

# W 10 stron dookoła QoS'a

25 czerwca 2009

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>1</b>
1.1	Charakter ruchu . . . . .	2
<b>2</b>	<b>ATM QoS</b>	<b>3</b>
2.1	Parametry . . . . .	3
2.2	Klasy . . . . .	4
2.3	Parametry źródeł . . . . .	4
2.4	Usługi . . . . .	4
2.5	Integrated Services Internet (ISI) . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Admission control</b>	<b>6</b>
3.1	Dwa podejścia do opracowania funkcji AC . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Integrated services</b>	<b>7</b>
4.1	Klasy usług . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Differentiated services</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Multiprotocol Label Switching (MPLS)</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Trudności w zapewnieniu QoS w sieciach bezprzewodowych</b>	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>IP BMS</b>	<b>10</b>
	<b>Dodatki: pytania ze sprawdzianów</b>	<b>10</b>

## 1 Wstęp

Konieczność zapewnienia wysokiej (zindywidualizowanej) jakości obsługi dla szerokiego zakresu usług (o różnych charakterystykach ruchowych) przy wysokim wykorzystaniu zasobów sieci A także zapewnienie obsługi usług definiowanych w przyszłości.

Spowodowana różnorodnością usług realizowanych

- w sieciach zorientowanych połączeniowo, np. ATM
- sieciach zorientowanych bezpołączeniowo, np. Internet

Obowiązujące obecnie przesyłanie pakietów na zasadzie best effort okazało się niewystarczające – konieczne zatem opracowanie nowych architektur sieci dla wielosługowej sieci szerokopasmowej B-ISDN

- ATM
- IP
  - Integrated Services
  - Differentiated Services

## 1.1 Charakter ruchu

Ruch w sieci telekomunikacyjnej można podzielić wg kryterium wrażliwości, tj może być wrażliwy na:

**opóźnienie** *delay-sensitive*, np. dla wideokonferencji, telefoni, streamingu VOD

**straty** *loss-sensitive*, transfer danych

Ruch w sieci pakietowej wykazuje zupełnie inne własności statystyczne niż wynikające z modeli Poissonowskich (np. ruch w sieci telefonicznej), m.in. ma wysoką autokorelację. Przy zwiększeniu ruchu fluktuacje obciążenia łączy występujące przy małym ruchu zachowują się. Taki model ruchu nazywa się ruchem samopodobnym.

**GoS** *Grade of Service*

- dotyczy jakości usługi na poziomie zgłoszeń
- może być określony przez prawdopodobieństwo blokady dla zgłoszenia określonego typu usług

**QoS** *Quality of Service*

- odnosi się do warstwy komórek (pakietów).
- określany przez szereg parametrów, które opisują wymagania dotyczące przenoszenia danych użytkowników
- Wartości tych parametrów wyznaczone są na podstawie kontraktu między siecią a użytkownikiem

Aktywność źródeł ruchu można rozpatrywać na trzech skalach czasu (poziomach)

- komórek lub pakietów (*Cell Level*),
- zgęstek (*Burst Level*),
- zgłoszeń (*Call Level*).

## 2 ATM QoS

Pomiędzy stacją źródłową a docelową zostaje zestawione logiczne połączenie zwane kanałem wirtualnym **VCC** (*Virtual Channel Connection*). Kanały o tym samym węźle docelowym tworzą tzw. wirtualną ścieżkę **VPC** (*Virtual Path Connection*). W komutatorze ATM ma miejsce multipleksacja statystyczna poszczególnych kanałów. Kanały i ścieżki wirtualne są rozróżniane przez części nagłówka ATM - pole **VPI** (*Virtual Path Identifier*) i pole **VCI** (*Virtual Channel Identifier*). Użycie ścieżek wirtualnych znacznie upraszcza zarządzanie całą siecią. Wynika to z faktu, że liczba ścieżek wirtualnych jest mniejsza od liczby kanałów wirtualnych. Dzięki temu zestawienie połączenia w węźle pośrednim, przez który przebiega dana ścieżka, wpływa na przyspieszenie zestawiania nowego połączenia, wykorzystującego ścieżki wirtualne. Kanały wirtualne, które należą do jednej ścieżki wirtualnej muszą charakteryzować się jednakowym poziomem wymaganej jakości usługi QoS.

### 2.1 Parametry

**CER** *Cell Error Ratio*, stopa błędnych pakietów. Stosunek liczby błędnie przekazywanych do liczby wszystkich przekazywanych pakietów w określonym odcinku czasu.

**CLR** *Cell Loss Ratio*, stopa straconych pakietów. Stosunek liczby pakietów straconych do liczby wszystkich nadanych pakietów w określonym odcinku czasu.

**CTD** *Cell Transfer Delay*, opóźnienie komórki w trakcie transmisji. Czas od chwili, gdy pierwszy bit pakietu zostaje wysłany z pierwszego punktu obserwacji (*measurement point*) do chwili, gdy ostatni bit pakietu dotrze do drugiego punktu obserwacji. Na opóźnienie transmisji składają się między innymi:

**FSD** *Fixed Switching Delay*, opóźnienie komutacji

**QD** *Queueing Delay*, kolejkowania

**PD** *Packetization Delay*, pakietyzacji

**DD** *Depacketization Delay*, depakietyzacji

**MCTD** *Mean Cell Transfer Delay*, średni czas opóźnień transferu pakietów (średnia arytmetyczna)

**CDV** *Cell Delay Variation, Jitter*, zmienność opóźnienia pakietu. Opóźnienie każdego pakietu składa się z dwóch składników: stałego wynikającego z czasu propagacji i przypadkowego wynikającego z buforowania pakietów. Wartość CDV definiuje się jako wariancję. Jitter może być usunięty w komutatorze kosztem większych buforów oraz większego opóźnienia pakietów. Pakiety mogą być przetrzymane w buforze usuwania jittera (*jitter removal buffer*). Przy usuwaniu jittera komutator korzysta z parametru CDVT, a w praktyce niemożliwe jest całkowite usunięcie.

**CDVT** *Cell Delay Variation Tolerance*, określa dopuszczalne odstępny czasu między kolejnymi pakietami.

## 2.2 Klasy

1. Stringent – oferuje surowe ograniczenia parametrów CLR i CTD oraz CDV, niezależnie od wartości bitu CLP nagłówka komórki; przeznaczona jest dla usług czasu rzeczywistego, np. transmisji głosu
2. Tolerant – oferowane gwarancje w tej klasie są niezależne od ustawienia bitu CLP nagłówka komórki (podobnie jak klasa 1), jednak gwarantuje tylko poziom strat komórek. Zatem CLR jest nieznacznie większe niż w klasie 1. Wartości CTD i CDV nie są określone
3. Bi-level – klasa ta wyróżnia dwa typy komórek według ustawień bitu CLP, a gwarancje jakości stosowane są tylko wobec komórek z  $CLP = 0$ ; wyznaczona jest graniczna wartość strat komórek równa wartości charakterystycznej dla klasy 2
4. Unspecified – klasa „U” – w klasie tej nie są sprecyzowane żadne parametry QoS połączenia

## 2.3 Parametry źródeł

Parametry opisujące źródła informacji są jednocześnie wykorzystane do opisu zgłoszenia w sieci ATM. Do najczęściej spotykanych parametrów należą:

**PCR** *Peak Cell Rate*, szczytowa szybkość pakietów. Maksymalna szybkość z jaką użytkownik może transmitować komórki.

**ACR** *Average Cell Rate*, średnia szybkość pakietów. Średnia liczba zasobów sieci przydzielonych określone połączeniu.

**Burstiness**, współczynnik impulsywności. Stosunek maksymalnej szybkości pakietów i średniej szybkości pakietów.

**MCR** *Minimum Cell Rate*, minimalna szybkość transmisji wymagana przez użytkownika.

**SCR** *Sustainable Cell Rate*, możliwa do utrzymania szybkość transmisji pakietów (średnia szybkość przekazywania pakietów mierzona w długim okresie czasu)

**MBS** *Maximum Burst Size*, maksymalna liczba pełnych pakietów, która może zostać przesłana z szybkością PCR, ale bez przekroczenia SCR

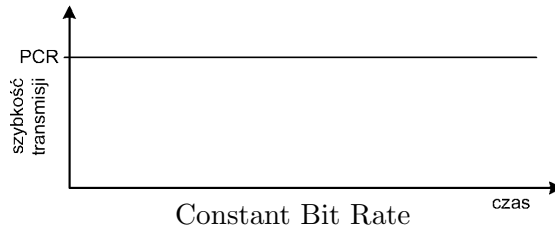
## 2.4 Usługi

Podziału usług można dokonać według wielu kryteriów. Usługi dzieli się według ich charakterystycznych cech. Przykładowo, kierunek przepływu informacji:

- jednokierunkowy (*unidirectional*)
- dwukierunkowy (*bi-directional*)

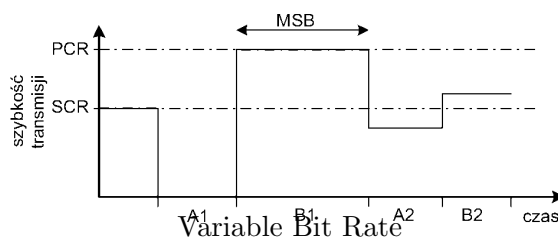
Podział usług może być wykonany według cech ruchu generowanego przez terminale użytkowników oraz zależności czasowych pomiędzy źródłem a przeznaczeniem:

**CBR** *Constant Bit Rate*, szybkość transmisji określona przez wartość parametru PCR, wykorzystywana przez aplikacje czasu rzeczywistego wymagające małych opóźnień transmisji (mowa); określane mianem usług strumieniowych ze względu na stałą szybkość transmisji

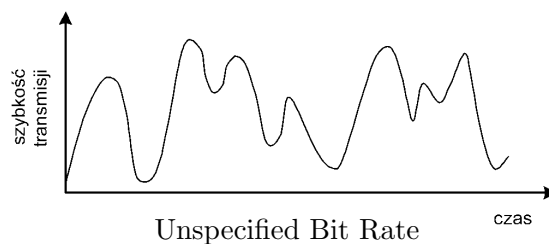


**VBR** *Variable Bit Rate*, usługa opisywana parametrami: PCR, MCR, SCR. Wyróżnia się:

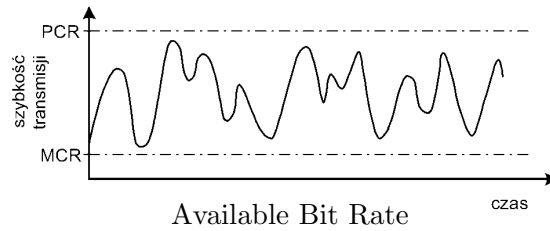
- VBR-rt (*VBR realtime*) dla aplikacji wymagających małych opóźnień transmisji
- VBR-nrt (*VBR non-realtime*) dla aplikacji nie mających ścisłych wymagań co do opóźnień



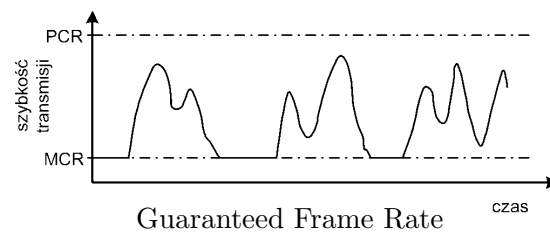
**UBR** *Unspecified Bit Rate*, Aplikacje typu *best effort*, dla których nie jest możliwe określenie parametrów ruchowych i jakościowych połączenia, aplikacje występujące w klasycznych sieciach komputerowych: mail, ściąganie plików. Brak dostosowania do parametrów sieci, a przy przeciążeniu – utrata generowanych danych. W UBR+ *early discard*



**ABR** *Available Bit Rate*, zmienny strumień informacji, brak ścisłych relacji czasowych pomiędzy źródłem a przeznaczeniem; w czasie ustanawiania połączenia terminal źródłowy określa minimalne i maksymalne wymagane pasmo poprzez podanie parametrów MCR oraz PCR



**GFR** *Guaranteed Frame Rate*, zaprojektowana, aby zmniejszyć prawdopodobieństwo straty pakietu IP przy przesyłaniu przez sieć ATM. Celem GFR jest zapewnienie przekazu przez sieć pakietów IP z szybkością nie mniejszą od MCR, a zadeklarowaną w kontrakcie ruchu. Ruch przewyższający wartość MCR może być tracony lub przesyłany jako *best effort*.



*tabelkaze strony 45*

## 2.5 Integrated Services Internet (ISI)

- Sieć wielousługowa, gwarantująca odpowiednią jakość przysyłania pakietów
- sieć wielousługowa:
- możliwość świadczenia zróżnicowanych usług aplikacjom o różnych wymaganiach
- zapewnienie jakości:
  - gwarantowane pasmo
  - straty
  - opóźnienia
  - i ich zmienność (*jitter*)

## 3 Admission control

Mechanizmy sterujące QoS

**Admission Control** – akceptacja ruchu

**Traffic Policing** – kształtowanie ruchu

**Packet Scheduling** – szeregowanie pakietów

**Buffer Management** – zarządzanie pamięcią buforową

**Flow & Congestion Control** – sterowanie przepływem i przeciwdziałanie przeciążeniom

**QoS routing** – QoS routing

Multipleksacja statystyczna – określona liczba strumieni (usług) VBR może współdzielić łącze o pojemności mniejszej niż suma ich wymagań określonych maksymalną (szczytową) szybkością emisji

Funkcja algorytmu Admission Control – określić przydział zasobów (współdzielonych) dla nowego strumienia ruchu (zaakceptowanego) w sposób, który nie spowoduje naruszenia wymagań QoS zarówno nowych, jak i już obsługiwanych strumieni ruchu

Przydział zasobów może być rozważany:

- na poziomie zgłoszeń (np. czas trwania połączenia)
- na poziomie zgęstek (burst)
- na poziomie pakietów (pakiety są wysyłane z szybkością linii)

„Zobowiązania” sieci wobec usługi mogą być:

- ilościowe, np. gwarantowana szybkość transmisji lub wartość opóźnienia
- jakościowe, np. mała średnia wartość opóźnienia

### 3.1 Dwa podejścia do opracowania funkcji AC

**PBAC** *parameter-based admission control*, określa wielkość zasobów sieciowych niezbędnych do obsługi danego strumienia na podstawie podanej a priori charakterystyki ruchowej strumienia

**MBAC** *measurement-based admission control*, określa wielkość zasobów sieciowych niezbędnych do obsługi danego strumienia na podstawie pomiarów aktualnego (rzeczywistego) obciążenia sieci

deterministycznyprobablilistyczny przydział zasobów  
cac?!

## 4 Integrated services

- Definiowanie parametrów jakościowych dla pojedynczych strumieni (*per-flow*)
- Rezerwacja zasobów w ruterach w celu zapewnienia QoS dla określonych strumieni
- Protokołem rezerwacji zasobów jest protokół **RSVP**
- **RSVP** jest używany przez hosty lub aplikacje do rezerwacji w sieci IP zasobów koniecznych do zapewnienia żądanych parametrów QoS określonym strumieniom ruchu.

- **RSVP** wykorzystuje zasadę starzenia się informacji (*soft state*), wysyłając cyklicznie wiadomości nadzorujące zarezerwowane połączenie
- Rezerwacja zasobów na poziomie pojedynczych strumieni powoduje poważne problemy ze skalowalnością, w szczególności w sieci szkieletowej (kolejka dla każdego pojedynczego strumienia)

#### 4.1 Klasy usług

**Best Effort** tradycyjna usługa, znana z sieci Internet, bez gwarancji QoS

**Controlled Load** usługa podobna do *best effort*, w sieciach o kontrolowanym obciążeniu; niskie-średnie opóźnienie i utrata pakietów

**Guaranteed Service** dla aplikacji czasu rzeczywistego; określona jest górna granica opóźnienia

## 5 Differentiated services

DiffServ została zaproponowana przez IETF w celu przezwyciężenia ograniczeń architektury IntServ.

- W architekturze DiffServ pakiety są klasyfikowane w ruterach brzegowych do kilku klas usług QoS (zagregowanych strumieni ruchu), którym nadaje się różne poziomy obsługi
- Klasyfikacja pakietów następuje na podstawie informacji zawartej w nagłówku pakietu IP (DS CodePoint – predefiniowane pole TOS)
- Zawartość DSCP kojarzy dany pakiet z odpowiednią grupą **PHB** (*Per Hop Behaviour*), która określa sposób jego obsługi
- **PHB** określa sposób obsługi danego strumienia pakietów w sposób względny, tzn. w stosunku do innych **PHB**
- Odzworowanie DSCP na **PHB** nie jest ustalone na stałe w każdym węźle
- Ustawienie bitów DSCP następuje przed wprowadzeniem pakietu do domeny DiffServ
- Dwie podstawowe zalety architektury DiffServ:
  - kompleksowa obsługa na brzegu sieci,
  - nieskomplikowane przesyłanie w sieci szkieletowej

## 6 Multiprotocol Label Switching (MPLS)

Nowa technologia dla sieci Internet – połączenie datagramu i obwodu wirtualnego.

Tradycyjny routing:

**pakietów IP** każdy pakiet niezależnie, od węzła do węzła, na podstawie adresu docelowego i informacji w tabeli routingu

**ATM, Frame Relay** przed przesłaniem pakietów zestawiane jest połączenie (obwód wirtualny)

Charakterystyka:

- wykorzystanie krótkich etykiet o stałej długości, umieszczanych w nagłówku pakietu
- **Label Switching Router (LSR)** podejmuje decyzję o dalszej drodze pakietu na podstawie etykiety
- LSR zmienia wartość etykiety
- zmiana etykiety może być sterowana specjalnymi modułami
- **Label-Switched Path (LSP)** – ścieżka, którą są przesyłane pakiety w domenie MPLS
- Odzworowywanie (mapowanie) etykiet jest ustalone
- Możliwość budowy sieci VPN

## 7 Trudności w zapewnieniu QoS w sieciach bezprzewodowych

- przezroczystość IP — a więc konieczność przesyłania pakietów IP (+nagłówek) od węzła źródłowego do docelowego przez wszystkie typy sieci vs. konieczność minimalizacji danych sterujących w sieciach bezprzewodowych (np. ROHC – Robust Header Compression w ramach IETF)
- niezależność od technologii sieci dostępnych
- Mechanizm zarządzania zasobami powinien uwzględniać:
  - różnice w dostępnych zasobach w różnych częściach sieci
  - niedobór zasobów w części radiowej sieci
  - okres rezerwacji zasobów, np. na czas obsługi zgłoszenia
  - koszt zarządzania zasobami – konieczność współpracy mechanizmów zarządzania zasobami w różnych częściach sieci (RAN, CN, sieci zewnętrzne)
  - algorytmy szeregowania, zarządzania buforami, klasyfikacji strumieni ruchu itp.
  - skalowalność i stopień agregacji ruchu

## 8 IP BMS

- steruje realizacją usług w warstwie 3 (IP) niezależnie od technologii stosowanej w RAN i CN (np. IP, ATM)
- stanowi interfejs dla aplikacji, zapewniając sterowanie parametrami QoS (korzysta z mechanizmów IP tj. DiffServ, IntServ)
- zapewnienie QoS może być realizowane poprzez standardowe mechanizmy IETF (DiffServ, IntServ)
- występuje w UE i GGSN
- mapowanie parametrów QoS w UMTS i zewnętrznych sieciach IP

### Dodatek A: Pytania z zeszłego roku

**Opisz działanie protokołu RSVP. Gdzie jest on stosowany?**

Odpowiedź w punkcie 4.

**Co definiuje PHB w architekturze DiffServ?**

Odpowiedź w punkcie 5.

### Dodatek B: Pytania z tego roku, pierwszy termin

Wszystko, albo prawie wszystko, co trzeba do odpowiedzi na nie jest powyżej, nie chce mi się po uzyskaniu zaliczenia pozytywnego czytać tego raz jeszcze i szukać gdzie.

1. Opisz sposoby realizacji usług o gwarantowanej jakości obsługi w sieciach heterogenicznych (bezp przewodowe+przewodowe)
2. Wymień i opisz mechanizmy zarządzania ruchem w sieciach pakietowych
3. Opisz parametry służące do scharakteryzowania źródeł ruchu w ATM
4. Scharakteryzuj architektury: IntServ, DiffServ i MPLS