

Katarzyna Wasielewska
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Elblągu
Instytut Informatyki Stosowanej
ul. Wojska Polskiego 1
82-300 Elbląg
k.wasielewska@pwsz.elblag.pl

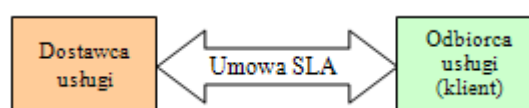
Jolanta Podolska
Urząd Komunikacji Elektronicznej
Departament Kontroli i Egzekucji
ul. M. Kasprzaka 18/20
01-211 Warszawa
j.podolska@uke.gov.pl

UMOWA SLA – ASPEKTY PRAKTYCZNE

Streszczenie: W obliczu konkurencji dostawcy usług telekomunikacyjnych i internetowych stoją dziś przed wyzwaniem odpowiedniego definiowania i rzetelnego przestrzegania warunków zawieranych umów o poziomie jakości świadczonych usług (SLA). Umowy te powinny określać oczekiwane przez klienta minimalne poziomy parametrów wydajnościowych dostarczanych usług oraz ewentualne kary za ich nieprzebranie. W niniejszym artykule przedstawiono aktualne problemy związane z konstruowaniem i realizacją umów SLA.

1. WSTĘP

Obecnie rynek usług telekomunikacyjnych jest jednym z najszybciej rozwijających się sektorów na świecie. Także w Polsce obserwuje się olbrzymi popyt na usługi elektroniczne. W erze globalizacji, w której istnieje zapotrzebowanie na szybko, efektywną i dobrą jakość łączności, a więc skuteczną, pewną i szybką wymianę informacji niezależnie od miejsca przebywania, konieczny jest postęp w technologii, dający możliwość natychmiastowego komunikowania się w czasie rzeczywistym. To z kolei powoduje szybszy rozwój usług sieciowych. Wciąż rosnące zapotrzebowanie na nowoczesne aplikacje oraz konkurencja zmuszają dostawców do rozbudowy infrastruktury, zwiększenia zakresu oferowanych usług i stałego podnoszenia ich jakości. Podczas gdy dostawcy usług szukają sposobów na polepszenie dynamiki ich rozwoju, przedsiębiorstwa poszukują sposobów na obniżanie kosztów poprzez przyspieszenie oraz automatyzację procesów biznesowych. Wzrasta zapotrzebowanie na współpracę biznesową pomiędzy przedsiębiorcami telekomunikacyjnymi (operatorami i dostawcami usług) działającą w oparciu o uzgodnione poziomy jakości świadczonych usług (gwarancje) definiujące minimalne wartości parametrów opisujących jakość usług (wskaźniki, parametry). Wyróżniamy dwa podstawowe rodzaje usług: usługi telekomunikacyjne, w tym usługi dostępu do Internetu, transmisja danych, itp. oraz usługi internetowe, np. dostęp do stron WWW, poczta elektroniczna, usługi strumieniowe, gry, *pee-to-peer*, usługi głosowe VoIP, aplikacje „w chmurze” itd. Na uwagę zasługuje fakt, że zwykle korzysta się z kilku usług jednocześnie. Na przykład usługa dostępu do sieci Internet jest fundamentalną usługą umożliwiającą realizację usług internetowych.



Rys. 1. Relacja między dostawcą usługi a odbiorcą

Umowy SLA (ang. *Service Level Agreement*) zawierane pomiędzy przedsiębiorcami telekomunikacyjnymi (operatorami sieci, dostawcami usług) powinny określać między innymi wartości wskaźników dostępności i jakości usług. Umowa SLA jest formalną umową pomiędzy dostawcą usługi (ISP) a klientem biznesowym (rys. 1), która w drodze negocjacji precyzuje odpowiedzialność dostawcy za jakość usługi oraz określa jej wskaźniki (parametry) świadczące o dostępności i niezawodności usługi. Są to:

- czas pomiędzy awariami,
- czas powiadamiania o planowanym wyłączeniu łącza z obsługi,
- czas reakcji,
- czas usunięcia awarii.

Kontrakt SLA powinien też zawierać informacje o sposobie dostarczania usługi, wydajności, opłatach i ewentualnych karach czy odszkodowaniach w razie nienależytego wykonania umowy. Niestety rzadko w warunkach umowy znajdują się informacje na temat zagwarantowanego poziomu jakości usługi, sposobu monitorowania wskaźników jakościowych oraz częstotliwości raportowania. Gdy umowa SLA zawiera tzw. gwarancje jakości usług w sieciach z transmisją danych, to powinny być bezwzględnie stosowane obiektywne narzędzia do oceny wskaźników jakościowych realizowanych usług w celu zapewnienia klientom biznesowym jakości świadczonych usług na zdefiniowanym w umowie SLA poziomie.

Od 2006 r. w Urzędzie Komunikacji Elektronicznej trwają prace związane z przejrzystością informacji przekazywanych przez dostawców usług telekomunikacyjnych. Wyrazem powagi problemu jest chociażby porozumienie zawarte pomiędzy Prezesem Urzędu Komunikacji Elektronicznej i przedstawicielami rynku telekomunikacyjnego [1], które dotyczy współpracy w celu podnoszenia jakości usług telekomunikacyjnych, zrozumiałego i rzetelnego przedstawiania informacji o jakości

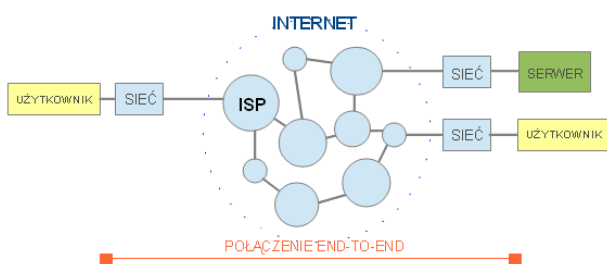
usług oraz prac w celu zwiększania świadomości użytkowników indywidualnych w zakresie istoty działania sieci Internet. Memorandum zapowiada zdefiniowanie wskaźników jakości usług, metodologii pomiaru tych wskaźników oraz opracowanie formy informowania o nich w ofertach i umowach.

Podczas gdy określenie poziomu jakości usług wewnątrz sieci operatora nie jest trudne, to zdefiniowanie wartości parametrów wydajnościowych dla ruchu end-to-end jest wciąż niezwykle trudnym zadaniem. Problem określenia minimalnych wartości parametrów jakościowych przesyłanego w sieci Internet ruchu stanowi dziś dla dostawców usług telekomunikacyjnych i internetowych nie lada wyzwanie.

W dalszej części artykułu krótko omówiono rodzaje usług telekomunikacyjnych i internetowych, opisano standardową budowę umowy SLA oraz wymieniono jej składniki. Następnie przedstawiono metody weryfikowania parametrów jakościowych oraz sposoby ich monitorowania. W ostatniej części zaprezentowano wyniki badania obciążenia interfejsu brzegowego sieci małego operatora w kontekście poziomu jakości usługi dostępu do sieci Internet.

2. RODZAJE USŁUG

Dostawca usług sieciowych (ang. *Network Service Provider*) zapewnia dostęp do infrastruktury sieciowej niezbędnej do transmisji ruchu internetowego, umożliwia fizyczne połączenie odległych lokalizacji, oferuje usługi transmisji danych do punktów wymiany ruchu, ale również świadczy usługi dla dostawców usług internetowych (ISP) umożliwiając ich klientom korzystanie z zasobów sieci Internet. Dostawca usług internetowych (ang. *Internet Service Provider*, ISP) dostarcza usługi dostępu do Internetu klientom końcowym (tzw. ostatnia mila), ale również dostawcom usług elektronicznych/aplikacji lub innym ISP (rys. 2). Są to ogólnodostępne usługi, które mają fundamentalne znaczenie dla zwykłego użytkownika. ASP (ang. *Application Service Provider*) natomiast dostarcza usługi polegające na dostępie i korzystaniu z oprogramowania zlokalizowanego na serwerach zarządzanych przez dostawcę (aplikacje biznesowe, gry online, itp.). Serwery te udostępniane i utrzymywane są często przez zewnętrzne firmy (tzw. dostawcy usług hostingowych), które dbają o ich poprawne działanie. Dostawców usług telekomunikacyjnych nazywa się operatorami telekomunikacyjnymi.



Rys. 2. Schemat sieci

Z punktu widzenia zwykłego użytkownika kluczowe dziś usługi w sieci Internet to serwisy i aplikacje

internetowe, transfer plików, transmisja głosu, streaming video i współdzielenie zasobów. Coraz bardziej popularne stają się usługi IPTV. Nie wszystkie te usługi dostarczane są dziś w oparciu o umowy SLA, które zwykle zawierane są w relacji B2B. Wśród usług sieciowych, które działają w oparciu o umowy SLA, wyróżniamy:

- dostęp do Internetu,
- transmisję danych,
- usługi hostingowe,
- usługi w „chmurze” (ang. *cloud computing*),
- telefonię IP i videotelefonię,
- usługi strumieniowe audio i video.

Usługobiorcy usługi te określają często mianem „krytyczne”. Stanowią one bowiem zwykle podstawę procesów biznesowych i to od ich jakości w dużej mierze zależy funkcjonowanie ich biznesu. Dla użytkownika indywidualnego również mają duże znaczenie – pozwalają zarządzać kontem bankowym, ułatwiają kontakty i dają dostęp do wiedzy.

Coraz bardziej popularne stają się usługi archiwizacji i wykonywania kopii zapasowych danych, usługi antyspamowe oraz zdalne monitorowanie dostępności usług, jakości i bezpieczeństwa sieci i jej zasobów.

3. UMOWA SLA

Dzisiejszy Internet to agregacja nie tylko ogromnej liczby usług ale również ogromnej liczby dostawców tych usług. Różnorodność usług i ich zależność spowodowały konieczność współpracy między dostawcami. Usługa dostarczana przez dostawcę najczęściej związana jest z dostarczeniem innych usług. To oznacza, że dostawca usługi może być klientem innego dostawcy. W ten sposób tworzą się relacje powiązań i wynikające z nich konsekwencje: konieczność współpracy w oparciu o jednoznacznie zdefiniowane umowy SLA. Ale dostawca może świadczyć wiele usług. A to oznacza, że umowy SLA mogą być bardzo różnicowane i złożone i że należy dołożyć wszelkich starań w proces ich przygotowania.

Na cykl życia umowy SLA składają się następujące etapy:

- dokładne zdefiniowanie usługi,
- negocjacje i uzgodnienia,
- implementacja,
- uruchomienie usługi,
- monitorowanie i raportowanie.

Każdy z tych etapów jest równie ważny i nie należy żadnego z nich pomijać. Umowa SLA zwykle składa się z trzech zasadniczych części:

1. opis stron kontraktu i ich role,
2. opis usługi i szczegółowa specyfikacja parametrów opisujących jakość usługi (metryki) oraz metody ich weryfikacji,
3. odpowiedzialność i obowiązki stron.

Umowa SLA w szczególności powinna zawierać dane kontaktowe i identyfikacyjne, informacje administracyjne takie jak data podpisania i czas trwania umowy oraz uzgodnienia dotyczące **poziomu jakości świadczonej usługi**, tj. opis techniczny parametrów QoS (ang. *Quality of Service*) oraz ich wartości. Specyfikacja parametrów powinna przedstawiać wspólne uzgodnienia i być zro-

zumiała dla obu stron. Umowa powinna również zawierać informacje o czasie nieprzerwanej pracy, planowanych pracach technicznych/konserwacyjnych, kopiach zapasowych danych i niezawodności. W drodze negocjacji ustala się odszkodowania i kary w sytuacji, gdy określone w umowie wskaźniki jakościowe nie zostaną dotrzymane. Monitorowanie oznacza rzetelny pomiar ustalonych wskaźników za pomocą obiektywnych narzędzi pomiarowych według metodyk zalecanych w dokumentach normatywnych ITU-T oraz ETSI, a raportowanie - tworzenie statystyk, porównywanie wyników i ewentualną renegocjację umowy.

System zarządzania poziomem jakości świadczonych usług (ang. *Service Level Management*, SLM) to szersze spojrzenie na umowę SLA. SLM koncentruje się bowiem na zapewnieniu, że umowa SLA jest dostosowana do potrzeb biznesowych, napisana w zrozumiałym dla klienta języku i jest realizowana w sposób efektywny. Skupia się zatem na zdefiniowaniu czynników satysfakcji użytkownika końcowego i metodach szybkiej identyfikacji problemów, których celem jest unikanie przestojów. System SLM powinien automatyzować procesy, być precyzyjny i łatwy w użyciu, zapewniać nieprzerwane monitorowanie usług i czytelne raportowanie. SLM stanowi zwykle część kompletnego systemu zarządzania usługami IT, np. ITIL (ang. *Information Technology Infrastructure Library*) [8].

Podczas procesu formułowania umowy SLA bardzo ważne jest zrozumienie różnic pomiędzy perspektywą klienta a perspektywą dostawcy usługi. Klient chce mieć niezawodną usługę, zaś dostawca usługi wie, w jakich warunkach może tę niezawodność zagwarantować. Problemem pojawiającym się podczas negocjowania i tworzenia umowy SLA jest język i wynikający z niego brak zrozumienia obu stron. Zwroty mogą być rozumiane przez obie strony zgoła odmiennie. Dlatego niezmiernie ważne jest zrozumiałe dla obu stron formułowanie zapisów w umowie. Wszystkie warunki kontraktu i parametry jakościowe powinny być opisane precyzyjnie. W celu wyeliminowania sporów czy bezproduktywnej polemiki podczas konstruowania umowy należy unikać sformułowań zbyt ogólnych, interpretowalnych i niemierzalnych.

W celu ujednoczenia i uniknięcia niedomówień zaproponowano metody mające ułatwić opracowywanie umów SLA [6,7]. Są to przydatne rozwiązania, jednak nie zawsze można je zastosować.

W tak skomplikowanym środowisku, jak Internet, na jakość usług sieciowych wpływa wiele czynników. Niezależnie od dostawcy nie zawsze może zostać zapewniony wysoki poziom usługi. Często warunki odbioru usługi przez klienta nie pozwalają na zapewnienie wysokiej jakości usługi przez dostawcę (np. gdy niemożliwa jest odpowiednia konfiguracja sieci wewnętrznej lub zapewnienie działania sieci dostępowej 24 godziny na dobę). Gwarancje zapewniane w umowach zwykle nie mają zastosowania w przypadku, gdy ich naruszenie nie wynika z winy dostawcy. Na przykład, gdy klient korzysta z usługi w chmurze, a jego bezpośredni dostawca Internetu ma awarię i nie może zagwarantować dostarczenia tej usługi, to dostawca chmury nie czuje się odpowiedzialny za przerwę w dostawie usługi. Należy o takich przypadkach pamiętać redagując umowę SLA.

Pozwoli to uniknąć nieporozumień zarówno na etapie redagowania jak i realizacji umowy.

Przed przystąpieniem do sformułowania umowy usługodawca powinien dokonać szczegółowej analizy potrzeb klienta, a klient powinien zrozumieć wszystkie niezbędne aspekty usługi. Do opisu parametrów jakościowych usług sieciowych w umowach SLA używa się sformułowań technicznych, np. dostępność usługi, przepływność, opóźnienie czy straty pakietów. Oprócz parametrów technicznych bardzo ważne są również parametry administracyjne, które pozwalają ocenić skuteczność i jakość obsługi klienta. Takiej ocenie może podlegać biuro obsługi klienta, ale również sposób działania pomocy technicznej.

Umowy SLA zwykle zawierają zapisy dotyczące kar i/lub odszkodowań za nienależyte wykonanie usługi. Zdarza się, że kary naliczane są automatycznie, jednak zwykle operatorzy oczekują złożenia stosownych reklamacji. W umowach dostawcy często zabezpieczają się przed wypłatą kwoty wyższej niż opłaty, jakie uiszczają klienci. Poziom rekompensaty to najczęściej zwrot części opłaty proporcjonalnej do czasu trwania usterki lub do poziomu niezachowanych parametrów jakościowych.

Ważnym aspektem zawieranych umów jest ochrona danych osobowych przechowywanych w systemach informatycznych. Powstaje pytanie, kto odpowiada za bezpieczeństwo danych osobowych przechowywanych na zewnętrznych serwerach (np. w ramach hostingu). Istnieją odpowiednie przepisy, które regulują ten problem. W myśl ustawy o ochronie danych osobowych [10,11] można powierzyć przetwarzanie danych osobowych zewnętrznym podmiotom pod warunkiem zawarcia między stronami odpowiedniej umowy o powierzenie danych osobowych. Umowa ta musi być sporządzona na piśmie, musi wskazywać cel i zakres przetwarzania, metody zabezpieczające przetwarzane dane przed ingerencją osób trzecich lub zniszczeniem oraz szczegóły dotyczące tworzenia kopii zapasowych, jeśli jej nie wykonuje strona powierzająca przetwarzanie. Wymogi dotyczące systemów informatycznych przetwarzających dane osobowe precyzują odpowiednie rozporządzenia wykonawcze. Nadzór nad realizacją przepisów prawa w zakresie ochrony danych osobowych pełni Generalny Inspektor Ochrony Danych Osobowych (GIODO, [12]).

Wskazówki dotyczące redagowania umów SLA oraz przykład umowy SLA można znaleźć np. w [4]

4. MONITOROWANIE UMOWY SLA

Monitorowanie umowy SLA stanowi zasadniczą część systemu zarządzania poziomem usług (SLM). Dostarcza informacje na temat realizacji umowy pod kątem warunków opisanych w kontrakcie. Ułatwia planowanie, pozwala na bieżącą ocenę jakości usługi i stanowi podstawę do reklamacji lub renegocjacji warunków umowy. Zarówno dostawcy, jak i ich klienci, chcą wiedzieć, na jakim poziomie jakości jest dostarczana usługa i czy spełnione są wymogi zawarte w umowie SLA. Często operatorzy udostępniają kilka poziomów jakości (np. złoty, srebrny, brązowy) i związane z nimi różne poziomy cen. Monitoring pomaga zapewnić, że klient dostaje to, za co płaci.

Usługa dostępu do Internetu regulowana jest umową SLA zawieraną z bezpośrednim dostawcą, podobnie jak w przypadku umów o dostęp i korzystanie z oprogramowania „w chmurze”. Jednak ze względu na specyfikację i aspekty fizyczne związane z lokalizacją tych usług zapisy w umowach mogą się diametralnie różnić. Podczas gdy pierwszy usługodawca zwykle stanowi bezpośredni punkt styku z klientem, dostęp do drugiej usługi jest często realizowany za pośrednictwem wielu niezależnych sieci pośredniczących w transmisji i pozostających poza obszarem administracyjnym obu dostawców. Tym samym powinno być to jasno sprecyzowane w umowie SLA, a monitorowanie umowy powinno opierać się o odpowiednio zdefiniowane parametry. Trudno bowiem oczekiwać, że dostawca usługi dostępu do Internetu zagwarantuje wartości parametrów, na które nie ma wpływu (np. ze względu na brak możliwości kontroli obciążenia łącza do współdzielonego serwera), a dostawca aplikacji internetowej zagwarantuje klientowi bezawaryjność dostępu do Internetu, który jest podstawą do świadczenia jego usługi.

Dobór i określenie wartości parametrów opisujących jakość usługi zależy zatem od rodzaju usługi. Podczas gdy np. wydajność usług elektronicznych można mierzyć za pomocą metryk takich jak odsetek pomyślnie zakończonych transakcji czy średni całkowity czas wykonanej transakcji, to jakość usługi hostingu mierzy się za pomocą liczby straconych pakietów, opóźnień czy dostępnej przepływności. Każda umowa SLA powinna zawierać odpowiednio dobrane metryki i dobrze określać ich wartości. Ich skład powinien uwzględniać możliwości dostawcy i potrzeby odbiorcy. Przed wejściem w życie warunki umowy powinny zostać zweryfikowane w celu wyeliminowania nierealnych zapisów.

Możliwość monitorowania umowy SLA powinna być dostępna dla obu stron. Odbiorca powinien mieć wgląd w bieżące i archiwalne statystyki, dzięki czemu mógłby śledzić jakość dostarczanej usługi.

Metodologia monitorowania umowy SLA powinna być opracowana na podstawie szczegółowo zdefiniowanych warunków brzegowych związanych ze stanem faktycznym środowiska, w którym działa usługa, oraz na podstawie właściwości samej usługi. W przypadku usługi dostępu do sieci Internet monitorowaniu zwykle podlegają następujące wskaźniki jakości:

Dostępność sieci – określa, ile czasu usługa była dostępna w stosunku do długości całego okresu pomiarowego, niezaprzeczalnie jest to najważniejszy parametr; zwykle obliczany w stosunku rocznym lub miesięcznym. Dostępność usługi na poziomie 99,5% oznacza, że usługa może nie być dostępna w ciągu roku 1 dzień 19 godzin i 48 minut. W rozliczeniu miesięcznym oznacza to ponad 3,5 godziny niedostępności usługi w każdym miesiącu.

Przeptywność – mierzona osobno dla odbieranych i wysyłanych pakietów. W przypadku gdy punkt docelowy leży poza granicami administracyjnymi dostawcy usługi zagwarantowanie określonej wartości tego parametru nie jest łatwe.

Opóźnienie w sieci – średni czas podróży pakietu mierzony na ustalonej często trasie od jego wysłania do powrotu, np. 30 ms. Trudne do zagwarantowania na

ścieżce end-to-end, jeśli punkt docelowy leży poza granicami administracyjnymi operatora.

Straty pakietów – ilość pakietów utraconych w stosunku do ilości pakietów wysłanych (mierzona w jednym kierunku); zwykle dotyczy strat pakietów w obrębie sieci dostawcy usługi, np. do 0,1% w stosunku miesięcznym

Jitter – opisuje zmienność opóźnienia; wysoka wartość tego parametru może mieć katastrofalny wpływ np. na jakość transmisji video czy głosu.

Szczegółne znaczenie mają usługi data center oraz cloud computing. Data center umożliwia klientom korzystanie z nowoczesnych rozwiązań sprzętowych i software'owych bez inwestycji we własną infrastrukturę informatyczną (sprzęt, systemy operacyjne, oprogramowanie). Natomiast cloud computing (tzw. oprogramowanie w chmurze) to aplikacje dostarczane przez Internet i dostępne przez przeglądarkę internetową, co w praktyce oznacza dostęp do innowacyjnych technologii również bez konieczności zakupu dodatkowych urządzeń i licencji. Obie te usługi oprócz niepodważalnych zalet, mają jedną zasadniczą wadę. Brak dostępu do Internetu wiąże się z brakiem dostępu do usługi, a problemy na ścieżce end-to-end mogą zakłócić jej poprawne działanie. Należy zatem uświadomić odbiorcę usługi i zawrzeć odpowiednie zapisy w umowie SLA. Dostawcy dbają o jakość usług zapewniając np. wielokrotną redundancję - zarówno z punktu widzenia dostępności usługi, kopii zapasowych danych jak również systemów podtrzymujących zasilanie. Ze względu na specyfikę i lokalizację, usługi te są monitorowane od strony usługodawcy (np.: dostępność, czas odpowiedzi, obciążenie czy uptime).

Coraz większą rolę odgrywa jakość obsługi klienta. Klient oczekuje przede wszystkim łatwego i szybkiego kontaktu z biurem obsługi klienta lub pomocą techniczną oraz możliwie najszybszego rozwiązania problemu. Nic tak nie frustruje, jak długie oczekiwanie na wolną linię telefoniczną czy odebranie telefonu, jak również wielokrotne zgłaszanie tej samej usterki i brak reakcji dostawcy. W przypadku oceny jakości obsługi klienta monitorowaniu zwykle podlegają następujące parametry: średni czas oczekiwania na połączenie z konsultantem, skuteczność połączeń z konsultantem, czas udzielenia odpowiedzi, wskaźnik poprawności faktur, czas reakcji pomocy technicznej, czas usunięcia awarii i inne. Metodą weryfikacji zadowolenia klienta z poziomu świadczonych usług może być również ankieta, choć nie jest to dziś popularne rozwiązanie.

W zależności od rodzaju usługi monitorowaniu może podlegać wiele różnych parametrów. W artykule wymieniliśmy niektóre z nich.

Proces monitorowania może odbywać się za pomocą metody aktywnej lub pasywnej. W przypadku monitorowania aktywnego ruchu bada się okresowo lub na żądanie, pomiarów dokonuje się za pomocą pakietów testowych. Metoda ta bada bieżący status sieci w określonym punkcie za pomocą urządzenia testującego poprzez wysyłanie dodatkowego ruchu z jednej maszyny do innej w określonym czasie. Za pomocą prostych i łatwych narzędzi, takich jak ping czy traceroute, które ze względu na niewielką ilość generowanego ruchu nie obciążają systemu (w przeciwieństwie do pomiarów pasywnych), mogą być mierzone różne metryki (np. opóźnienie, straty

czy dostępność). Jednak pakiety testowe mogą być traczone, dlatego tą metodą nie zawsze można otrzymać rzetelny obraz. Natomiast monitorowanie pasywne odbywa się za pomocą przechwytywania rzeczywistego ruchu i jego analizy. Pozwala łatwo mierzyć przepustowość czy obciążenie interfejsów. Do narzędzi wspomagających monitorowanie SLA należą m.in.: Nagios, RIPE NCC Test Traffic Measurement czy Cisco Total Service Management (TSM). Zestawienie dostępnych narzędzi można znaleźć np. na stronie internetowej [9].

Podstawowe systemy monitorujące realizują następujące zadania:

1. weryfikacja/badanie wartości parametrów jakościowych,
2. zbieranie statystyk,
3. raportowanie.

Wyniki pomiarów prezentowane są często w tabelach i na wykresach, a po przekroczeniu ustalonych wartości parametrów, oprogramowanie wykonuje określone akcje (np. wysyła powiadomienia). Prowadzona jest stała lub okresowa analiza statystyczna. Oprócz wartości chwilowych obliczane są wartości średnie, minimalne i maksymalne – realizowane w danym odcinku czasowym lub na żądanie. Monitorowanie pozwala dostawcy przewidzieć problem, zanim klient się zorientuje.

5. GWARANCJE JAKOŚCI USŁUG NA ŚCIEŻCE END-TO-END

Ze względu na zróżnicowany, niestabilny i losowy charakter sieci Internet gwarantowanie wysokiej jakości usług na ścieżce end-to-end jest ekstremalnie trudnym zadaniem. Wypracowane rozwiązanie musiałoby spełniać założenia od źródła ruchu do miejsca docelowego na urządzeniach i medium będących poza kontrolą dostawcy usługi. Skomplikowane i często nieprzewidywalne warunki na drodze strumienia nie pozwalają na udzielenie 100% gwarancji na dostarczenie danych w określonym czasie. Niedopełnienie warunków umowy SLA może wynikać nie tylko z braku dostępu do usługi ale również z powodu jej spowolnienia czy niewłaściwego działania. Nie jesteśmy w stanie wykluczyć przerw związanych z awariami urządzeń czy negatywnym wpływem środowiska na medium. Mogą pojawić się również nieprzewidziane błędy w konfiguracji urządzeń lub wynikiłe podczas ich aktualizacji. Umowa SLA powinna zatem chronić dostawcę usługi przed konsekwencjami niezależnych od niego problemów.

Klient biznesowy powinien być świadomy i w procesach biznesowych powinien przewidywać i uwzględnić tymczasowe przerwy w działaniu usług. Definicja tymczasowych przerw powinna być zawarta w umowie SLA i ustalona w oparciu o negocjacje między stronami. Klienci cloud computing powinni rozumieć, że warunki umów SLA dotyczące tych usług mają swoje korzenie w zarządzaniu ryzykiem w sieciach telekomunikacyjnych. Dlatego w przypadku tej usługi umowa SLA najczęściej zawiera zapisy ograniczające odpowiedzialność usługodawcy niezależnie od wielkości strat klienta. Ważne jest zatem nie tylko przemyślane i staranne przygotowanie umowy, ale również świadomość, że w żaden sposób nie uchroni ona klienta przed nieprzewidzianymi

awariami. Usługobiorcy powinni być też świadomi, że niezależnie od wielkości sumy odszkodowania korzyści z usług w chmurze są i tak dla nich najczęściej większe, niż gdyby mieli sami stworzyć i realizować usługę. SLA nie powinno im dawać fałszywego poczucia bezpieczeństwa.

6. GWARANCJA MINIMALNEJ PRĘDKOŚCI TRANSMISJI W INTERNECIE

Złożoność sieci Internet, stochastyczny charakter ruchu internetowego, jak również względy ekonomiczne nie pozwalają na dokładne sprecyzowanie minimalnej wartości parametru prędkości transmisji. Sieć Internet ma skomplikowaną strukturę, która łączy ze sobą wiele mniejszych i większych sieci należących do różnych operatorów. Sieci te funkcjonują w oparciu o różne technologie, urządzenia i media. Zasięg odpowiedzialności za jakość usług poszczególnych operatorów jest ograniczony. Zależności między operatorami tworzą strukturę hierarchiczną (rys. 3), która może przyjmować postać bardzo złożoną. Bezpośredni dostawca usługi dostępu do sieci Internet może mieć wielu dostawców, od których będzie zależała sumaryczna jakość dostarczanej dla klienta końcowego usługi. To nie wszystko. Po stronie miejsca docelowego zwykle jest podobna sytuacja – inny dostawca oznacza nieprzewidziane warunki na ścieżce end-to-end (rys. 2). Parametry jakościowe wymiany ruchu pomiędzy poszczególnymi operatorami można opisać w umowach SLA, jednak po pierwsze - nie zawsze jest to robione, a po drugie - podpisane umowy nadal nie dadzą 100% gwarancji. Operator nie jest w stanie zagwarantować bezprzerwowej pracy swoich elektronicznych urządzeń.

Użytkownicy indywidualni chcą mieć 100% gwarancje na parametry usługi dostępu do Internetu, mimo iż nie rozumieją warunków i procesów zachodzących w tej sieci. Rozproszony i stochastyczny charakter sieci Internet oraz jej różnorodność nie pozwala operatorom zagwarantować, że dane będą docierać do celu zawsze z taką samą prędkością i w oparciu o z góry ustalone parametry. O 100% gwarancje może się pokusić operator w ramach własnej infrastruktury, bo jest ona w pewnym sensie dla niego przewidywalna. Ale to nie rozwiąże problemu, ponieważ usługa dostępu do sieci Internet nie kończy się na infrastrukturze dostawcy.

...	...
Poziom 3	operator hurtowy 4, 5, 6...
Poziom 2	operator hurtowy 2, operator hurtowy 3
Poziom 1	operator hurtowy 1
Poziom 0	operator lokalny, bezpośredni dostawca usługi dostępu do sieci Internet

Rys. 3. Wielopoziomowa struktura sieci Internet

Jakość usługi zależy od urządzeń użytkowników (źródło ruchu, np. komputer PC), wszystkich urządzeń pośredniczących (np. routery, przełączniki) oraz urządzeń docelowych (np. serwery). Wpływ na jakość transmisji mają: ich wydajność, obciążenie, bezpośrednie łącze, dostępne pasmo, a nawet konfiguracja. Użyt-

kownik powinien dbać o swój komputer, na bieżąco aktualizować system operacyjny i przeglądarki internetowe oraz wykonywać okresowe prace administracyjne, np. opróżniać foldery tymczasowe czy cache przeglądark. Czynności te, poprzez zwiększenie tempa przetwarzania danych na komputerze, mogą w odbiorze użytkownika pozytywnie wpłynąć na podniesienie jakości usługi.

Zdefiniowanie w umowie parametru maksymalnej prędkości transmisji również ma swoje konsekwencje. Gdy przepływność będzie mniejsza niż wartość tego parametru, operator nie wypłaci kary za nienależyte wykonanie usługi (ponieważ nawet prędkość 0 b/s mieści się w granicach umowy), ale z drugiej strony poniesie koszty obsługi reklamacji i - co gorsza - spowoduje niezadowolenie klienta, a w konsekwencji wkrótce jego odejście. Ogólnodostępne narzędzia do badania prędkości łącza internetowego (np. speedtesty) pozwalają wykonać pomiary do różnych miejsc docelowych, również losowych, w różnych odcinkach czasu i tym samym prezentują różne wyniki. Wydawałoby się, że problem rozwiązałoby przygotowanie jednego dedykowanego do testów serwera. Jednak losowość lokalizacji źródła ruchu zdecydowanie przekreśla tę ideę. Dostępne na rynku narzędzia pomiarowe potwierdzają ww. tezy [2,3].

Kolejny ważny aspekt to aspekt ekonomiczny. Operatorzy sprzedają w sumie większe przepływności niż przepływność samego interfejsu na brzegu ich sieci. Na pojedynczych interfejsach zwykle agregują ruch wielu użytkowników. Gdyby nie to działanie, część operatorów nie miałoby żadnych szans na rozpoczęcie działalności telekomunikacyjnej, co byłoby sprzeczne z przepisami prawa. 1 Mb/s łącza operatorskiego dla większości operatorów jest dużo droższy niż 1 Mb/s łącza detalicznego (przepływności sprzedawane klientom indywidualnym).

Obecnie operatorzy nie mogą zagwarantować stałej minimalnej prędkości dostępu do Internetu. Natomiast stale prowadzą kosztowne działania w kierunku poprawy jakości swojej sieci (skalowalna budowa, redundancja, rozbudowa i unowocześnianie infrastruktury, monitorowanie, cache). Mimo, że dokładają wszelkich starań w celu podwyższenia jakości usług, to na pewne czynniki po prostu nie mają wpływu. Stosowanie w umowach o świadczeniu usług telekomunikacyjnych zapisu „do” w stosunku do przepływności (np. pobieranie do 8 Mb/s) jest standardem i w obecnych realiach szybko się nie zmieni.

Przyjęty w dniu 25 listopada 2009 roku przez Parlament Europejski i Radę tzw. pakiet łączności elektronicznej obejmujący:

- dyrektywę 2009/140/WE [13] w sprawie wspólnych ram regulacyjnych sieci i usług łączności elektronicznej, 2002/19/WE w sprawie dostępu do sieci i usług łączności elektronicznej oraz wzajemnych połączeń oraz 2002/20/WE w sprawie zezwoleń na udostępnienie sieci i usług łączności elektronicznej (Dz. Urz. UE L.337/37),
- dyrektywę 2009/136/WE [14] zmieniającą dyrektywę 2002/22/WE w sprawie usługi powszechnej i związanych z sieciami i usługami łączności elektronicznej praw użytkowników, dyrektywę 2002/58/WE dotyczącą przetwarzania danych oso-

bowych i ochrony prywatności w sektorze łączności elektronicznej oraz rozporządzenie nr 2006/2004(WE) w sprawie współpracy między organami krajowymi odpowiedzialnymi za egzekwowanie przepisów prawa w zakresie ochrony konsumentów (Dz. Urz. UE L 337/11),

kładzie nacisk w Art.22(1) [14] na obowiązki przedsiębiorców świadczących publicznie dostępne sieci i usługi łączności elektronicznej związane z przejrzystością ofert dla użytkowników końcowych oraz z dostępnością do aktualnych i porównywalnych informacji m.in. o ofertach, usługach, cenach i **poziomie jakości świadczonych usług**. Z kolei Art.22(2) [14] tej dyrektywy mówi, że aby zapewnić użytkownikom końcowym dostęp do wyczerpujących, porównywalnych, wiarygodnych i przyjaznych dla użytkownika informacji, krajowe organy regulacyjne mogą określić m.in. wymierne wskaźniki jakości usług oraz treść, formę i sposób podawania informacji przeznaczonych do opublikowania. Ponadto Art.22(3) [14] tej dyrektywy podkreśla rolę i zapewnia krajowym organom regulacyjnym dodatkowe, nowe zadania i uprawnienia cyt. „**Krajowe organy regulacyjne mogą nałożyć na przedsiębiorstwa udostępniające publiczne sieci łączności minimalne wymogi w zakresie jakości usług w celu zapewnienia, aby dostarczane usługi i aplikacje zależne od danej sieci spełniały minimalne normy jakości, z zastrzeżeniem zbadania tego przez Komisję. Poza tym krajowe organy regulacyjne powinny być uprawnione do podejmowania działań w odniesieniu do pogarszającej się jakości usług, w tym utrudniania lub degradacji ruchu, ze szkodą dla konsumentów**”.

Także krajowy ustawodawca w ustawie o zmianie ustawy **Prawo telekomunikacyjne** z dnia 16.11.2012 r. [15] przewidział podstawę prawną w Art. 63 ust. 2a uprawniające Prezesa UKE, tam gdzie jest to konieczne, w celu zapobiegania pogorszeniu się jakości usług telekomunikacyjnych oraz utrudnień lub spowolnień ruchu w sieciach telekomunikacyjnych, do określenia dla danego przedsiębiorcy telekomunikacyjnego, w drodze decyzji minimalnych wymogów w zakresie jakości tych usług, mając na uwadze zapewnienie rozwoju konkurencji i wspieranie zdolności użytkowników do dostępu do informacji oraz ich rozpowszechniania lub korzystania z aplikacji i usług. Projekt decyzji Prezesa UKE wraz z uzasadnieniem powinien być konsultowany z Komisją Europejską oraz BEREC, a opinie i zalecenia KE powinny być uwzględniane przy podejmowaniu decyzji o nałożeniu na przedsiębiorcę/przedsiębiorców świadczącego usługi na danym obszarze minimalnych wymogów jakościowych.

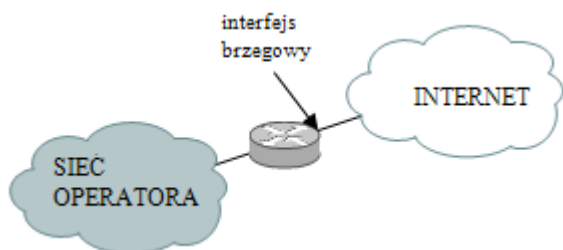
7. WDRÓŻENIE GWARANCJI MINIMALNEJ PRZEPUSTOWOŚCI W SIECI MAŁEGO OPERATORA

Problem gwarantowania minimalnej przepustowości w umowach od dawna budzi wiele emocji. Określenie wartości tego parametru nie jest łatwe, a sam zapis w umowie rodzi poważne konsekwencje. Jednym z wielu powodów budzących opór operatorów są względy ekonomiczne wynikające z przeszacowania wartości tego parametru przez klientów. Poniżej zaprezentowano

prostą analizę, która pokazuje wpływ obciążenia sieci na koszty wdrożenia gwarancji minimalnej przepustowości.

Zagwarantowanie minimalnej prędkości zależy m.in. od liczby użytkowników, możliwości technicznych sieci oraz od obciążenia interfejsów urządzeń. Najprostszą metodą jest zapewnienie odpowiedniej pojemności łącza wewnątrz sieci oraz na styku operatorów, które powinno być przynajmniej tak pojemne jak suma wartości parametrów przypisanych do poszczególnych użytkowników. Oznacza to, że operator powinien dysponować łączem internetowym gwarantującym realizację wszystkich umów jednocześnie.

Rozważmy następującą sytuację. Mały operator telekomunikacyjny utrzymuje sieć w technologii Ethernet, której połączenie z dostawcą usług hurtowych (punkt styku) zostało zaprezentowane na rys. 4. Operator dostarcza usługę dostępu do Internetu. Cały ruch z sieci operatora do Internetu przechodzi przez jeden interfejs brzegowy. Sieć operatora podzielona jest na kilka równoległych lub szeregowo połączonych segmentów. Załóżmy, że właściwości fizyczne i techniczne urządzeń pośrednich oraz medium na ścieżce strumieni w sieci operatora nie mają znaczącego wpływu na strumień ruchu. Połączenia realizowane są zarówno przewodowo (medium miedziane) jak i bezprzewodowo (WiFi 5 GHz). Operator dysponuje łączem symetrycznym do Internetu (100 Mbps).



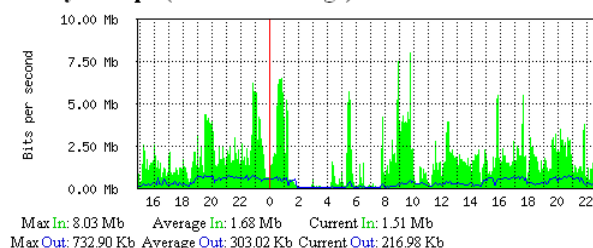
Rys. 4. Schemat badanej sieci

W sieci nie są stosowane żadne ograniczenia na poszczególne usługi sieciowe oraz utrudnienia w realizacji usług (np. spowalnianie połączeń peer-to-peer). Załóżmy, że użytkownicy mają podpisane z operatorem umowy gwarantujące minimalną prędkość na jednym z następujących poziomów: 2Mbps/512kbps, 4 Mbps /512 kbps, 8 Mbps/1 Mbps, 3 Mbps/3 Mbps, 4 Mbps/4 Mbps. Do sieci podłączonych jest 35 użytkowników. Sumaryczna prędkość pobierania wynosi 95 Mb/s, natomiast prędkość wysyłania – 26 Mb/s. Łatwo zauważyć, że dodanie kolejnych użytkowników teoretycznie nie pozwoli zrealizować podpisanych umów SLA, ponieważ nie zagwarantuje minimalnej przepustowości jednocześnie wszystkim użytkownikom (suma przekroczy 100 Mb/s).

Czy rzeczywiście w tej sieci istnieje zapotrzebowanie na tak duże łącze dostępne? Aby to zweryfikować zbadano wpływ agregacji ruchu wielu użytkowników na ogólne wykorzystanie sieci. W tym celu przeprowadzono badanie obciążenia interfejsu brzegowego. W wyniku testów realne zapotrzebowanie okazało się dużo mniejsze (rys. 5 i 6). Obserwacje były prowadzone cały miesiąc. W ciągu trwania tego okresu ruch rozkładał się

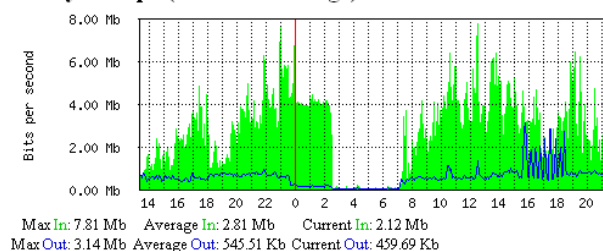
podobnie. Oprócz jednego chwilowego odstępstwa nie odnotowano żadnych większych odchyleń.

"Daily" Graph (5 Minute Average)



Rys. 5. Obciążenie interfejsu brzegowego zarejestrowane w weekend

"Daily" Graph (5 Minute Average)



Rys. 6. Obciążenie interfejsu brzegowego zarejestrowane w środku tygodnia

W kontekście gwarantowania minimalnej przepustowości (jak i gwarantowania innych parametrów QoS) dużą rolę odgrywa cena usługi, na którą składa się wiele składników. Niektóre z nich to: jakość, koszty zatrudnienia, koszt łącza i urządzeń czy podatki. Cena zależy również od lokalizacji. W trudno dostępnych miejscach koszty dostarczenia usługi dostępu do Internetu zwykle są wyższe, co wynika m.in. z konieczności przeprowadzenia dodatkowych inwestycji. Klienci domagają się niskich cen, w czym na pewno pomagają im konkurencja na rynku telekomunikacyjnym, jednak zagwarantowanie wysokich parametrów jakościowych jest kosztowne i nie zawsze dla klienta opłacalne, tym bardziej że dostawca nie może zagwarantować prędkości transmisji danych na ścieżce end-to-end. Dostarczenie usługi dostępu do Internetu z gwarancją dużej minimalnej prędkości transmisji w niskiej cenie jest niemożliwe. Sam koszt łącza symetrycznego to dla operatora wydatek od 1200 zł do nawet 5500 zł netto za łącze 100 Mb/s (w zależności od lokalizacji). To oznacza od 12 zł do 55 zł netto za 1 Mbps.

Gwarancja minimalnej przepustowości może oznaczać duże koszty dla przedsiębiorcy, nie wspominając już o użytkownikach indywidualnych, którzy coraz częściej upominają się o zapisy SLA w umowach.

8. WNIOSKI

Poruszone w artykule zagadnienia dotyczą (choć ze względu na objętość nie wyczerpują) aktualnych problemów związanych z tematyką zapewniania gwarancji ustalonego poziomu jakości usług telekomunikacyjnych i internetowych. Uzgodnienia między klientem a do-

stawcą usługi, jasno sformułowane w umowie SLA, stanowią odniesienie do oczekiwań klienta i zakresu odpowiedzialności dostawcy usługi. Ze względu na ilość elementów kontraktu oraz ich specyfikę opracowanie rzetelnej umowy SLA nie jest łatwym zadaniem. Istotna jest tu wiedza i świadomość klienta (użytkownika), który powinien rozumieć podstawowe procesy zachodzące w sieci Internet, jej losowy charakter, różnorodność technologiczną i infrastrukturalną.

Zagwarantowanie wysokiej jakości usług na ścieżce end-to-end nie jest proste. Klient powinien być na to przygotowany, a zapisy w umowach powinny chronić zarówno klienta, jak i dostawcę.

SPIS LITERATURY

- [1] Urząd Komunikacji Elektronicznej i Sygnatariusze, *Memorandum w sprawie współpracy na rzecz podnoszenia jakości świadczonych dla użytkowników usług na rynku telekomunikacyjnym*, Warszawa, 2012
- [2] J. Podolska, P. Roszak, *Pomiary prędkości transmisji danych w usłudze dostępu do sieci Internet*, KKRRiT, 2012
- [3] J. Klink, P. Bardowski, J. Podolska, T. Uhl, *Otwarte narzędzia do pomiaru szerokopasmowego dostępu do Internetu*, KSTiT, 2012
- [4] A. Jajszczyk, M. Trzmiel, *Redagowanie porozumień dotyczących jakości obsługi w sieci WiMAX*, Przegląd telekomunikacyjny, 5/2009
- [5] ITU-T Recommendation E.803, *Quality of service parameters for supporting service aspects*, 12/2011
- [6] Vasco, A. , Anacleto, C. , Fernando, B. , (2011), *SLALOM: a Language for SLA Specification and Monitoring*, 1 CITI/FCT/UNL, 2829-516 Caparica, Portugal 2 IPS/EST, 2910-761 Setúbal, Portugal 3 DCTI, ISCTE-IUL, 1649-026 Lisboa, Portugal
- [7] Lamanna, D.D., Skene, J., Emmerich, W.: *Slang: a language for defining service level agreements*. In: FTDCS 2003. Proceedings the Ninth IEEE Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems, pp. 100–106. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos (2003)
- [8] <http://www.ital-officialsite.com/>
- [9] <http://www.slac.stanford.edu/xorg/nmtf/nmtf-tools.html>
- [10] Ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz.U. z 1997 r., Nr 133, poz. 883)
- [11] Ustawa z dnia 29 października 2010 r. o zmianie ustawy o ochronie danych osobowych oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2010 r., Nr 229, poz. 1497)
- [12] <http://www.giodo.gov.pl>
- [13] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/140/WE z dnia 25.11.2009 r. w sprawie wspólnych ram regulacyjnych sieci i usług łączności elektronicznej, 2002/19/WE w sprawie dostępu do sieci i usług łączności elektronicznej oraz wzajemnych połączeń oraz 2002/20/WE w sprawie zezwoleń na udostępnienie sieci usług łączności elektronicznej (Dz. Urz. UE L.337/37),
- [14] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/136/WE z dnia 25.11.2009 r. zmieniająca dyrektywę 2002/22/WE w sprawie usługi powszechnej i związanych z sieciami i usługami łączności elektronicznej praw użytkowników, dyrektywę 2002/58/WE dotyczącą

przetwarzania danych osobowych i ochrony prywatności w sektorze łączności elektronicznej oraz rozporządzenie nr 2006/2004(WE) w sprawie współpracy między organami krajowymi odpowiedzialnymi za egzekwowanie przepisów prawa w zakresie ochrony konsumentów (Dz. Urz. UE L 337/11)

[15] Ustawa z dnia 16.11.2012 r. o zmianie ustawy Prawo telekomunikacyjne oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2012 poz. 1445)