku do innych. Pole to pozwala elementom sieci na dyskryminację i obsługę ruchu o wysokim i niskim priorytecie.

2 Znaczenie SLA

SLA (Service-Level Agreement) jest umową wiążącą pomiędzy operatorem i klientem, która gwarantuje minimalny poziom wydajności, jaki zostanie zapewniony poprzez świadczone usługi. SLA określa kluczowe cechy dla osiągnięcia minimalnej gwarantowanej wydajności.

Typ ruchu	Dane Czasu Rzeczywistego	Dane O Wysokim Priorytecie	Dane Best-Effort (Dostęp Do Internetu)
CIR (Mbit/s) (kolor zielony)	5	10	2.5
EIR (Mbit/s) (kolor żółty)	0	5	5
Opóźnienie ramek (ms)	<5	5-15	<30
Zmienność opóźnienia ramek (ms)	<1	b/d	b/d
Utrata ramek (%)	<0.001	<0.05	<0.05
VLAN	100	200	300

Ruch w sieci sklasyfikowany jest w 3 klasach i każdy ma przypisany specjalny kolor. Kolor zielony oznacza ruch gwarantowany, żółty przeznaczony jest dla ruchu nadmiarowego oraz czerwony dla odrzuconego.

- *Committed information rate (CIR)* (kolor zielony) odnosi się do pasma, które jest gwarantowane przez cały czas trwania usługi; zapewnienie odpowiedniego progu wydajności (np. kluczowy wskaźnik wydajności KPI) jest gwarantowane.
- *Excess information rate (EIR)* (kolor żółty) odnosi się do pasma nadmiarowego powyżej CIR który może być uzyskany zależnie od warunków panujących w sieci. Wskaźnik minimalnej wydajności nie jest zapewniony.
- *Discarded traffic* (kolor czerwony) odnosi się do ruchu powyżej CIR lub CIR/EIR który nie może być przekazany bez zakłóceń dla innych usług. Ruch ten jest więc niszczoney.

Kolor zielony	0 do CIR	Gwarantowany ruch	KPI gwarantowane
Kolor żółty	CIR do EIR	Best effort	KPI niegwarantowane
Kolor czerwony	> EIR lub CIR	Ruch odrzucany	Brak zastosowania

2.1 Kluczowe Wskaźniki Wydajności KPI

Kluczowe wskaźniki wydajności KPI (Key performance indicators) są specyficznymi wskaźnikami ruchu określającymi minimalną wydajność określonego poziomu ruchu. Poniżej ruchu gwarantowanego CIR sieć musi zapewnić minimalne wymogi wydajności dla całego przekazywanego ruchu.

Typowe wskaźniki KPI zawierają:

2.1.1 Szerokość Pasma

Szerokość pasma odnosi się do maksymalnej liczby danych, które mogą być przekazane. Pomiar ten jest stosunkiem całkowitej liczby ruchu przekazywanego podczas mierzonego okna w czasie jednej sekundy. Pasma może być zarówno „zapewnione” lub „nadmiarowe” z różną gwarancją wydajności.

Pasma musi być kontrolowane, tak jak wiele usług typowo udostępnianych przez łącze. Dlatego też, każda usługa musi być ograniczona aby nie wpływać na inne. Generowanie ruchu ponad limitem przepustowości może prowadzić do buforowania ramek, przeciążeń i utraty ramek lub

2.1.2 Opóźnienie Ramek (Latency)

Opóźnienie ramek, jest pomiarem opóźnienia pomiędzy transmisją pakietu i jego odbiorem. Zazwyczaj jest to pomiar w obie strony, co oznacza, że niezależnie obliczane są parametry dla każdego z kierunku transmisji. Pomiar ten jest szczególnie ważny dla zastosowań głosowych, zbyt duże opóźnienie może wpływać na jakość rozmowy prowadząc do powstania echa, niespójności lub nawet zerwania połączenia.

2.1.3 Utrata Ramek

Utrata ramek może być spowodowana wieloma czynnikami takimi jak błędy w transmisji lub przeciążenie sieci. Błędy mogą występować w trakcie transmisji ramki powodując jej usunięcie przez urządzenie sieciowe typu router czy switch, bazujące na sekwencyjnym sprawdzaniu ramki. Przeciążenie sieci powoduje również utratę ramek w wyniku ich zrzucenia przez urządzenia sieciowe aby nie nadwyrężyć przeciążonej sieci.

2.1.4 Zmienne Opóźnienie Ramek (Jitter)

Zmienne opóźnienie ramek ([packet jitter](#)) odnosi się do zmiennego czasu przybywania pakietów od ich nadawców. W trakcie podróży pakietów w sieci często zdarza się, że są one kolejgowane i wysyłane podczas następnego przeskoku. Losowa priorytyzacja może wystąpić w wyniku losowego tempa transmisji pakietu. W związku z tym pakiety otrzymywane są w nieregularnych odstępach czasu. Jitter powoduje obciążenie buforów odbioru węzłów końcowych, gdzie bufor mogą być przepełniane lub niedostatecznie wykorzystane w przypadku dużych wahań jittera.

Zastosowania w czasie rzeczywistym, takie jak transmisja głosu czy wizji są szczególnie wrażliwe na jitter pakietów. Bufory przeznaczone są do przechowywania określonej ilości pakietów głosowych lub wideo, które są następnie przetwarzane w regularnych odstępach czasu, w celu zapewnienia sprawnej i wolnej od błędów transmisji do użytkownika końcowego. Zbyt duży jitter będzie oddziaływał na QoE (quality of experience), ponieważ pakiety przybywające do odbiorcy w zbyt szybkim tempie spowoduje przepełnienie buforów w wyniku czego dojdzie do utraty pakietów. Pakiety przybywające w zbyt małym tempie spowodują że bufor będzie pusty wywołując tym samym problemy z jakością obrazu czy dźwięku.

Typ ruchu	Dane	Ruch rzeczywisty	Ruch rzeczywisty
Szerokość pasma	Bardzo wrażliwe	Wrażliwy	Wrażliwy
Opóźnienie ramek	Bardzo wrażliwe	Bardzo wrażliwy	Bardzo wrażliwy
Utrata ramek	Wrażliwe	Wrażliwy	Wrażliwy
Zmienność opóźnienia ramek	Niewrażliwe	Bardzo wrażliwy	Niewrażliwy

3 Bieżąca Metodologia Testowa: RFC 2544

RFC 2544 jest najczęściej stosowaną metodologią testowania sieci Ethernet. Seria podtestów obejmuje badanie throughputa, dwukierunkowego opóźnienia, odporności na maksymalne obciążenie oraz utraty ramek.

Początkowo RFC 2544 zostało wprowadzone jako metodologia odniesienia do testowania urządzeń sieciowych w laboratoriach. Jednakże ponieważ RFC 2544 było w stanie zmierzyć throughputa, odporność na maksymalne obciążenie, utratę ramek i opóźnienie oraz ponieważ była to jedyna istniejąca ustandaryzowana metodologia, została wykorzystana do testowania usług Ethernet w terenie.

Pomimo tego, że metodologia ta obejmuje pomiary kluczowych parametrów do oceny jakości sieci, nie jest już w pełni wystarczająca do pełnej weryfikacji dzisiejszych usług Ethernet. Bardziej precyzyjnie mówiąc, RFC 2544 nie uwzględnia wszystkich wymaganych pomiarów takich jak jitter pakietów, pomiar QoS oraz równoczesny pomiar wielu poziomów usług. Dodatkowo, ponieważ RFC 2544 wymaga wykonania wielu kolejnych testów do sprawdzania poprawności SLA, pomiar trwa kilka godzin, co jest zarówno czasochłonne jak i kosztowne dla operatorów. Obecnie powstało nowe wymaganie dotyczące symulacji wszystkich rodzajów usług i jednoczesnego sprawdzania jakości parametrów SLA dla każdej usługi.

4 Rewolucyjna Metodologia Testowa: EtherSAM (ITU-T Y.1564)

Aby rozwiązać problemy istniejących metodologii testowych, ITU-T wprowadziła nowy standard testowy: ITU-T Y.1564, który został dostosowany do wymagań dzisiejszych usług Ethernet. EXFO jako pierwsza firma na świecie wprowadziła w swoich urządzeniach testowych EtherSAM- metodologię testowania usług Ethernet opartą o ten nowy standard.

EtherSam pozwala na pełną weryfikację wszystkich parametrów SLA w jednym teście w celu zapewnienia optymalnej jakości QoS. W przeciwieństwie do innych metodologii obejmuje jednocześnie wiele usług. EtherSAM jest w stanie zasymulować wszystkie rodzaje usług świadczone w sieci równocześnie pozwalając na kwalifikację wszystkich kluczowych parametrów SLA dla każdej z tych usług. Weryfikuje również poprawność mechanizmu QoS przeznaczonego do priorytetyzacji różnego rodzaju usług, co powoduje dokładniejsze sprawdzenie poprawności i znaczne szybsze wdrażanie i rozwiązywanie problemów. Ponadto EtherSAM oferuje dodatkowe możliwości, takie jak dwukierunkowy pomiar.

EtherSAM (ITU-T Y.1564) opiera się na zasadzie, że większość problemów dotyczących świadczenia usług podzielić można na dwie odrębne kategorie: a) konfiguracja elementów sieciowych przenoszących usługi lub b) wydajność sieci w warunkach dużego obciążenia podczas gdy różne usługi powodują zagęszczenie ruchu.

4.1 Konfiguracja Usług

Urządzenia przekazujące ruch takie jak przełączniki, routery, mosty stanowią podstawę działania każdej sieci jako że łączą ze sobą segmenty sieci. Urządzenia te muszą być poprawnie skonfigurowane aby dostosować przepustowość sieci do odpowiedniego poziomu usług.

Jeżeli usługa nie jest poprawnie skonfigurowana na pojedynczym urządzeniu na drodze pomiędzy końcami sieci może to skutkować pogorszeniem wydajności sieci i problemem z jej realizacją. Może to prowadzić do przerwania działania usługi lub awarii sieci wywołanej przeciążeniem lub uszkodzeniem łącza. Dlatego też, istotną rzeczą jest odpowiednia diagnostyka poprawnej konfiguracji urządzeń zarządzających ruchem w sieci.

4.1 Wydajność Usług

Wydajność usług odnosi się do zdolności sieci do przenoszenia wielu różnych usług z maksymalną gwarantowaną przepustowością bez jakiegokolwiek degradacji jakości; tzn. że KPI muszą zawierać się w dopuszczalnych zakresach.

Urządzenia sieciowe działając podczas silnego obciążenia sieci muszą podejmować decyzje dotyczące jakości poprzez priorytetyzację jednego typu ruchu względem innego aby zapewnić wymagany zakres KPI dla każdej klasy ruchu. W przypadku jednej klasy ruchu nie występuje priorytetyzacja ponieważ dostępny jest tylko jeden zestaw KPI. Wraz ze wzrostem natężenia ruchu odpowiednie kolejki i przydzielanie priorytetów jest niezbędne do poprawnego działania sieci.

Ocena wydajności świadczonych usług musi być prowadzona przez odpowiednio długi okres czasu, ponieważ typowe problemy nie będą widoczne w badaniu krótkoterminowym.

EtherSAM (ITU-T Y.1564) skupia się na trzech rzeczach:

- Po pierwsze, metodologia służy jako narzędzie weryfikujące czy sieć jest zgodna z SLA poprzez badanie wskaźnika wydajności KPI w różnym tempie w zadanym przedziale.
- Po drugie, metodologia zapewnia, że wszystkie usługi przenoszone przez sieć spełniają wymagania wydajności KPI dla maksymalnej przepustowości, gwarantując że przy maksymalnym obciążeniu urządzenia sieciowe i łącza będą w stanie poprawnie obsłużyć ruch.
- Po trzecie, testy usług mogą być wykonywane przez średni lub długi okres trwania, zapewniając że elementy sieci będą w stanie prawidłowo przenosić wszystkie usługi podczas dużego obciążenia sieci.

5 EtherSAM: Testy i Podtesty

EtherSAM składa się z dwóch testów: testu konfiguracji usług oraz testu wydajności usług.

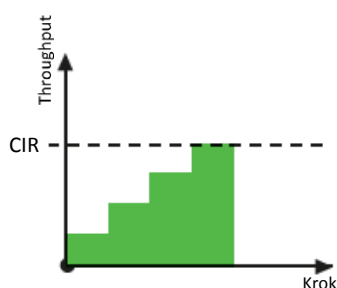
5.1 Test Konfiguracji Usług

Test konfiguracji usług jest testem weryfikującym szerokość pasma i wymagania wydajności dla określonej usługi zgodnie z oczekiwaniami użytkownika. Proces składa się z trzech kluczowych faz podczas których monitorowane są wszystkie wskaźniki wydajności aby zagwarantować, że wszystkie spełnione są w tym samym czasie.

5.1.1 Faza 1: Minimalna Prędkość Transmisji Danych do CIR

W tej fazie, przepustowość określonej usługi zmienia się schodkowo z minimalnej przepływności do zagwarantowanej przepływności CIR. Dzięki temu mamy pewność, że sieć jest w stanie obsłużyć konkretną usługę podczas różnych prędkości transmisji danych przy jednoczesnym zachowaniu odpowiedniego poziomu osiągnięć. Zapewnia to również bezpieczny i skuteczny sposób wykorzystania sieci bez niepotrzebnego przeciążenia w przypadku gdy usługa nie jest skonfigurowana poprawnie.

Gdy przepływność dla usługi jest zwiększana stopniowo do wartości CIR, system automatycznie mierzy KPI na każdym kroku by mieć pewność że minimalne wymagania wydajności będą zawsze spełnione. Jeżeli któreś z wymagań wydajności nie zostanie spełnione wynik całej fazy również jest negatywny. Dla tego etapu wszystkie wskaźniki wydajności muszą być spełnione dla każdego kroku do wartości CIR.



- Wraz ze wzrostem przepływności mierzone są KPI (throughput Rx, utrata ramek, opóźnienie ramek, zmienność opóźnień)

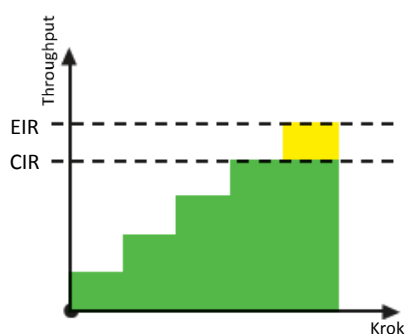
Kryteria Pass/Fail:

Pass	- KPI zawierają się w SLA
Fail	- niespełnienie jakiegokolwiek KPI

5.1.2 Faza 2: CIR do EIR

W tej fazie usługa jest badana schodkowo między CIR a przepływnością EIR. Gwarantuje to, że poziom EIR usługi jest prawidłowo skonfigurowany oraz że wymagana przepływność może zostać osiągnięta. Jednakże zgodnie z przyjętymi zasadami wydajność nie jest zagwarantowana dla przepływności EIR; dlatego też ocena KPI nie jest wykonywana.

Na tym etapie system jedynie monitoruje otrzymywaną wartość throughputa. Ponieważ EIR nie jest gwarantowana, wystarczająca szerokość pasma może nie być dostępna dla całego ruchu powyżej poziomu CIR. Warunkiem pozytywnego przejścia (Pass) jest osiągnięcie CIR jako minimum oraz EIR jako możliwe do osiągnięcia maksimum przepustowości. Każda wartość przepływności poniżej poziomu CIR określana jest jako niepowodzenie (Fail).



– Usługa jest testowana na poziomie EIR. Ponieważ przedstawia to żółty zakres ruchu (przepływność niegwarantowana), KPI nie podlegają ocenie. Kryterium Pass/Fail jest ustalane jedynie dla przepustowości odbieranej. Chociaż EIR nie jest gwarantowane, CIR powinien stanowić minimum mierzonej przepływności.

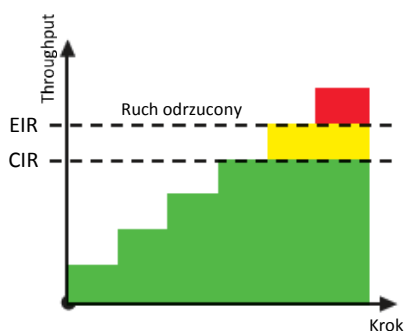
Kryterium Pass/Fail:

Pass	- Wartość Rx większa lub równa CIR i mniejsza od EIR - $CIR \leq \text{wartość Rx} \leq EIR$
Fail	- Wartość Rx mniejsza od CIR

5.1.3 Faza 3: Testowanie Przekroczonej Przepływności

Jedną z zalet transmisji pakietowej jest możliwość obsługi ruchu o nieregularnym natężeniu. W warunkach dużego natężenia ruchu lub przekroczenia dostępnego pasma może wystąpić EIR co zwykle prowadzi do odrzucenia ruchu.

W tej fazie ruch przekazywany jest powyżej EIR i otrzymywana przepływność jest monitorowana. Cały ruch CIR powinien być przekazywany, natomiast EIR powinien być przekazywany w zależności od dostępnych zasobów sieci. Wszelki ruch powyżej maksimum powinien być niwelowany aby nie przeciążać sieci. Jeżeli otrzymywana przepływność przekracza EIR, oznacza to że urządzenie nie jest poprawnie skonfigurowane i badanie zakończy się niepowodzeniem (Fail).



– Usługa jest testowana powyżej EIR. Odpowiada to czerwonemu zakresowi ruchu który powinien być odrzucony. Pass/Fail odbywa się na określonej przepustowości, zapewniając że usługa jest odpowiednia do szybkości transmisji.

– Każda otrzymywana przepustowość przekraczająca EIR oznacza, że usługa nie jest prawidłowo skonfigurowana.

Kryterium Pass/Fail:

Pass	- Przepływność Rx jest większa lub równa od CIR do EIR - $CIR \leq \text{Przepływność Rx} \leq EIR$
Fail	- Wartość Rx mniejsza od CIR lub większa od EIR

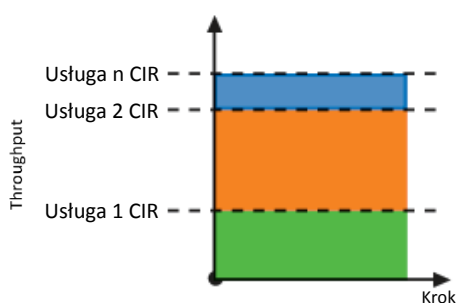
Te trzy fazy są wykonywane dla każdej usługi; dlatego też jeżeli w sieci występują różne usługi to każda z nich powinna być testowana oddzielnie. Gwarantuje to wyeliminowanie wpływu innych strumieni i pozwala na badanie przepustowości i wydajności każdej indywidualnej usługi.

Pod koniec testu poprawnej konfiguracji usług Ethernet, użytkownik może w sposób klarowny stwierdzić czy elementy sieci oraz łącze zostały prawidłowo skonfigurowane do przekazywania usług a jednocześnie czy spełniają minimalne wymagania wydajności KPI.

5.2 Test Wydajności Usług

Podczas gdy test konfiguracji usług koncentruje się na prawidłowej konfiguracji każdej usługi w elementach sieciowych, **test wydajności usług** skupia się na sprawdzaniu parametrów QoS pod wpływem określonych warunków pracy występujących w rzeczywistych sytuacjach.

W tym teście wszystkie skonfigurowane usługi są generowane w tym samym czasie i z tą samą wartością CIR w ustawianym zakresie czasowym od kilku minut nawet do kilku dni. W tym czasie wydajność każdej usługi jest indywidualnie monitorowana. Jeżeli test którejkolwiek z testowanych z usług zostanie zakończony niepowodzeniem, wystąpi warunek Fail.



- Wszystkie skonfigurowane usługi są generowane jednocześnie z maksymalną gwarantowaną przepływnością CIR.
- Wszystkie wskaźniki KPI są monitorowane. Jeżeli którykolwiek z wskaźników znajdzie się poniżej zadanego zakresu wystąpi kryterium fail.

Kryterium Pass/Fail.

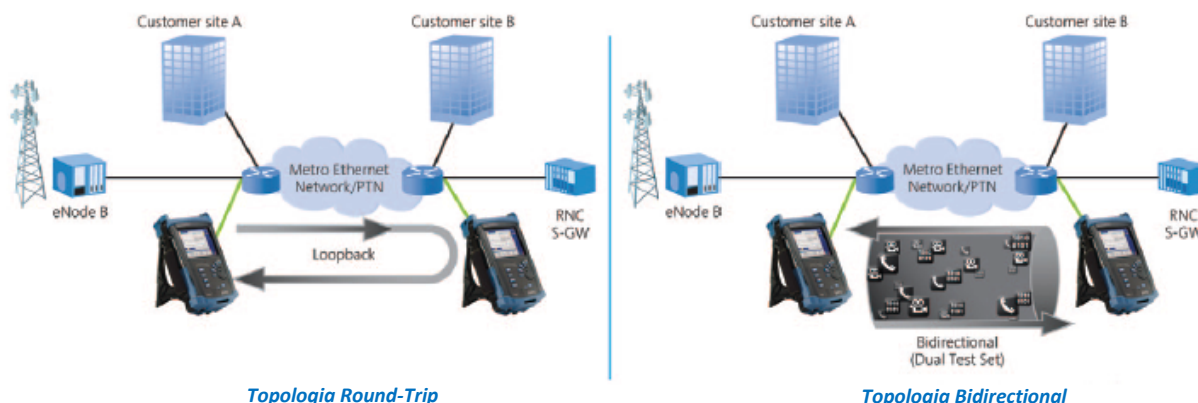
Pass	- Przepływność Rx jest większa lub równa od CIR do EIR - $CIR \leq \text{Przepływność Rx} \leq EIR$
Fail	- Wartość Rx mniejsza od CIR lub większa od EIR

Kombinacja tych dwóch testów dostarcza wszystkich wymaganych wyników w jednej, prostej, kompleksowej metodologii testowej. Szybko identyfikuje błędy konfiguracji poprzez odpowiednie narzędzia testujące i koncentrując się na każdej usłudze określa jak będzie ona obsługiwana przez sieć. Test skupia się następnie na możliwościach sieci do obsługi i zapewnienia jakości wszystkich usług jednocześnie. Po pozytywnym przejściu obu testów obwód jest gotowy do wdrożenia i eksploatacji.

5.3 Topologie Testowe EtherSAM: Loopback i Bidirectional (Dual Test Set)

EtherSAM może również wykonywać pomiary dwukierunkowe z urządzeniem zwrotnym. W takim przypadku wyniki odzwierciedlają średnią z obu testowanych kierunków, z urządzenia testującego do punktu zwrotnego oraz z powrotem do zestawu testującego. W takim przypadku pętla sprzężenia zwrotnego może być wykonana przez inne urządzenie testujące w trybie Loopback lub przez urządzenie sieciowe w tym samym trybie.

Ten sam test może być także uruchomiony w trybie Dual Set Test. W tym przypadku dwa zestawy testów, jeden określony jako lokalny a drugi jako zdalny, są używane do komunikacji i niezależnego prowadzenia pomiarów w każdym kierunku. Zapewnia to znacznie większą precyzję wyników takich jak niezależna ocena każdego kierunku i możliwość szybkiego określenia, w którym kierunku łączy występuje awaria.



6 Korzyści EtherSAM (ITU-Y Y.1564)

EtherSAM przynosi wiele korzyści dla dostawców usług oferujących mobilny backhaul oraz komercyjne i hurtowe usługi Ethernet.

6.1 Pomiar Wszystkich Wskaźników KPI w Jednym Teście

Metodologia taka jak RFC 2544 zapewnia jedynie pomiar maksymalnej wydajności łącza, natomiast EtherSAM wykorzystuje rozwiązanie gdzie wszystkie wskaźniki KPI są zmierzone i porównane z oczekiwanymi wartościami dla każdej usługi. Takie rozwiązanie pozwala stwierdzić czy wszystkie parametry sieci są osiągnięte w warunkach gwarantowanej transmisji.

	RFC 2544	EtherSAM
Rzeczywista przepustowość	Nie ma różnicy pomiędzy ruchem gwarantowanym i nadmiarowym. Rozwiązanie RFC 2544 skupia się jedynie na maksymalnych możliwościach łącza, więc zawsze przeprowadza testy na poziomie EIR gdzie wydajność nie jest gwarantowana.	EtherSAM testuje na poziomie CIR i zapewnia, że wskaźniki wydajności KPI są spełnione przez cały czas trwania procesu. Ruch nadmiarowy i ruch odrzucany jest dokładnie testowany, zapewniając, że funkcje ograniczania szybkości i kształtowania ruchu są prawidłowo skonfigurowane we wszystkich elementach sieciowych.
Utrata ramek	Ocena utraty ramek zależna jest od przepustowości, co oznacza, że ramki są generowane w określonych odstępach czasu w zależności od szybkości transmisji. To nie pasuje do profilu ruchu gwarantowanego i nadmiarowego gdzie kluczowe progi nie są objęte przez rozkład utraty ramek.	Utrata ramek jest stale oceniana podczas poziomu gwarantowanego, zapewniając, że wszelkie straty zostaną zidentyfikowane. Jest to wykonywane w trakcie testowania rzeczywistej przepustowości (throughput), skracając czas wymagany do oceny usługi.
Opóźnienie ramek	Opóźnienie jest oparte na pomiarze pojedynczej ramki podczas okresu testowego. Takie rozwiązanie nie bierze pod uwagę żadnych odchyliń i zmian wartości szczytowych, które mogą wystąpić podczas długiego okresu testowego.	EtherSAM mierzy opóźnienie wszystkich generowanych ramek, wliczając w to szczytowe i średnie opóźnienie podczas zakresu gwarantowanego. Zapewnia to, że wszelkie niezgodności lub przekroczenie progu w zagwarantowanym zakresie zostaną zauważone, dzięki czemu uzyskamy rzeczywiste opóźnienie charakteryzujące usługę.
Zmienność opóźnienia ramek	RFC 2544 nie mierzy tego wskaźnika. Dodatkowy test musi być wykonany aby zmierzyć wskaźnik KPI dla ruchu w czasie rzeczywistym.	EtherSAM automatycznie mierzy KPI podczas fazy zagwarantowanej, zapewniając, że w czasie rzeczywistym usługi są traktowane priorytetowo.

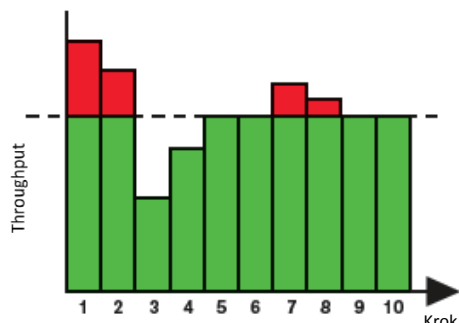
6.2 Znacznie Szybszy

Metodologia RFC 2544 wykorzystuje rozwiązanie sekwencyjne gdzie każdy podtest jest wykonywany jeden po drugim, aż wszystkie zostaną zakończone, co znacznie wydłuża czas procedury. Dodatkowo, zakończone podtesty są zależne od jakości łącza. W przypadku gdy wystąpią duże straty ramek, czas trwania testu znacznie wzrośnie. Takie rozwiązanie wprowadza nierównomierne opóźnienia w procesie testowania, gdyż nie ma innego sposobu aby określić jak długo potrwa podtest. Co więcej, RFC 2544 przełącza się pomiędzy różnymi wielkościami ramek, co również przyczynia się do zwiększenia całkowitego czasu pomiarów.

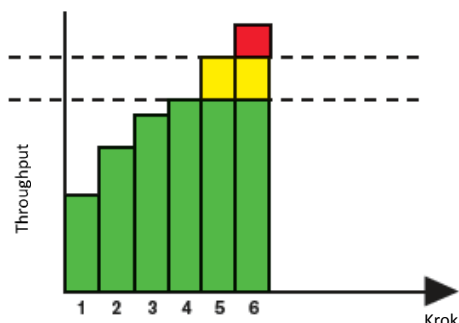
Dla porównania, EtherSAM używa określonego stopniowego podejścia, gdzie każdy krok trwa dokładną ilość czasu. Ponieważ kryterium Pass/Fail opiera się na ocenie KPI na każdym etapie, kwestie jakości połączenia są szybko wykrywane bez zbędnego zwiększania czasu trwania testu. Każdy etap może być skonfigurowany z krokiem od 1 do 60 sekund (wartość domyślna 5 sekund). To rozwiązanie jest znacznie bardziej efektywne, ponieważ wprowadza prawidłowe wyniki w znacznie krótszym czasie w porównaniu do algorytmu RFC 2544.

Czasowy zysk w prosty sposób można udowodnić. W testach porównawczych RFC 2544 i EtherSAM przy jednakowej konfiguracji dla pojedynczej usługi czas trwania testu przepustowość/opóźnienie wynosi 20 minut w przypadku RFC 2544 i 25 sekund w przypadku EtherSAM, który dodatkowo oblicza statystyki KPI. Stanowi to 98% zysk w teście czasowym.

Poniżej przedstawione jest porównanie testów przepustowości RFC 2544 i EtherSAM na podobnych urządzeniach:



Trial	Tx rate	Pass/Fail
1	100%	Fail
2	80%	Fail
3	40%	Pass
4	60%	Pass
5	70%	Pass
6	75%	Pass
7	77,5%	Fail
8	76%	Fail
9	75%	Pass
Weryfikacja	75%	Pass



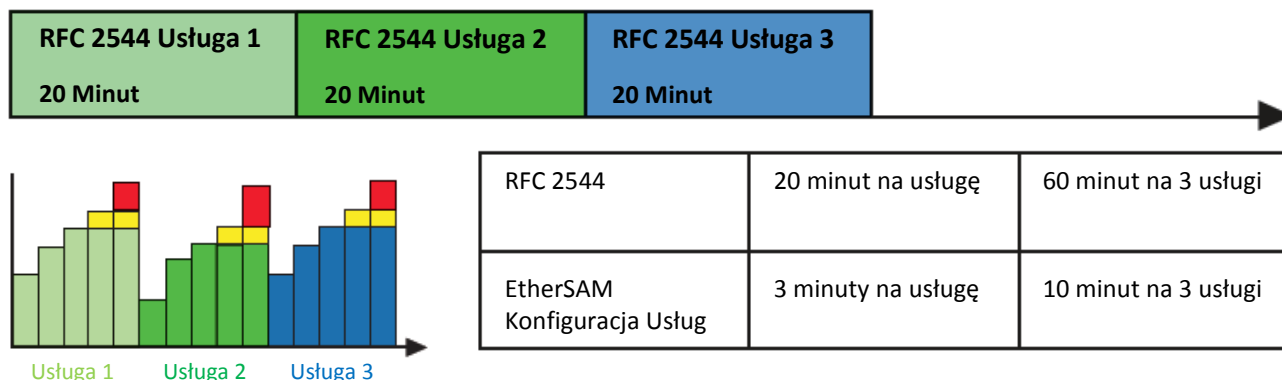
Trial	Tx rate	Pass/Fail
1	50% CIR	Ruch Zielony
2	75% CIR	
3	90% CIR	
4	CIR	
5	EIR	Ruch żółty
6	Nadmiar	R. czerwony

Metoda	Czas dla jednego rozmiaru ramki	Czas dla 7 standardowych rozmiarów ramek
RFC 2544	10 x 5 sekund = 50 sekund	50 x 7 sekund = 5 minut 30 sekund
EtherSAM	6 x 5 sekund = 30 sekund	30 x 7 sekund = 3 minuty 30 sekund

6.3 Obsługa Wielu Usług Jednocześnie

Jak wspomniano wcześniej, większość stosowanych dziś usług Ethernet realizuje wiele rodzajów usług w ramach tego samego połączenia. Na przykład, usługi 3G backhaul zazwyczaj składają się z czterech klas usług, a 4G LTE aż z siedmiu. Główną wadą RFC 2544 jest fakt, iż jednocześnie może być testowana tylko jedna usługa, co oznacza, że test musi być powtórzony dla wszystkich usług w czasie wykonywania testu konfiguracji. ykl następujących po sobie testów drastycznie zwiększa czas przeprowadzania pełnych pomiarów.

EtherSAM indywidualnie przeprowadza testy wielu usług umożliwiając tym samym szybką ocenę konfiguracji usług. Pozwala to znacznie zaoszczędzić czas potrzebny do wykonania kompleksowego badania wielu usług. W przypadku typowego trójklasowego badania wydajności, czas potrzebny na pomiar wszystkich parametrów w przypadku RFC 2544 wynosi około jednej godziny, podczas gdy pomiar dla tej samej wielkości ramek EtherSAM potrzebuje zaledwie 9 minut.



6.4 Lepsze Odzworowanie Rzeczywistych Pomiarów

Najtrudniejszym zadaniem dla sieci jest utrzymanie wielu rodzajów ruchu w sytuacji przeciążenia. W takich warunkach urządzenia sieciowe muszą przeprowadzać priorytetyzację zgodnie z konfiguracją SLA.

W przypadku RFC 2544 jednocześnie może być obsługiwany tylko jeden strumień, więc każda usługa jest testowana indywidualnie co oznacza brak możliwości symulacji najgorszego przypadku pracy sieci.

EtherSAM dzięki przeprowadzaniu wielu podtestów, może generować wszystkie skonfigurowane usługi jednocześnie, co daje możliwość przeprowadzenia symulacji w sytuacji silnego obciążenia sieci. Test wydajności usług dostarcza wszechstronnych wyników, ponieważ wszystkie wskaźniki KPI mierzone są w tym samym momencie dla wszystkich usług z wyraźnym wskazaniem Pass/Fail dla każdego pomiaru. Gwarantuje to, iż wszelkie niezgodności zostaną szybko wykryte i zaraportowane, co znacznie przyczynia się do wzrostu wydajności cykli testowych.

6.4 Lepsze Odzworowanie Rzeczywistych Pomiarów

EtherSAM może mieć szereg zastosowań:

	Cel	Korzyści metodologii EtherSAM
Laboratorium/ Produkcja	<ul style="list-style-type: none"> – Testowanie nowego sprzętu przed wdrożeniem – Testowanie głównych zmian w konfiguracji 	<ul style="list-style-type: none"> – Test konfiguracji usług pozwala szybko określić czy nowy sprzęt lub zmiany wprowadzone w konfiguracji pracują zgodnie z oczekiwaniami dla każdej usługi – Test wydajności usług wykonuje analizę sieci przy pełnym obciążeniu poprzez równoczesne testowanie wielu rodzajów usług oraz zapewnia, że wszystkie usługi spełniają oczekiwane wymagania
Włączanie usługi	<ul style="list-style-type: none"> – Weryfikacja SLA przed włączeniem usługi – Generowanie certyfikatów zgodności przed oddaniem nowego obwodu dla klienta – Gromadzenie wskaźników wydajności dotyczących śledzenia ruchu 	<ul style="list-style-type: none"> – Testowanie EtherSAM zapewnia, że usługi są prawidłowo skonfigurowane przed ich wdrożeniem przy zapewnieniu minimalnego czasu pomiaru – Podtesty mogą być wykorzystane do weryfikacji SLA i potwierdzenia wydajności przed oddaniem obwodu – Szczegółowy raport z przeprowadzonych badań umożliwia zidentyfikowanie problemu w przypadku wykrycia awarii i może służyć jako certyfikat zgodności w przypadku oddawania nowych obwodów
Rozwiązywanie problemów	<ul style="list-style-type: none"> – Rozwiązywanie problemów zgłaszanych przez klientów – Naprawa uszkodzeń wykrytych przez system monitorujący 	<ul style="list-style-type: none"> – EtherSAM może być użyty jako narzędzie do rozwiązywania problemów w celu szybkiej identyfikacji która usługa/KPI jest niesprawna na łączy – EtherSAM jest dostępny na mobilnych urządzeniach pomiarowych co znacząco zwiększa elastyczność. Testerzy mogą pracować z dowolnego miejsca, zarówno u abonenta jak i w odległych lokalizacjach. – W przypadku gdy usterka zostanie naprawiona, EtherSAM może być użyty do sprawdzenia nowej konfiguracji i zapewnienia działania dotychczasowych usług

7.1 Testowanie Pętli Zwrotnej

Najprostszym scenariuszem EtherSAM jest test pętli zwrotnej (Loopback), gdzie pomiary wykonywane są od urządzenia testującego do punktów zapętlenia zlokalizowanych w kluczowych miejscach. System pętli zwrotnej składa się z trzech części.

7.1.1 Centralne Punkty Pomiarowe

Punkty testujące, takie jak [RTU-310/310G](#) IP Services Test Head firmy EXFO, znajdują się zazwyczaj w ustalonych lokalizacjach, takich jak centrala czy centra przechowywania danych. Zapewnia to scentralizowany dostęp do możliwości testowych.

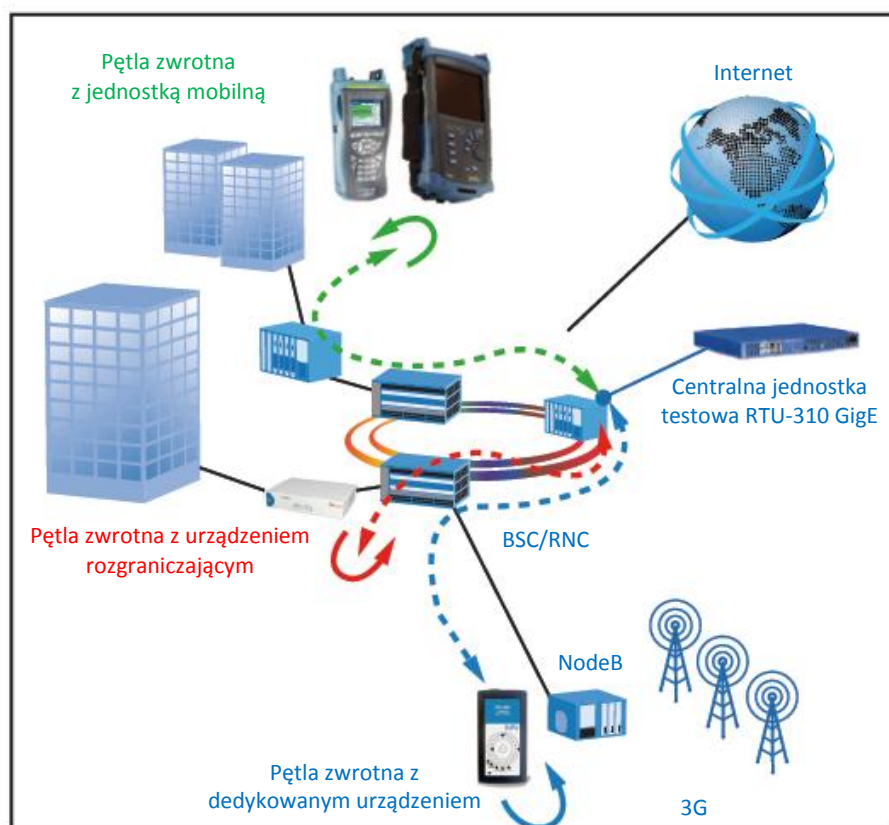
7.1.2 Przenośny Sprzęt Pomiarowy

Przenośne urządzenia testujące, takie jak moduł testowy Gigabit Ethernet [FTB-8510B](#), moduł testowy 10 Gigabit Ethernet [FTB-8510G](#) czy wielosłuogowy moduł testowy [FTB-8130NGE](#) Power Blazer, dostarczają wszechstronnych możliwości pomiarowych zarówno w terenie jak i po stronie abonenta.

7.1.3 Urządzenia Pętli Zwrotnej

Urządzenia pętli zwrotnej działają jako respondery i umożliwiają zestawianie pełnych pętli. Urządzenia te, pracując z wyjątkową szybkością i pozwalają na swappowanie adresów celu utrzymania integralności sieci, obejmują:

- Dedykowane punkty pętli zwrotnej takie jak [ETS-1000L](#) Ethernet Loopback Device firmy EXFO
- Urządzenia NID (Network Interface Device) takie jak RAD ETX
- Urządzenia przenośne z możliwością zastosowania pętli zwrotnej takie jak [AXS-200/850](#) Ethernet Test Set firmy EXFO



7.2 Pomiar Dwukierunkowy (Dual Test Set)

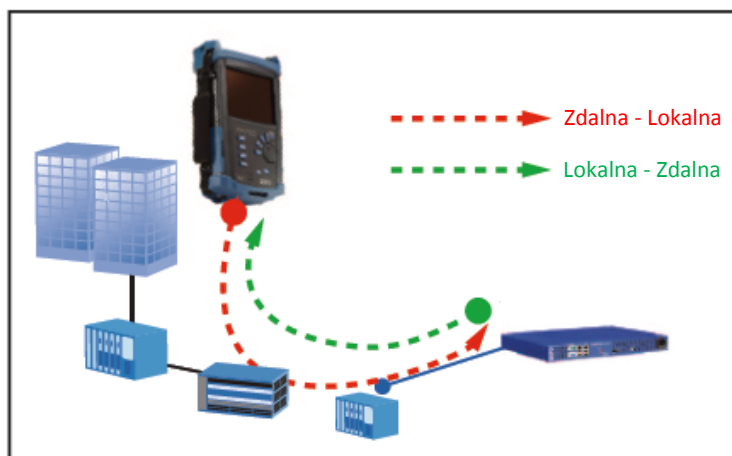
Zestawy pomiarów dwukierunkowych jest znacznie dokładniejszym scenariuszem testowym. W tym przypadku dwie jednostki dokonują asymetrycznego pomiaru SLA, zapewniając wyniki EtherSAM dla każdego kierunku. Główną zaletą tego pomiaru jest szybka analiza kierunku, który nie został prawidłowo skonfigurowany lub jest uszkodzony, mierząc jednocześnie wskaźniki wydajności dla obu kierunków.

Wyniki z obu kierunków są wysyłane i wyświetlane w jednostce lokalnej. Zapewnia to, że cały proces testowy może być wykonany przez jedną osobę używającą jednej jednostki, dzięki czemu pomiar jest znacznie krótszy i wymaga mniejszych zasobów ludzkich. Elastyczność ta umożliwia również ustawienie różnych jednostek jako zdalnych. W najciekawszym przypadku występuje jedna jednostka centralna ustawiona jako zdalna ze stałymi adresami. Usługodawca może wysłać jednego technika w miejsce testów dzięki czemu można szybko wykryć i naprawić usługę bez konieczności dodatkowego wsparcia przez pracownika w centrali.

Dual Test Set zapewnia również możliwość segmentacji sieci i precyzyjnego określenia, w którym kierunku wystąpiły problemy. Jest to szczególnie ważne tam, gdzie przepustowości upstream i downstream nie są takie same. W takim przypadku użycie narzędzia pętli zwrotnej będzie wykazywało te same rezultaty, ponieważ na pomiar będzie wykonywany dla najniższej przepływności, a wyniki testów nie pokażą że w jednym kierunku mamy wyższą przepływność niż w drugim. Ten sam scenariusz wystąpi, jeśli błąd w konfiguracji sieci jest obecny tylko w jednym kierunku. Zależnie od błędu problem nie będzie identyfikowany podczas pomiaru w obie strony. Często prowadzi to do narzekań ze strony klientów i wiąże się z kolejnymi interwencjami. W przypadku testów dwukierunkowych oba kierunki są analizowane niezależnie w tym samym czasie i wyniki Pass/Fail dla każdego kierunku gwarantują najwyższy poziom zaufania w testowaniu usług.

Ten scenariusz wymaga dwóch jednostek pomiarowych, które mogą obejmować:

- Scentralizowane punkty testowe: Jednostki te, np. [RTU-310/310G](#) IP Services Test Head firmy EXFO, są typowo zlokalizowane w stałych punktach testowych takich jak centrala lub centra danych; zapewnia to scentralizowany dostęp do zasobów testowych.
- Przenośne urządzenia testowe: Urządzenie te, np. moduł testowy Gigabit Ethernet [FTB-8510B](#), moduł testowy 10 Gigabit Ethernet [FTB-8510G](#) czy wielousługowy moduł testowy [FTB-8130NGE](#) Power Blazer dostarczają wszechstronnych możliwości pomiarowych zarówno w terenie jak i po stronie abonenta.



Podsumowanie

Operatorzy i dostawcy usług muszą nieustannie mierzyć się z wyzwaniami prawidłowego świadczenia usług dla klientów. Usługi Ethernet muszą być dostarczane do klientów w skompresowanych ramach czasowych będąc jednocześnie bardziej niezawodne niż kiedykolwiek. Oryginalne metody oceny wydajności poprzez RFC 2544 nie są już wystarczające przy uruchamianiu i rozwiązywaniu skomplikowanych problemów dla nowych usług wymaganych przez klientów.

EtherSAM wypełnia lukę pomiędzy weryfikacją usług oraz oceną wydajności poprzez intuicyjne i proste rozwiązanie do pewnego zarządzania i kontrolowania sieci przy jednoczesnym obniżeniu kosztów OPEX i wzroście przychodów. EtherSAM jest jedyną ustandaryzowaną metodologią pomiarową umożliwiającą pełną weryfikację SLA w pojedynczym, znacznie szybszym teście, oferując przy tym najwyższy poziom dokładności.

EXFO Corporate Headquarters > 400 Godin Avenue, Quebec City (Quebec) G1M 2K2 CANADA | Tel.: +1 418 683-0211 | Fax: +1 418 683-2170 | info@EXFO.com

Toll-free: +1 800 863-3936 (USA and Canada) | www.EXFO.com

EXFO America	3701 Plano Parkway, Suite 160	Plano, TX 75075 USA	Tel.: +1 800 863-3936	Fax: +1 972 836-0164
EXFO Asia	100 Beach Road, #22-01/03 Shaw Tower	SINGAPORE 189702	Tel.: +65 6333 8241	Fax: +65 6333 8242
EXFO China	36 North, 3 rd Ring Road East, Dongcheng District Room 1207, Tower C, Global Trade Center	Beijing 100013 P. R. CHINA	Tel.: +86 10 5825 7755	Fax: +86 10 5825 7722
EXFO Europe	Omega Enterprise Park, Electron Way	Chandlers Ford, Hampshire SO63 4SE ENGLAND	Tel.: +44 2380 248810	Fax: +44 2380 248801
EXFO NetHawk	Elektronikkatie 2	F-90590 Oulu, FINLAND	Tel.: +358 (0)403 010 900	Fax: +358 (0)8 564 5203
EXFO Service Assurance	270 Billerica Road	Chelmsford, MA 01824 USA	Tel.: +1 978 367-5600	Fax: +1 978 367-5700