

Zarządzanie ruchem i jakością usług w sieciach komputerowych

Część 1 wykładu

SKO2

Mapa wykładu

- Wprowadzenie
 - 10 trendów rozwoju sieci
- Komunikacja multimedialna w sieciach IP
- Techniki QoS
 - ATM
 - IEEE 802.1D
 - Integrated Services i Differentiated Services
 - MPLS
- Problemy i perspektywy rozwoju tych technologii

Mapa wykładu

- Wprowadzenie
 - 10 trendów rozwoju sieci
- Komunikacja multimedialna w sieciach IP
- Techniki QoS
 - ATM
 - Wstęp do sieci ATM
 - Adresowanie, sygnalizacja i kontrola dopuszczania połączeń w ATM
 - Ruting w ATM
 - Egzekwowanie kontraktu ruchowego w ATM
 - Zarządzanie ruchem i kontrola przeciążenia w ATM
 - Intersieci IP/ATM
 - IEEE 802.1D
 - Integrated Services i Differentiated Services
 - MPLS
- Problemy i perspektywy rozwoju tych technologii

Egzekwowanie kontraktu



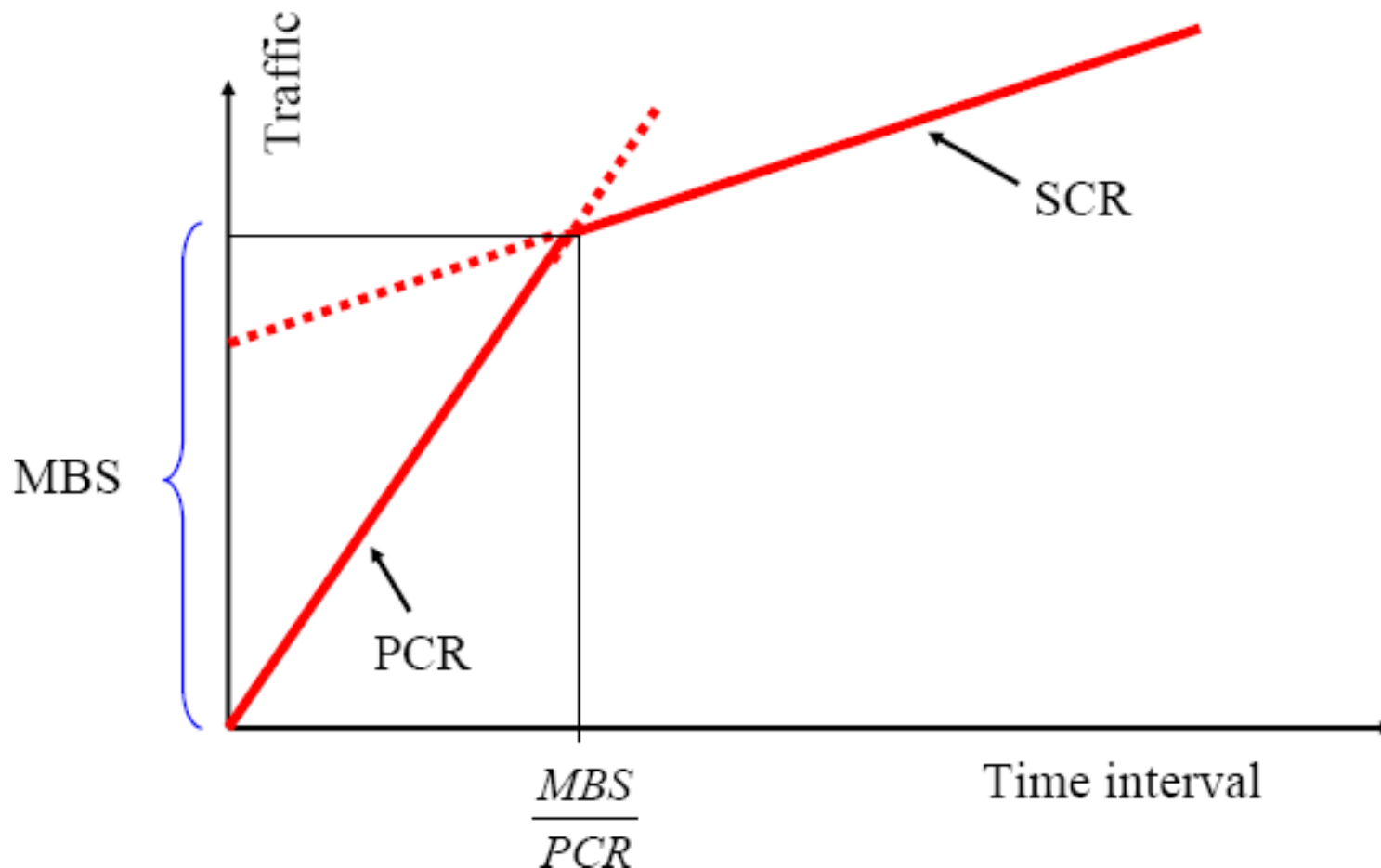
- ❑ Egzekwowanie kontraktu: wymuszanie, by ruch był zgodny z kontraktem
 - ang. *Traffic Shaping, policing*
- ❑ Leaky bucket
- ❑ Algorytm ogólnej prędkości wysyłania komórek
(ang. *Generic Cell Rate Algorithm, GCRA*)
- ❑ Wymagane dla algorytmu GCRA:
 - Algorytm wirtualnego szeregowania
 - Algorytm leaky bucket

Egzekwowanie kontraktu



- ❑ Wykonywane na brzegu sieci
- ❑ Korzysta z parametrów kontraktu ruchowego, utworzonego przy tworzeniu połączenia przez UNI
 - *Peak Cell Rate (PCR)*
Górne ograniczenie prędkości, z jaką ruch może być przesyłany przez połączenie
 - *Sustainable Cell Rate (SCR)*
Górne ograniczenie średniej prędkości, z jaką ruch może być przesyłany przez połączenie
 - *Maximum Burst Size (MBS)*
Maksymalna liczba komórek, które mogą być przesłane z prędkością PCR
 - *Minimum Cell Rate*
Minimalna prędkość przesyłania ruchu przez połączenie
 - PCR i SCR są mierzone w komórkach/sekundę

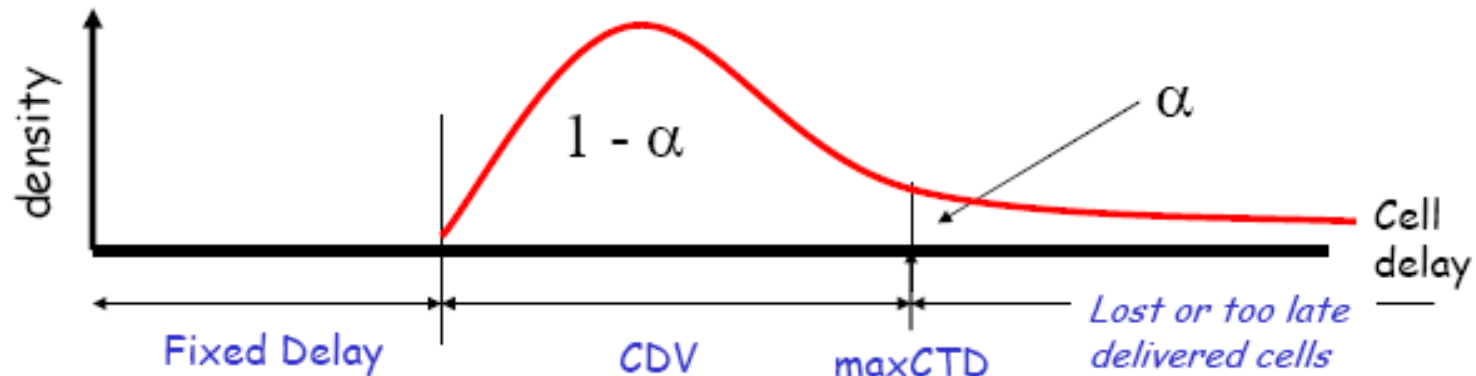
Egzekwowanie kontraktu



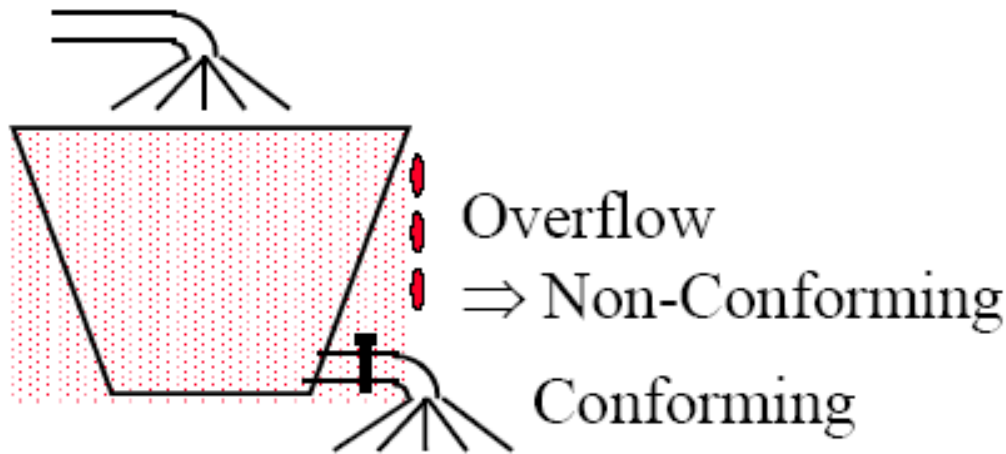


Parametry QoS w ATM

- Oprócz parametrów opisujących ruch (PCR, SCR, MBS, MCR) w ATM używane są parametry opisujące jakość komunikacji:
 - Cell Loss Rate (CLR)
stosunek liczby utraconych komórek do liczby transmitowanych komórek
 - Maximum Cell Transfer Delay (maxCTD)
najgorsze opóźnienie koniec-koniec
 - Peak-to-Peak Cell Delay Variation (CDV)
zakres zmienności opóźnień



Leaky Bucket

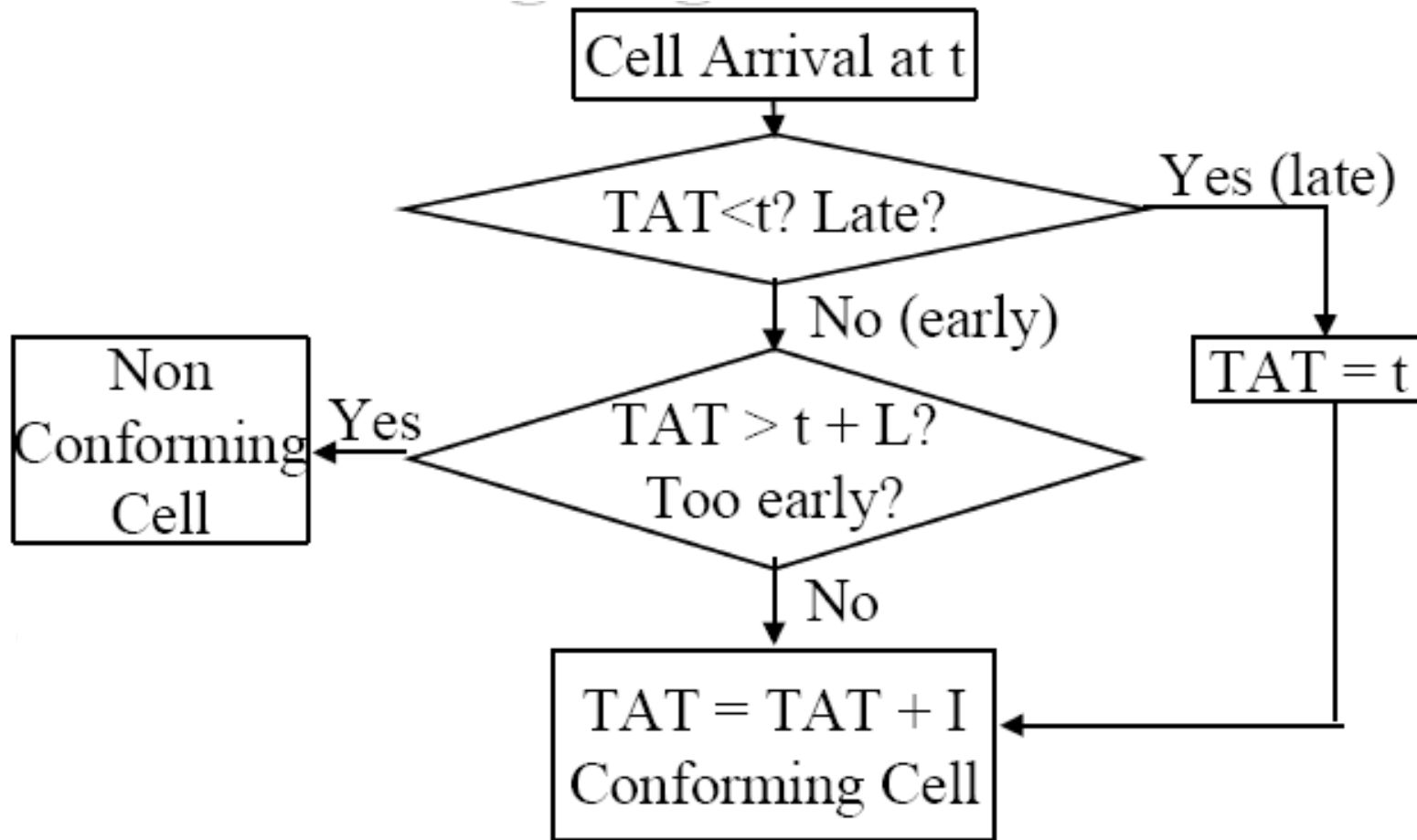


- ❑ Służy do kształtowania ruchu
 - wchodzący ruch jest nieregularny
 - wychodzący ruch ma kontrolowaną prędkość
- ❑ Wymusza przestrzeganie zasad
 - użytkownicy będą wysyłali ruch z prędkością w ustalonym zakresie
- ❑ Ruch przekraczający kontrolowaną prędkość jest odrzucany lub wysyłany dalej z $CLP=1$

Algorytm GCRA



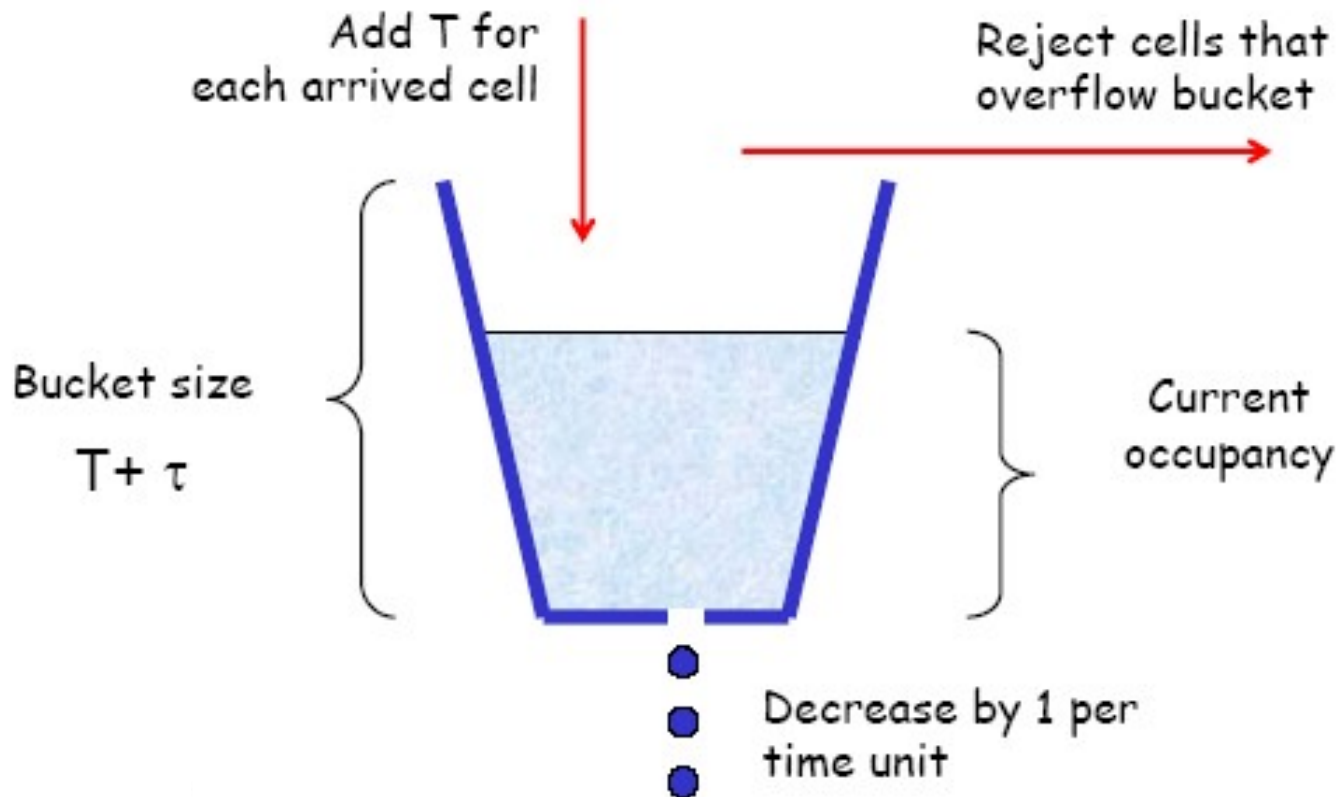
- *Generic Cell Rate Algorithm: GCRA(I, L)*
 - $t(k)$: czas przybycia k-tej komórki
 - TAT: teoretyczny (przewidywany) czas przybycia



Algorytm CDMA z dziurawym kubetkiem



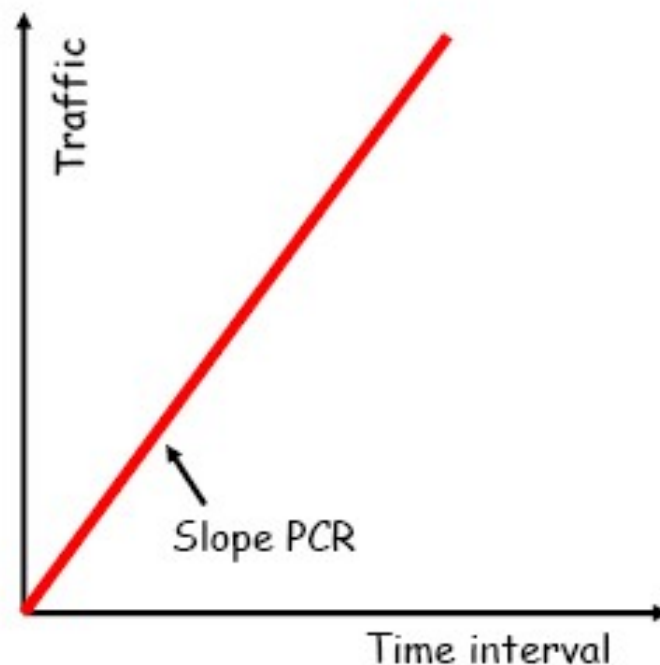
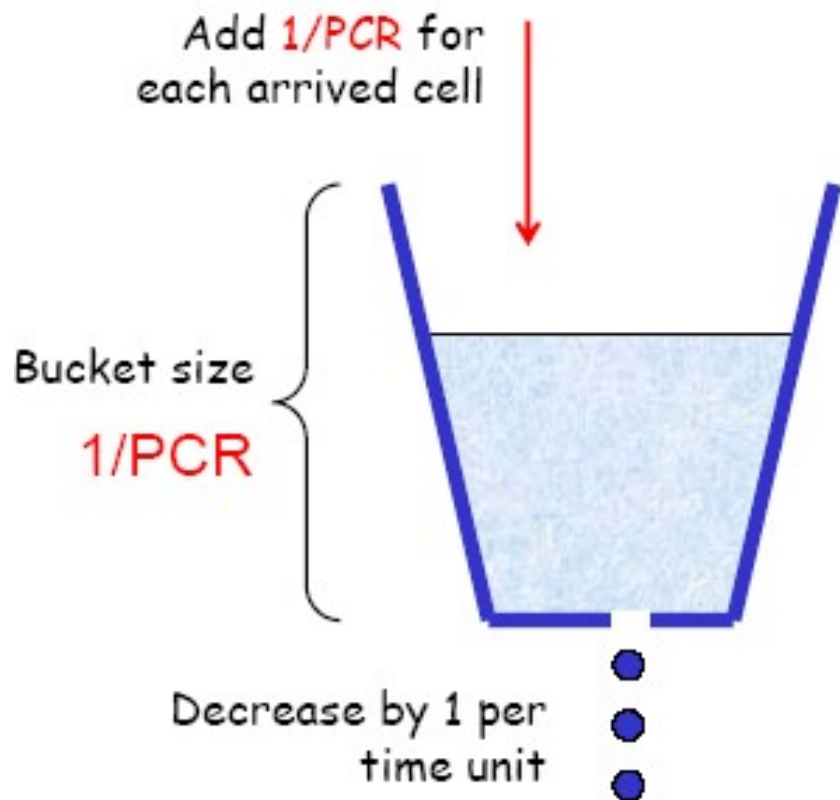
- GCRA(I, L) można implementować za pomocą "leaky bucket"
- Na początku, kubek jest pusty





Wymuszanie PCR

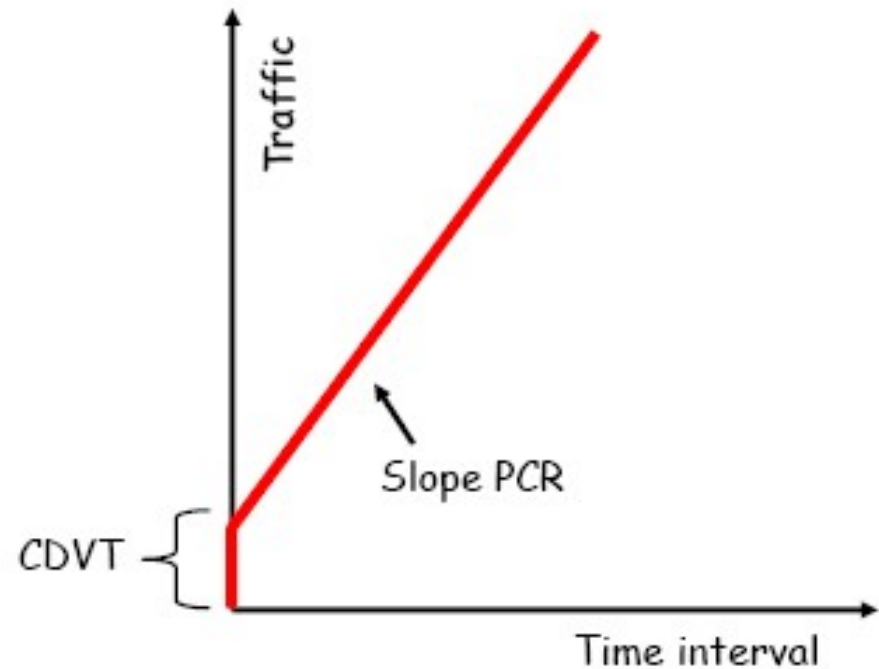
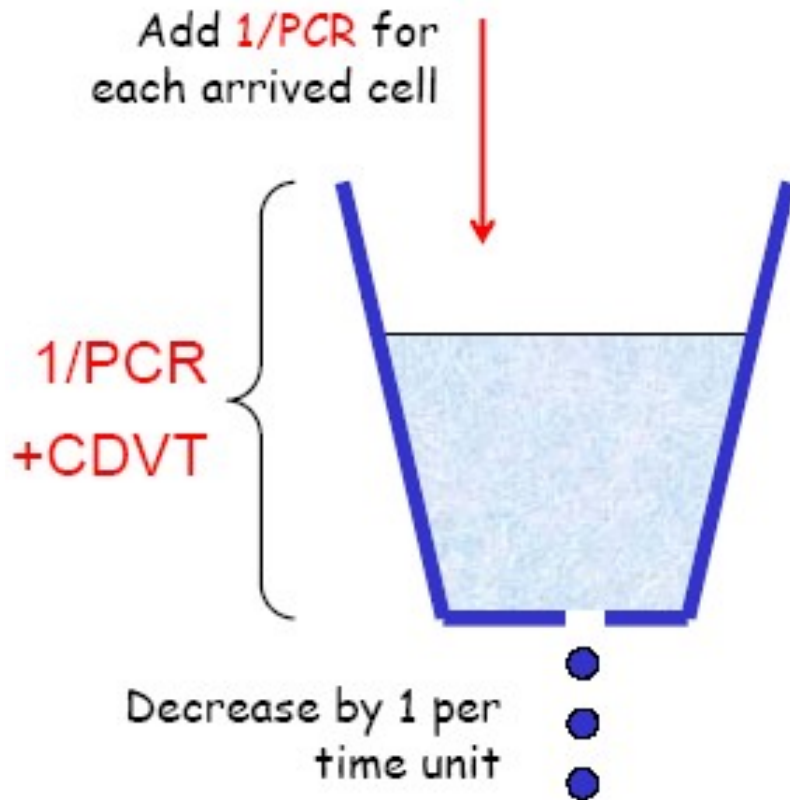
- Do wymuszania PCR służy GCRA ($1/PCR$, 0)





Wymuszanie PCR z CDV

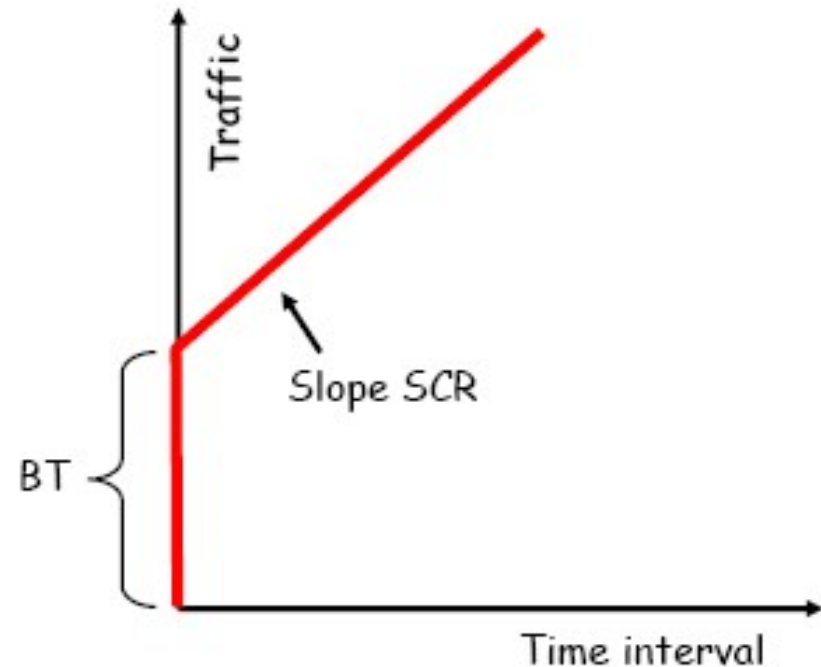
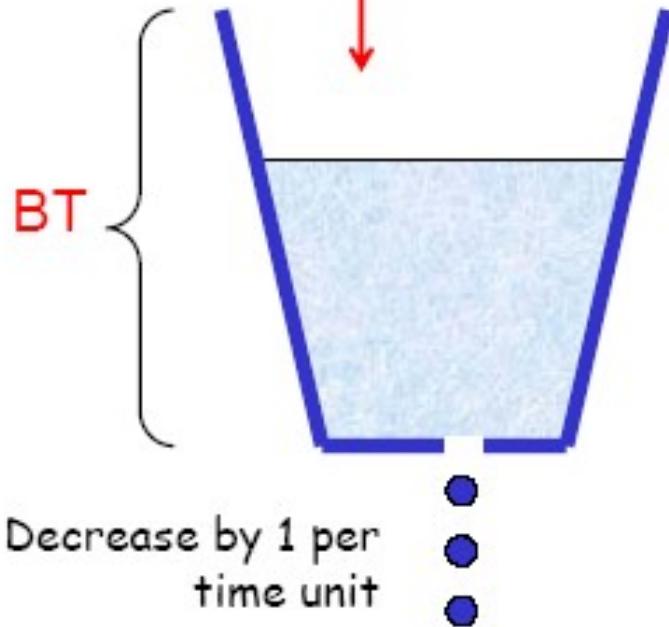
- Do wymuszania PCR z CDV służy GCRA($1/PCR$, CDVT)



Wymuszanie SCR i MBS

- Do wymuszania SCR i MBS służy GCRA(1/SCR, BT)
- $BT = (MBS-1) (1/SCR - 1/PCR)$

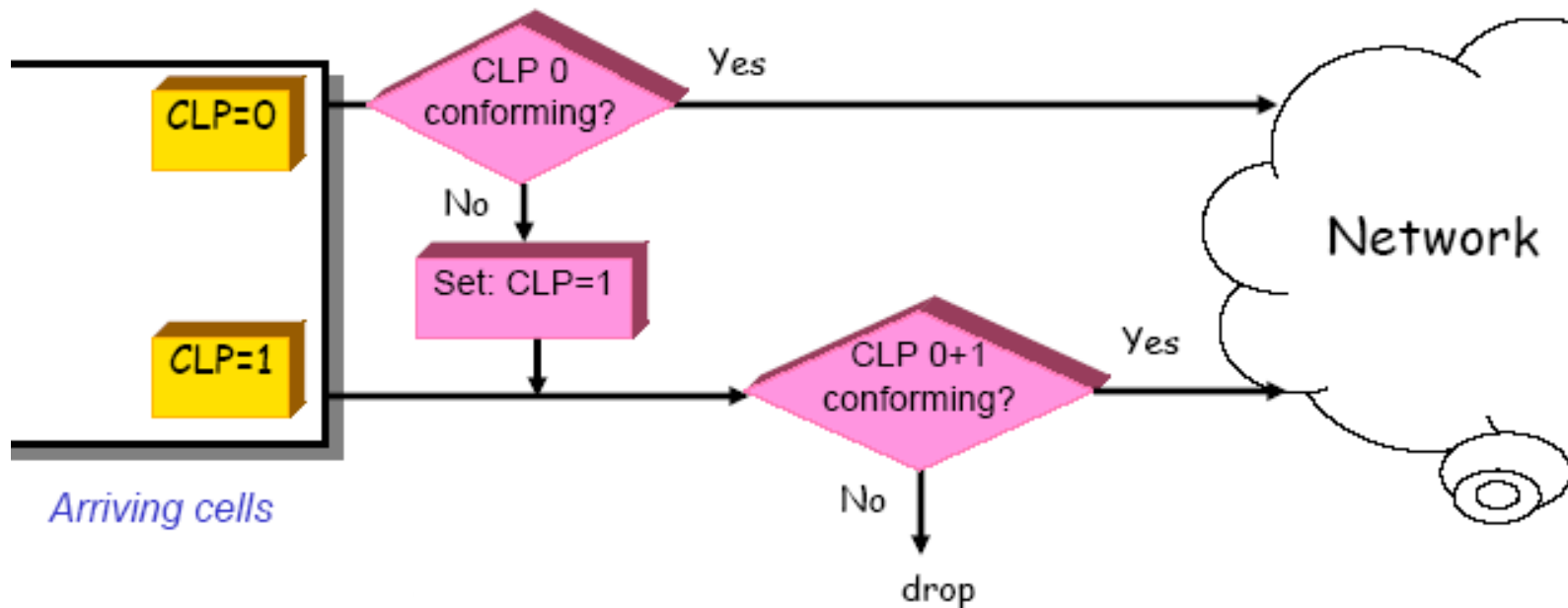
Add $1/SCR$ for each arrived cell



Wymuszanie wszystkich parametrów



- Wykonywane przez kilka równoległych kulek
- Kształtowanie ruchu następuje oddzielnie dla komórek CLP=0 i CLP=1
 - jeśli komórka jest niezgodna z profilem dla CLP=0, to ustawiamy CLP=1 i sprawdzamy drugi profil
 - jeśli komórka jest niezgodna z profilem dla CLP=1, to jest odrzucana



Mapa wykładu

- Wprowadzenie
 - 10 trendów rozwoju sieci
- Komunikacja multimedialna w sieciach IP
- Techniki QoS
 - ATM
 - Wstęp do sieci ATM
 - Adresowanie i sygnalizacja w ATM
 - Ruting w ATM
 - Kształtowanie ruchu w ATM
 - Zarządzanie ruchem i kontrola przeciążenia w ATM
 - Intersieci IP/ATM
 - IEEE 802.1D
 - Integrated Services i Differentiated Services
 - MPLS
- Problemy i perspektywy rozwoju tych technologii

Zarządzanie ruchem i kontrola przeciążenia w ATM

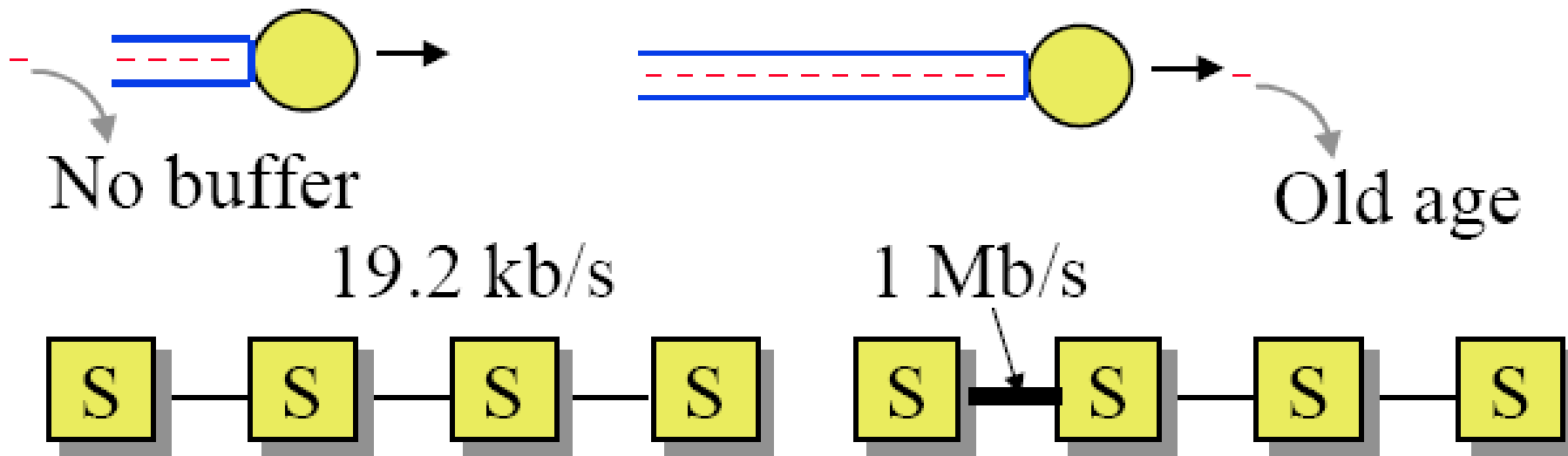


- ❑ Czy w przyszłości nadal będziemy się zajmować przeciążeniem?
- ❑ Kontrola przeciążenia w ATM
- ❑ Rola sieci w kontroli przeciążenia
- ❑ Zarządzanie ruchem dla usługi ABR

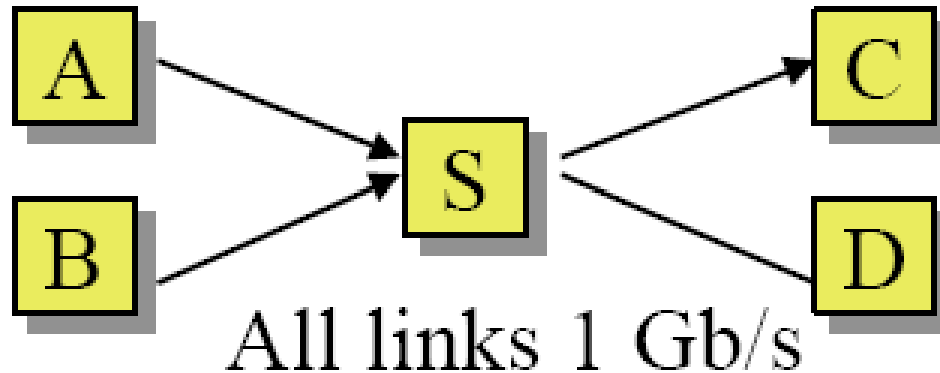
Dlaczego przeciążenie jest problemem?



- Pytanie: Czy problem przeciążenia będzie rozwiązany, gdy:
 - pamięć stanie się tania (nieskończone bufony)
 - łącza staną się tanie (superszybkie łącza)
 - procesory staną się tanie?
- Odpowiedź: w żadnym wypadku.



Dlaczego przeciążenie jest problemem?



- ❑ Przeciążenie jest problemem powstającym dynamicznie
 - statyczne rozwiązania są niewystarczające
- ❑ Zwiększanie przepustowości sieci prowadzi do zmniejszenia równowagi w sieci
- ❑ Brak miejsca w buforach jest symptomem, a nie przyczyną przeciążenia

Ekonomiczne przyczyny przeciążenia



- ❑ Sieci są współdzielonym zasobem
 - ponieważ są drogie i używane raz na jakiś czas (jak samoloty, szpitale)
- ❑ Większość kosztów jest stała
 - koszty światłowodów, przełączników, instalacji i utrzymania nie zależą od ich wykorzystania
 - z tego powodu, zbyt małe wykorzystanie jest drogie
- ❑ Lecz zbyt duże wykorzystanie (przeciążenie) prowadzi do zmniejszenia zadowolenia klientów
- ❑ Potrzebny jest sposób na utrzymywanie sieci w stanie bliskim maksymalnego wykorzystania

Rola sieci w kontroli przeciążenia



- *Explicit Congestion Notification, ECN*
 - przełączniki udostępniają informację zwrotną hostom
 - host dostosowuje swoją prędkość na podstawie informacji zwrotnej uzyskanej z sieci
- Porównajmy z TCP:
 - brak informacji o przeciążeniu od sieci IP
 - obserwacje przeciążenia na podstawie strat i opóźnień w systemach końcowych
 - złożone algorytmy estymacji czasu RTT
 - złożony algorytm z ruchomym oknem wykorzystujący straty

Studium przypadku: kontrola przeciążeń w usłudze ABR sieci ATM



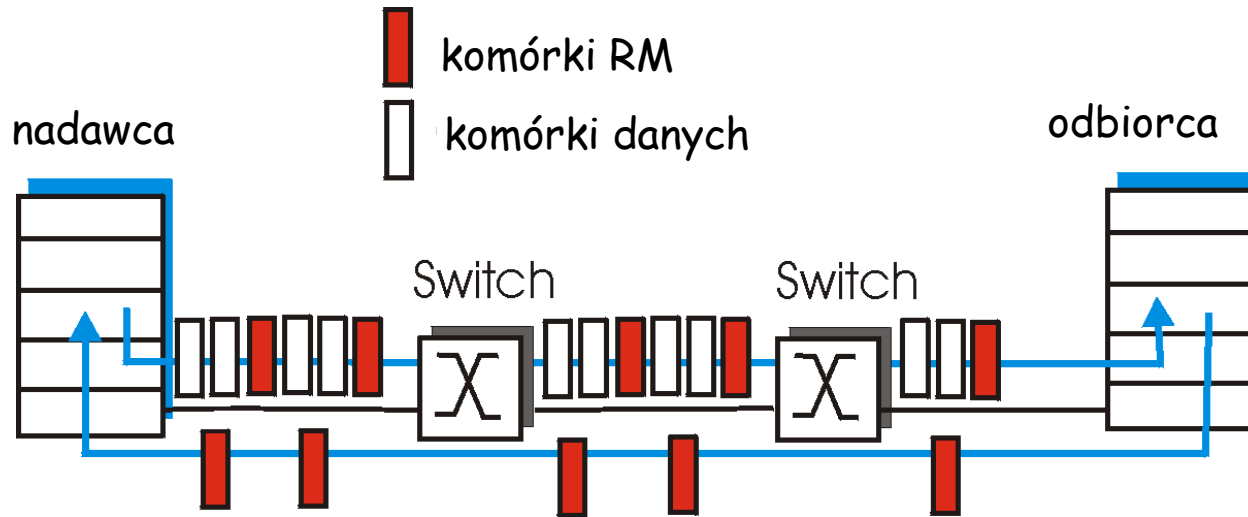
ABR: available bit rate:

- "usługa elastyczna"
- jeśli ścieżka nadawcy jest "niedociążona":
 - nadawca powinien używać dostępną przepustowość
- jeśli ścieżka nadawcy jest przeciążona:
 - nadawca jest ograniczany do minimalnej gwarantowanej przepustowości

Komórki RM (resource management):

- wysyłane przez nadawcę, przeplatane z komórkami danych
- bity w komórce RM ustawiane przez przełączniki sieci ("z pomocą sieci")
 - bit NI: nie zwiększaj szybkości (lekkie przeciążenie)
 - bit CI: wskazuje na przeciążenie
- komórki RM zwracane są do nadawcy przez odbiorcę bez zmian

Studium przypadku: kontrola przeciążeń w usługach ABR sieci ATM



- dwubajtowe pole ER (explicit rate) w komórce RM
 - przeciążony switch może zmniejszyć wartość ER w komórce
 - z tego powodu, nadawca ma minimalną dostępną przepustowość na ścieżce
- bit EFCI w komórkach danych: ustawiany na 1 przez przeciążony switch
 - jeśli komórka danych poprzedzająca komórkę RM ma ustawiony bit EFCI, odbiorca ustawia bit CI w zwróconej komórce RM

Mapa wykładu

- Wprowadzenie
 - 10 trendów rozwoju sieci
- Komunikacja multimedialna w sieciach IP
- Techniki QoS
 - ATM
 - Wstęp do sieci ATM
 - Adresowanie i sygnalizacja w ATM
 - Ruting w ATM
 - Kształtowanie ruchu w ATM
 - Zarządzanie ruchem i kontrola przeciążenia w ATM
 - Intersieci IP/ATM
 - IEEE 802.1D
 - Integrated Services i Differentiated Services
 - MPLS
- Problemy i perspektywy rozwoju tych technologii

Intersieci IP/ATM



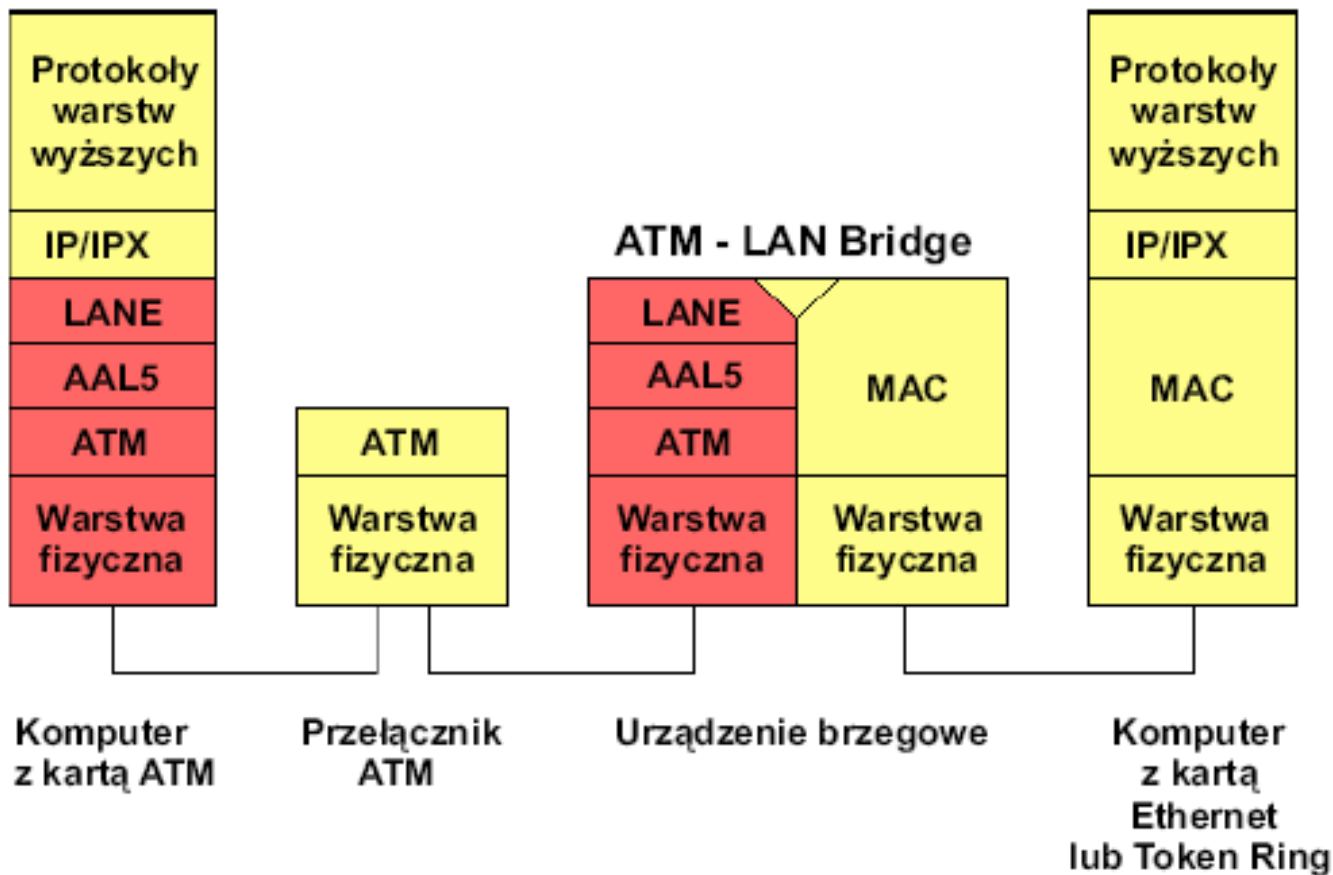
- ❑ W jaki sposób można łączyć sieci IP z sieciami ATM?
 - nie zastępując istniejącej infrastruktury?
- ❑ Jest kilka możliwych odpowiedzi
 - w sieciach LAN: standardy LANE oraz MPOA
 - w sieciach WAN: standard IP over ATM
 - zastąpienie protokołów ATM przez IP
 - zachowując te same urządzenia:
switch ATM staje się ruterem IP
 - przypomnijcie sobie model partnerski dla sieci ATM...
- ❑ Jak zastąpić protokoły ATM przez IP?
 - IP Switching
 - Tag Switching
 - MPLS - ale o tym mowa później..



LAN Emulation (LANE)

- Standard LANE - sieć ATM jako sieć lokalna
 - połączenie ATM z Ethernet/Token Ring
 - użycie wyłącznie AAL5 - rezygnacja z QoS (LANE 1.0)
 - zarządzanie siecią w architekturze klient/serwer
 - połączenia kontrolne
 - odwzorowanie adresów MAC na adres ATM
 - prefix ATM (13B) + MAC (6B) + 1B = adres ATM (20B)
- Kilka wersji standardu
 - LANE 1.0
 - LANE 2.0
 - umożliwia użycie ABR
 - dodaje komunikację multicast
 - MPOA

Model warstwowy LANE

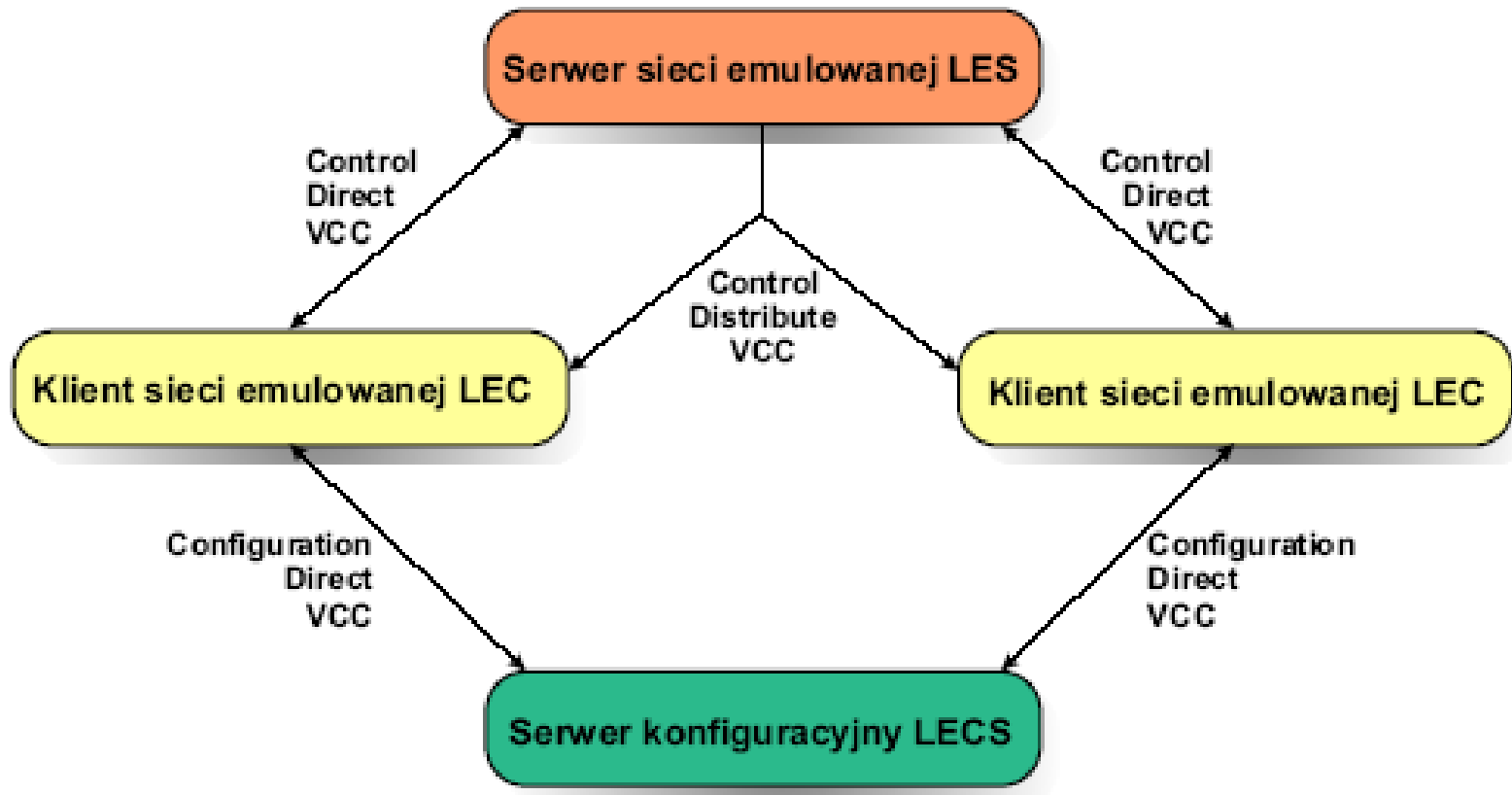


Architektura LANE (1.0)



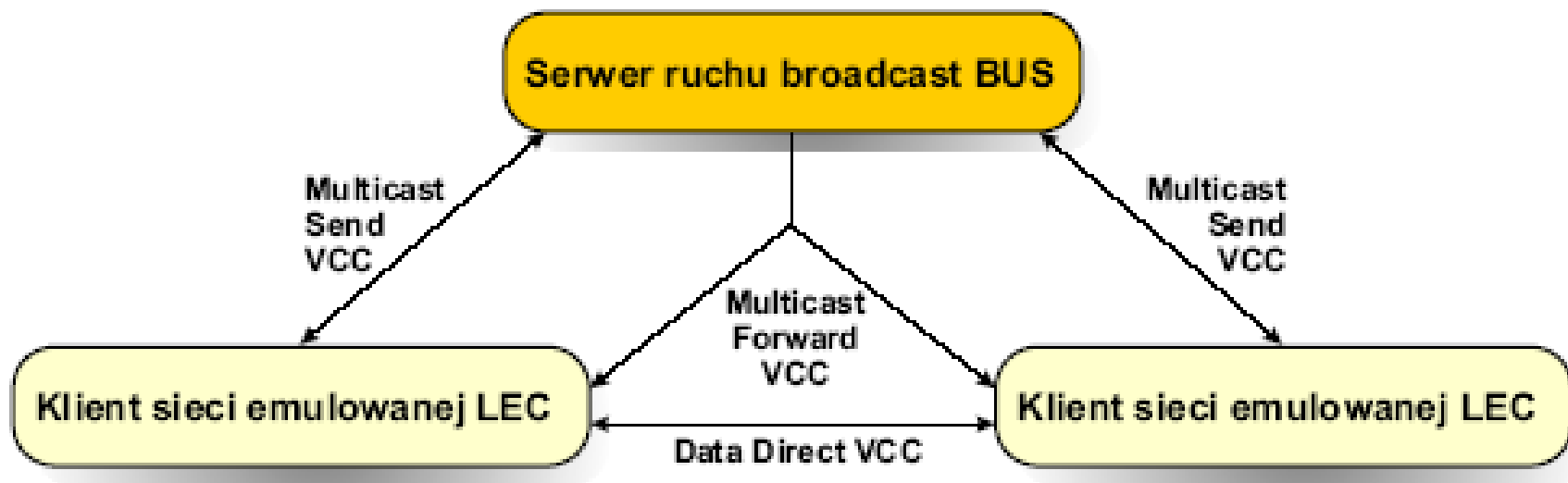
- Klient: *LAN Emulation Client (LEC)*
 - komunikacja danych z innymi klientami LEC
 - rejestracja w serwerze LES
- Serwer: *LAN Emulation Server (LES)*
 - rejestracja klientów LEC
 - utrzymywanie odwzorowania adresów MAC na ATM
- Serwer konfiguracyjny: *LAN Emulation Configuration Server (LECS)*
 - działa na domyślnym adresie
 - zna adresy serwerów LES i BUS, informacje o sieci ELAN
- Serwer broadcastowy: *Broadcast and Unknown Server (BUS)*
 - gdy nie znamy adresu ATM dla danego adresu MAC

Architektura LANE (1.0)



- Kanaly sterujące

Architektura LANE (1.0)



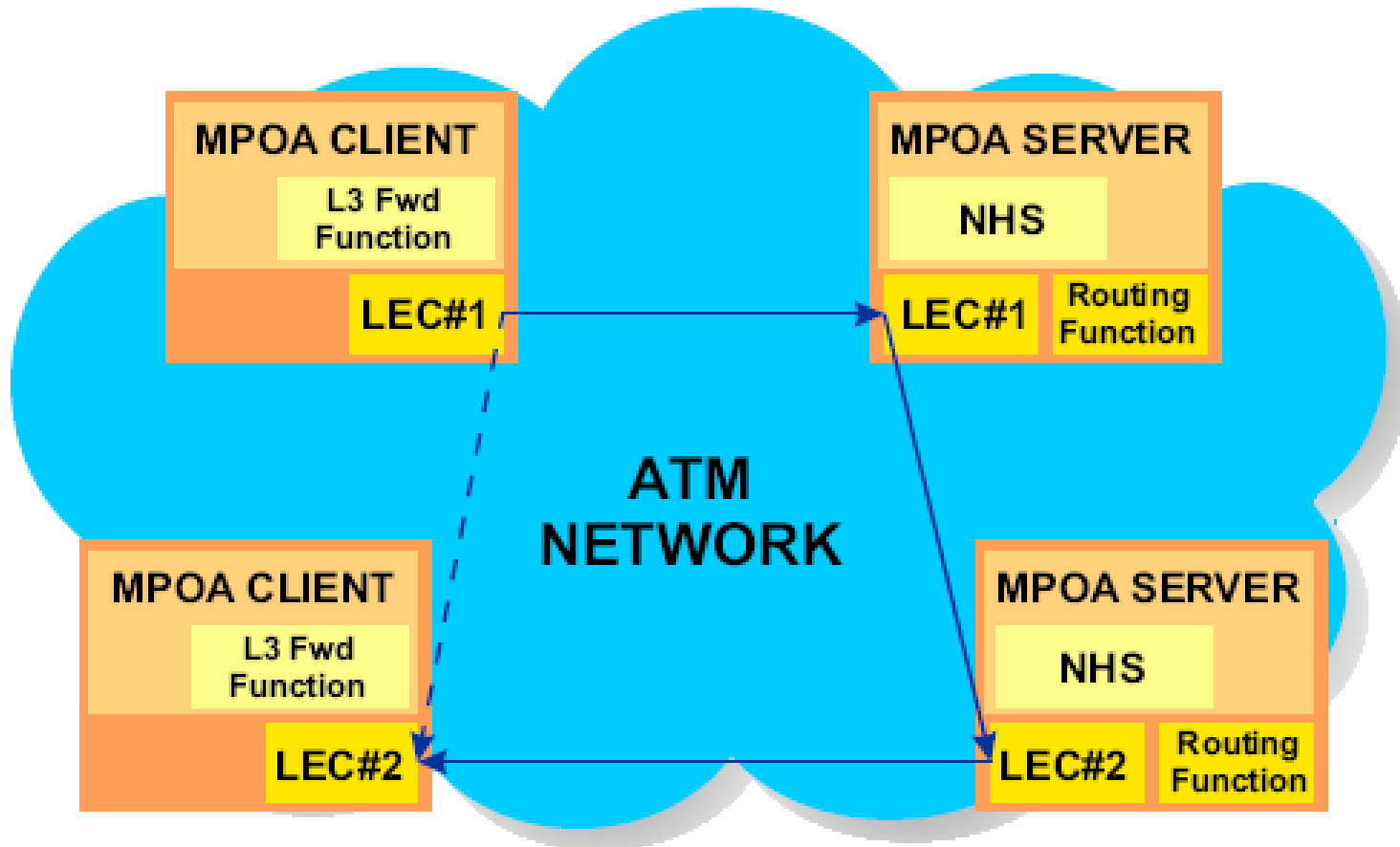
- Kanaly komunikacji danych

MultiProtocol Over ATM (MPOA)



- "Przełączniki warstwy 3" (ang. *L3 switch*)
 - rutujemy pierwszy pakiet "przeptywu"
 - pozostałe pakiety przeptywu są przetaczane tak, jak wskazał pierwszy pakiet
- MPOA 1.1 (1999)
 - funkcjonalność przełącznika warstwy 3 dla sieci LANE
 - nadbudowa nad LANE 2.0 (uzupełnienie standardu)
 - klient MPOA: funkcje przełącznika w. 3
 - serwer MPAO: funkcje routingu między sieciami LANE
- MPOA zapewnia:
 - bardziej wydajną komunikację między sieciami LANE
 - jeśli ruch pomiędzy sieciami LANE jest w jednej sieci ATM, to zostanie utworzone połączenie VCC skracające drogę dla tego ruchu z pominięciem routingu IP

Sieć MPOA



- Serwer MPOA umożliwia skrócenie drogi
 - przez utworzone specjalnie VCC



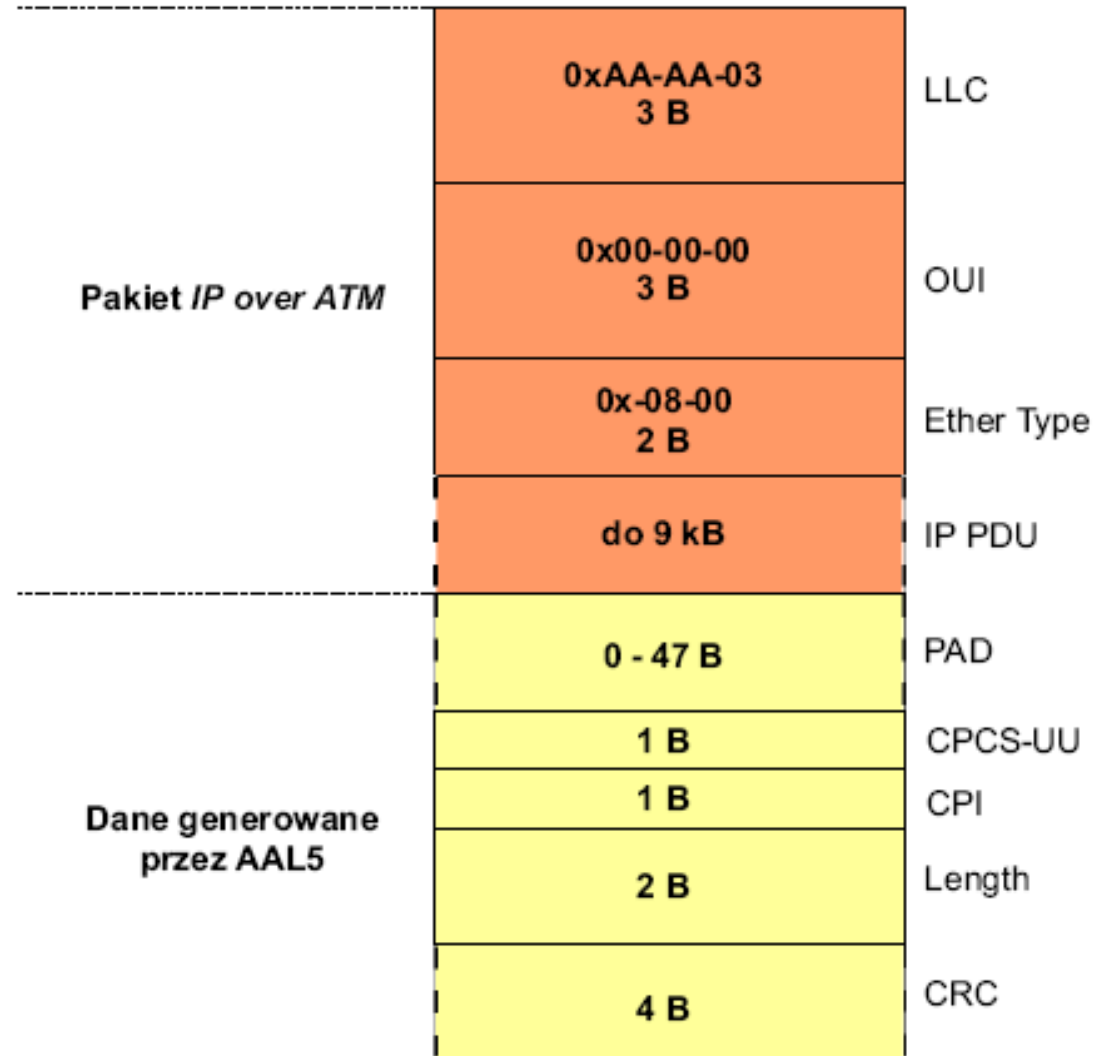
IP over ATM

- ❑ Standard LANE stosuje się w sieciach lokalnych
- ❑ Standard IP over ATM dotyczy sieci rozległych
 - odwzorowanie pakietów IP na komórki ATM (RFC 1483)
 - odwzorowanie adresów ATM na adresy IP (RFC 2225)
- ❑ W sieci ATM definiowane są logiczne podsieci IP
 - LIS (ang. *Logical IP Subnetwork*)
 - sieć lokalna, w której można używać protokołu IP
 - hosty podłączone do różnych LIS muszą komunikować się za pośrednictwem rutera
- ❑ IP over ATM nie pozwala na używanie QoS ATM
 - stosowana jest AAL5



IP over ATM - 2

- Odwzorowanie pakietów IP na komórki ATM
 - Komórki ATM mają stałą długość, zaś pakiety IP zmienną
 - enkapsulacja pakietów LLC/SNAP (RFC 1453)



IP over ATM - 3



□ Odwzorowanie adresów

- po procesie zestawienia połączenia, adres IP jest mapowany na identyfikator wirtualnego połączenia
- IP -> ATM: ATMARP
- ATM -> AP: InATMARP
- w klasycznym ARP, żądanie jest wysyłane przez broadcast
- w ATMARP, żądanie wysyłane jest do serwera ARP
- dla połączeń PVC: wystarczy statyczna konfiguracja
 - na stałe można przypisać adresy IP do identyfikatorów wirtualnych połączeń



IP Switching

- ❑ Zaproponowane przez firmę Ipsilon
- ❑ Już testowane w praktyce
- ❑ Podstawowa innowacja: Zdefiniowano protokół zarządzania przełącznikiem ATM (GSMP) oraz protokół tworzący odwzorowania etykiet zwany *Ipsilon Flow Management Protocol (IFMP)*
- ❑ Protokół *General Switch Management Protocol (GSMP)* - pozwala na zarządzanie przełącznikiem ATM przez "kontroler IP przełącznika"

Przegląd IP Switching



- ❑ IP over ATM jest złożone i niewydajne - potrzeba dwóch warstw sieci
 - sygnalizacja i ruting ATM
 - ruting IP routing i tłumaczenie adresów
- ❑ W porównaniu, IP Switching używa
 - IP oraz protokołu odwzorowywania etykiet
 - całkowicie eliminuje warstwę ATM
- ❑ Cel: Zintegrowanie przełączników ATM z rutingiem IP w prosty i wydajny sposób
 - Rezygnacja z QoS
- ❑ Tworzenie etykiet: sterowane przepływem danych

Mapa wykładu

- Wprowadzenie
 - 10 trendów rozwoju sieci
- Komunikacja multimedialna w sieciach IP
- Techniki QoS
 - ATM
 - IEEE 802.1D
 - *Integrated Services i Differentiated Services*
 - MPLS
- Problemy i perspektywy rozwoju tych technologii