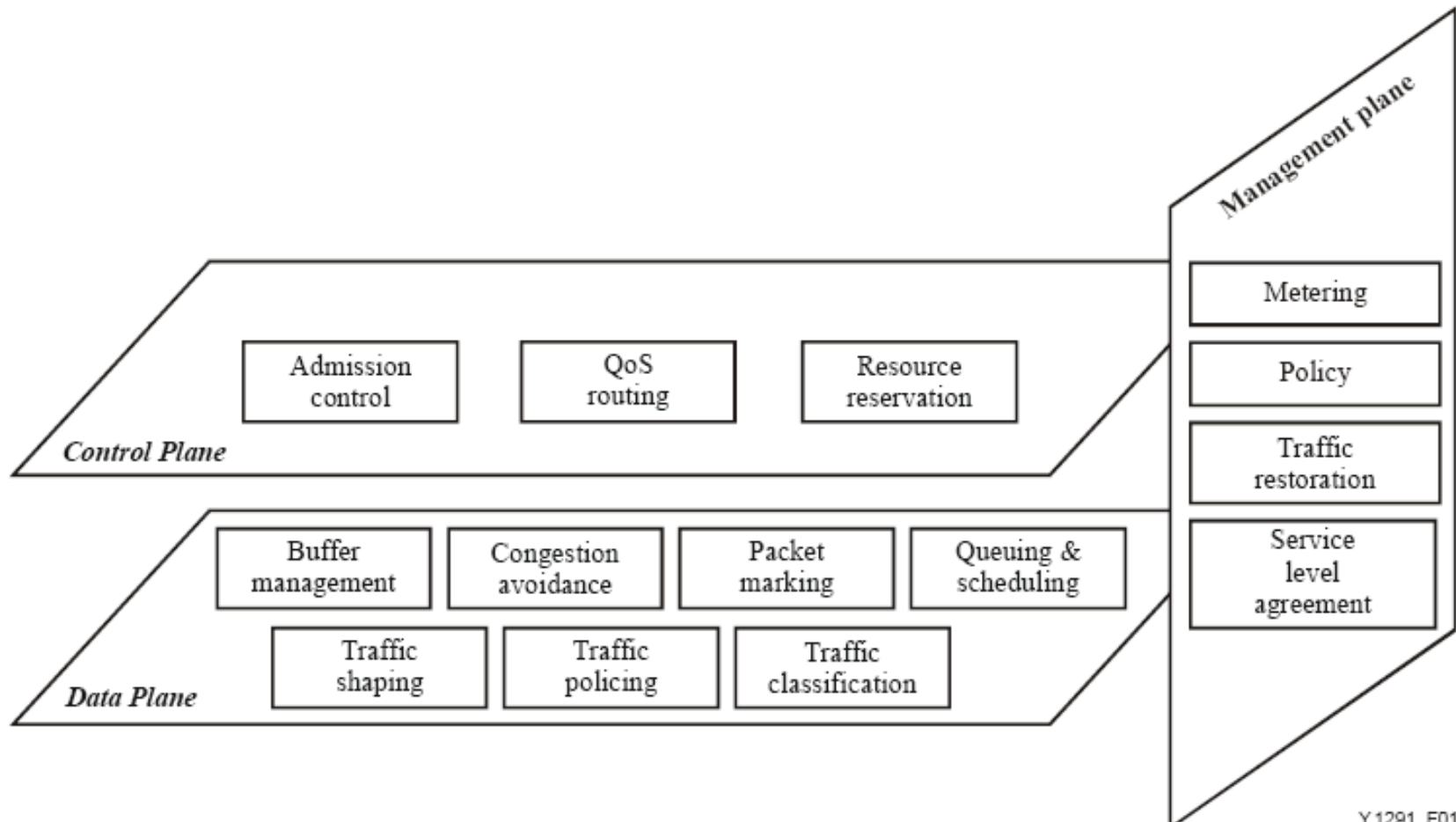


# **STEROWANIE RUCHEM W SIECIACH TELEKOMUNIKACYJNYCH**

*Monitorowanie stanu sieci  
telekomunikacyjnej*

# Mechanizmy QoS



Ref: Architectural Framework for for QoS Support (ITU-T Y.1291)

# Monitorowanie stanu sieci

## ➤ *Cele monitorowania stanu sieci*

- ✓ *dostarczenie informacji o bieżącym stanie sieci niezbędnych dla wspierania procesu zarządzania siecią i sterowania przepływami ruchu*
- ✓ *ocena zdolności sieci do świadczenia usług zgodnie z kontraktem SLS*

# Monitorowane parametry

- *opóźnienie transferu jednostek danych (transfer delay)*
- *zmiennosc opóźnienia (jitter)*
- *współczynnik strat jednostek danych (loss ratio)*

## ➤ *Parametry ruterów*

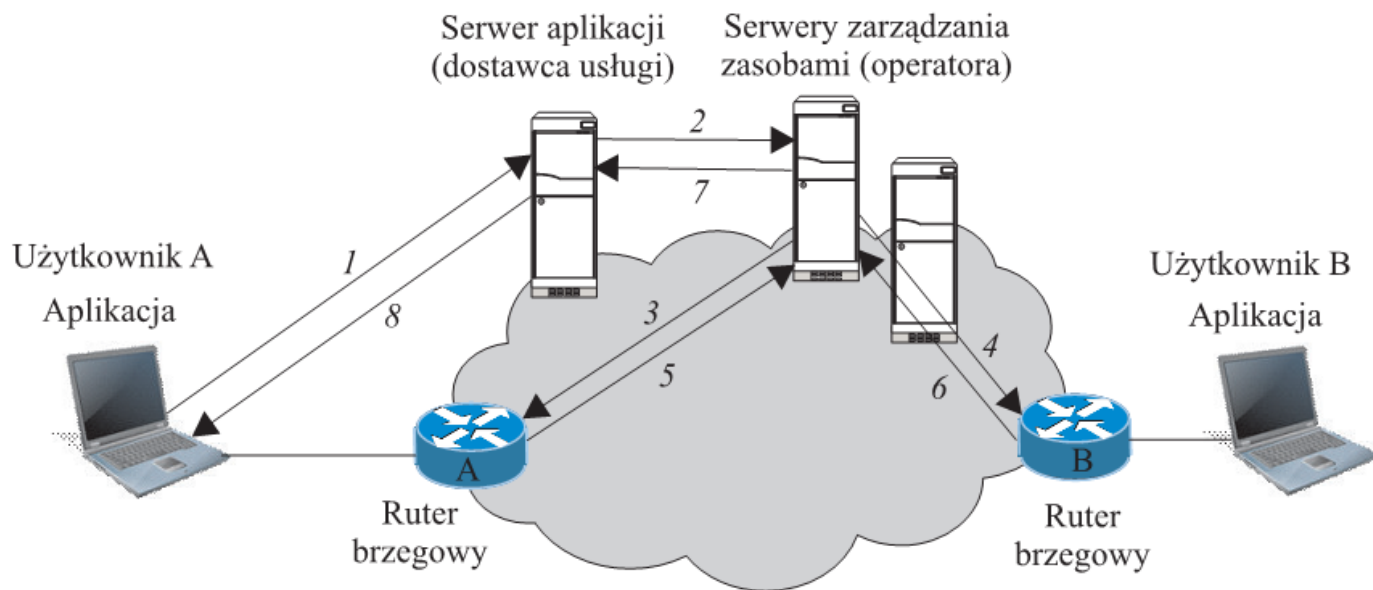
- ✓ *długość kolejki pakietów w buforze wyjściowym*
- ✓ *czas oczekiwania pakietów w buforze wyjściowym*
- ✓ *liczba wysłanych (obsłużonych) pakietów*
- ✓ *liczba pakietów straconych*
- ✓ *liczba pakietów nieprzyjętych (odrzuconych)*
- ✓ *liczba oznaczonych pakietów*

## ➤ *Parametry tras*

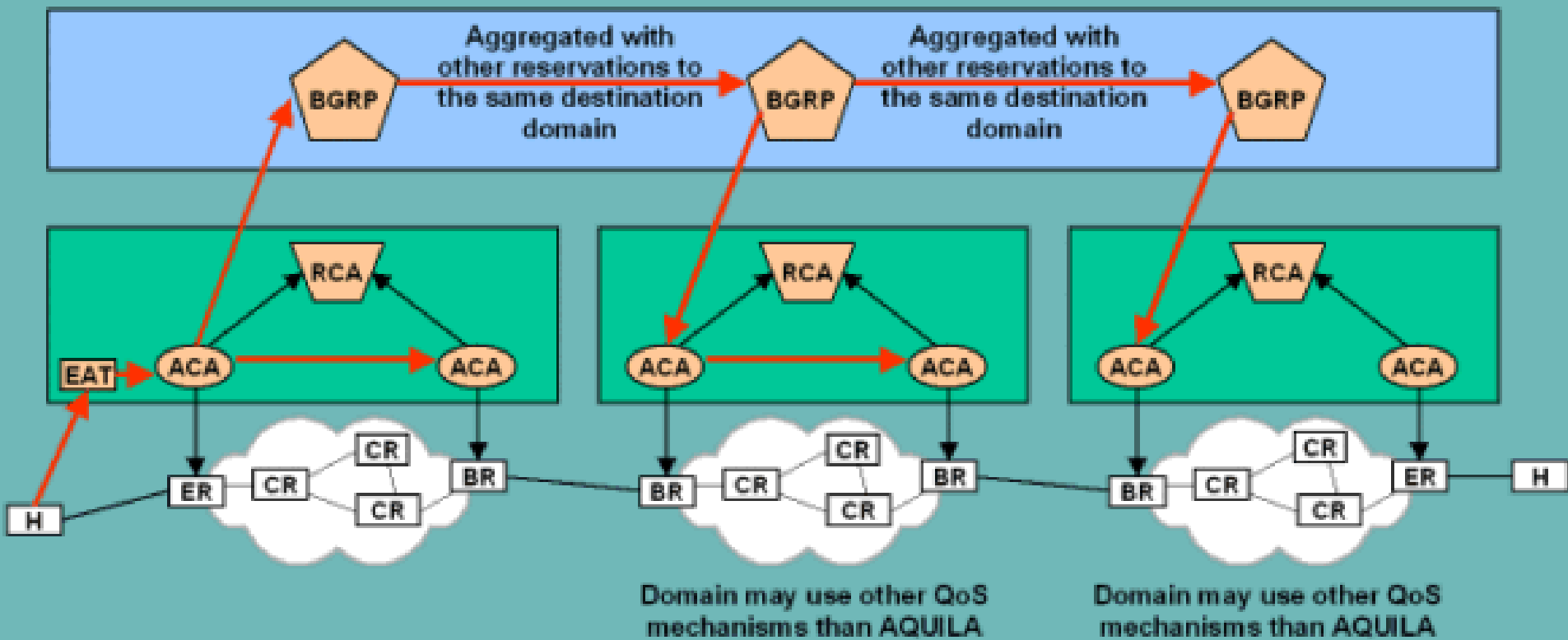
- ✓ *przepustowość trasy*
- ✓ *obciążenie trasy*
- ✓ *liczba przekazanych pakietów*
- ✓ *liczba straconych pakietów*



# Scenariusz obsługi połączenia w systemie IP QoS

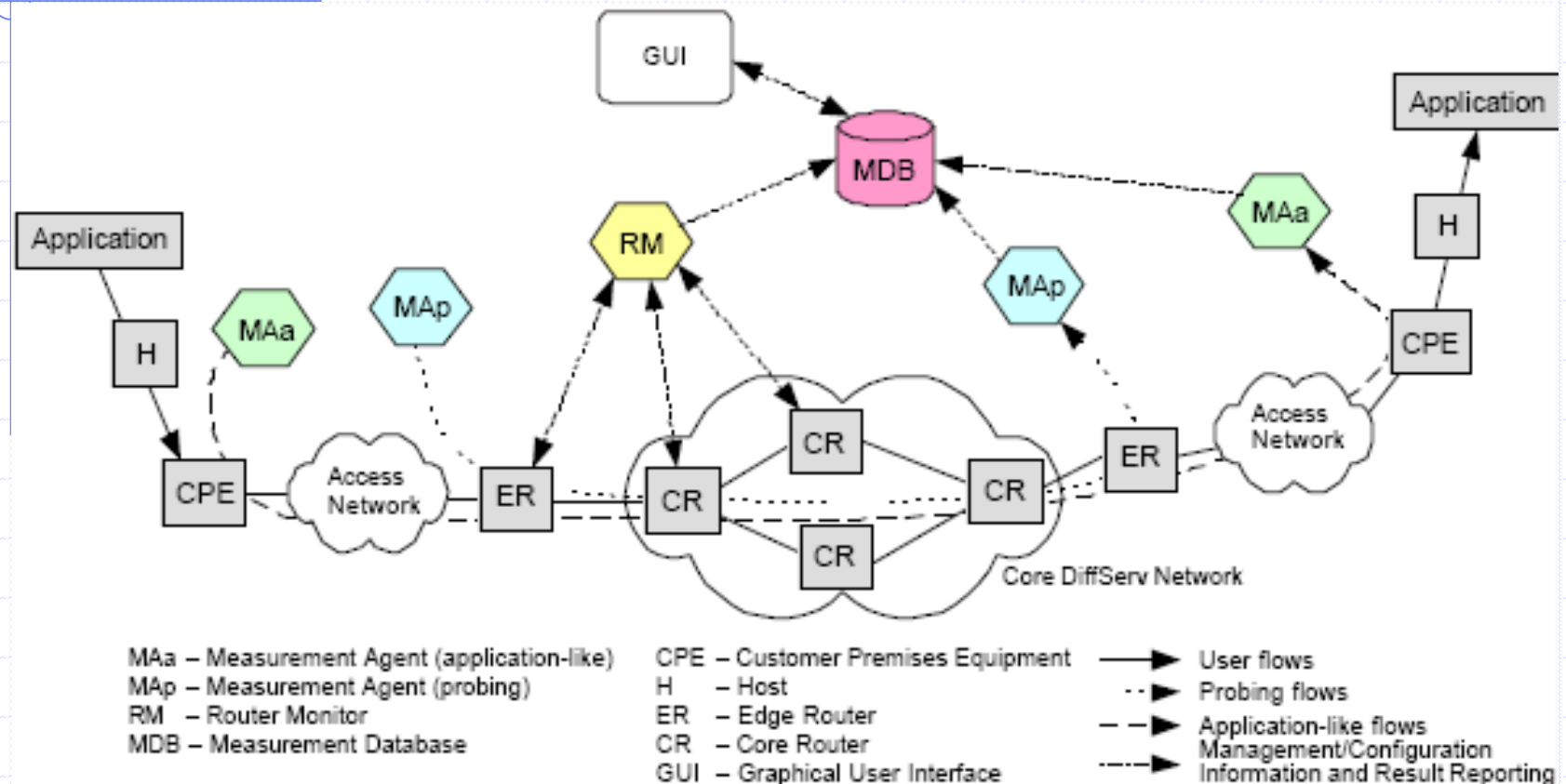


# Projekt AQUILA



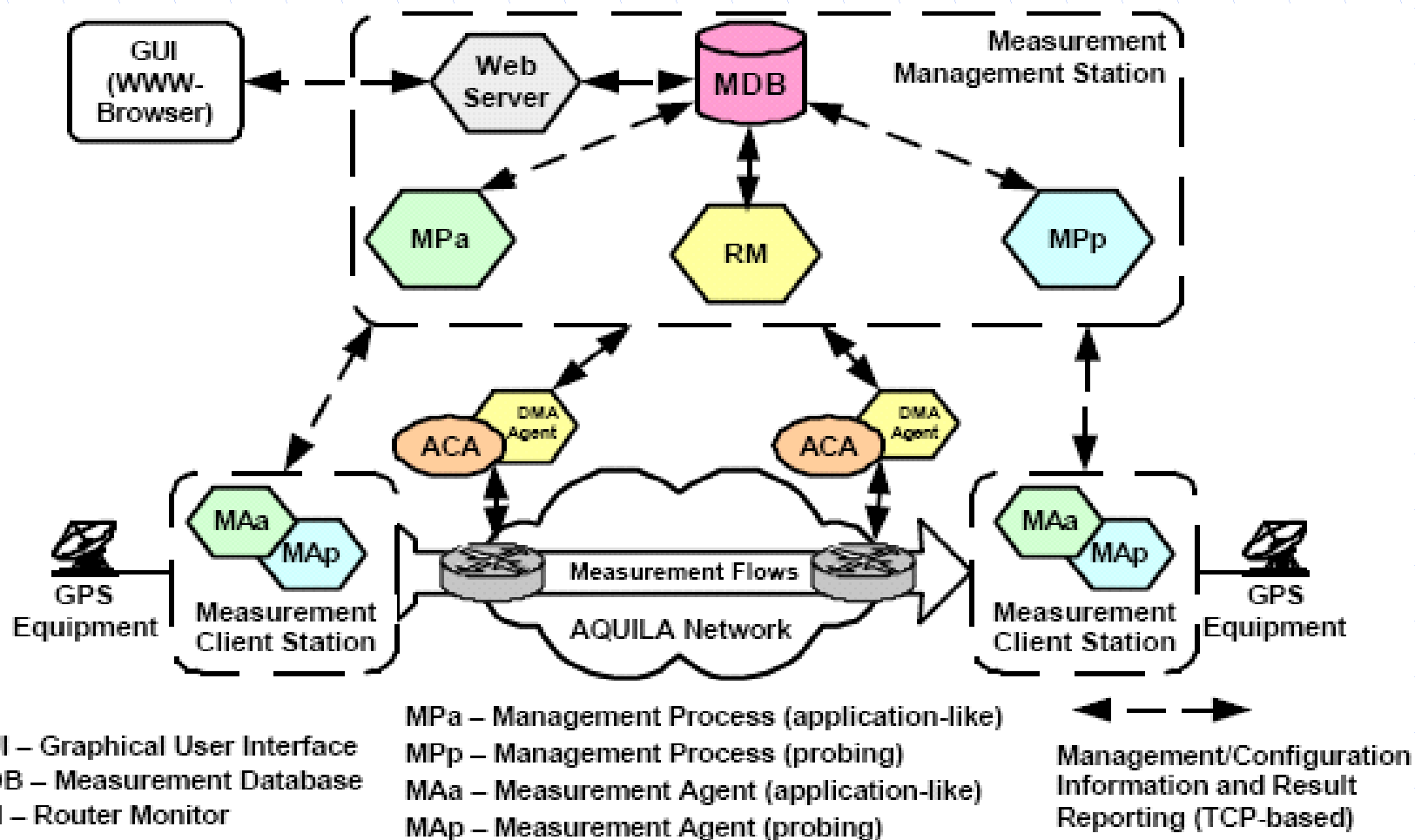
RCA – Resource Control Agent  
EAT – End-user Aplikation Toolkit  
ACA – Admission Control Agent  
BGRP – Border Gateway Routing Protocol

# AQUILA - architektura systemu pomiarowego (DMA - Distributed Measurement Architecture)

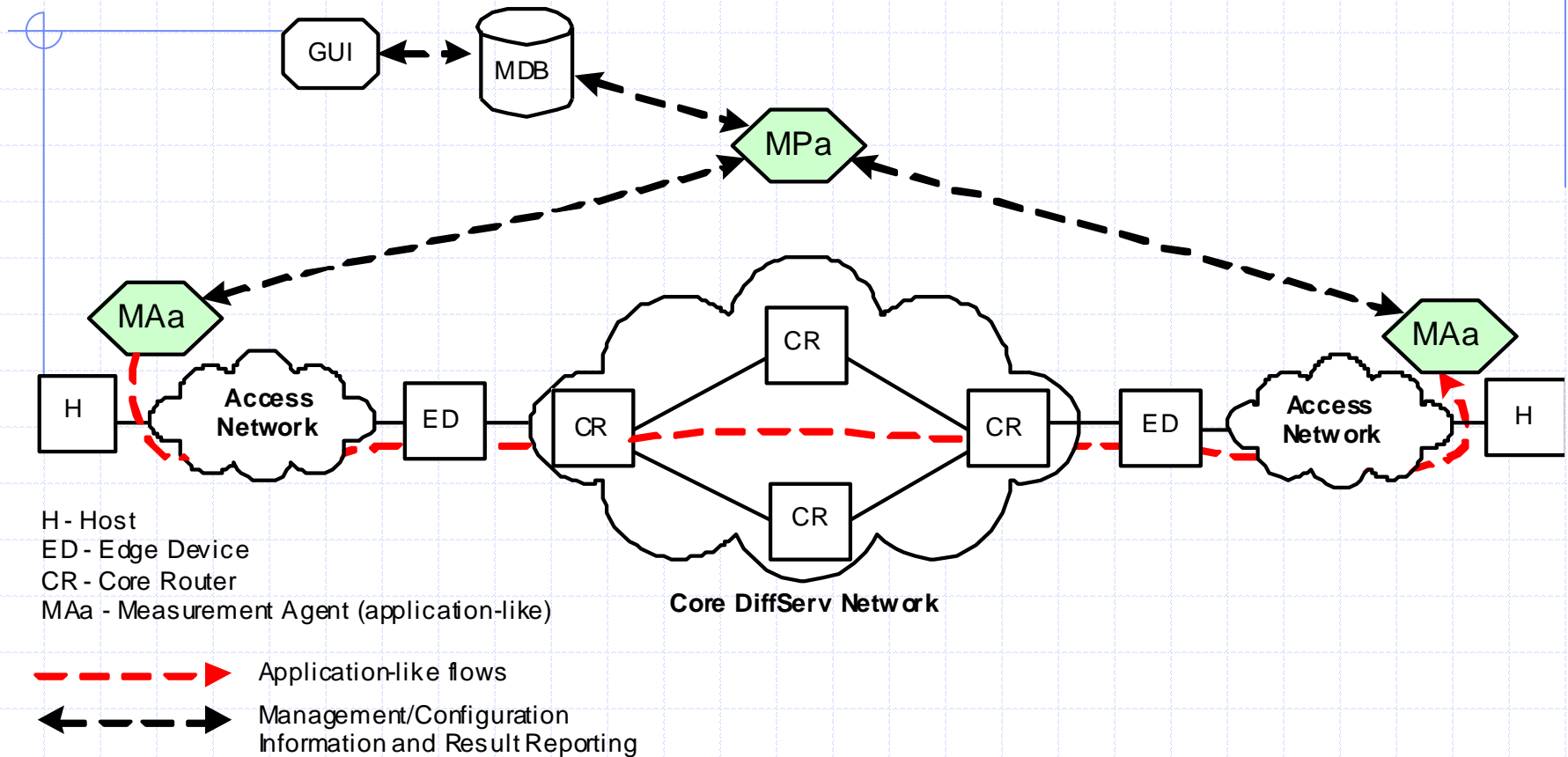




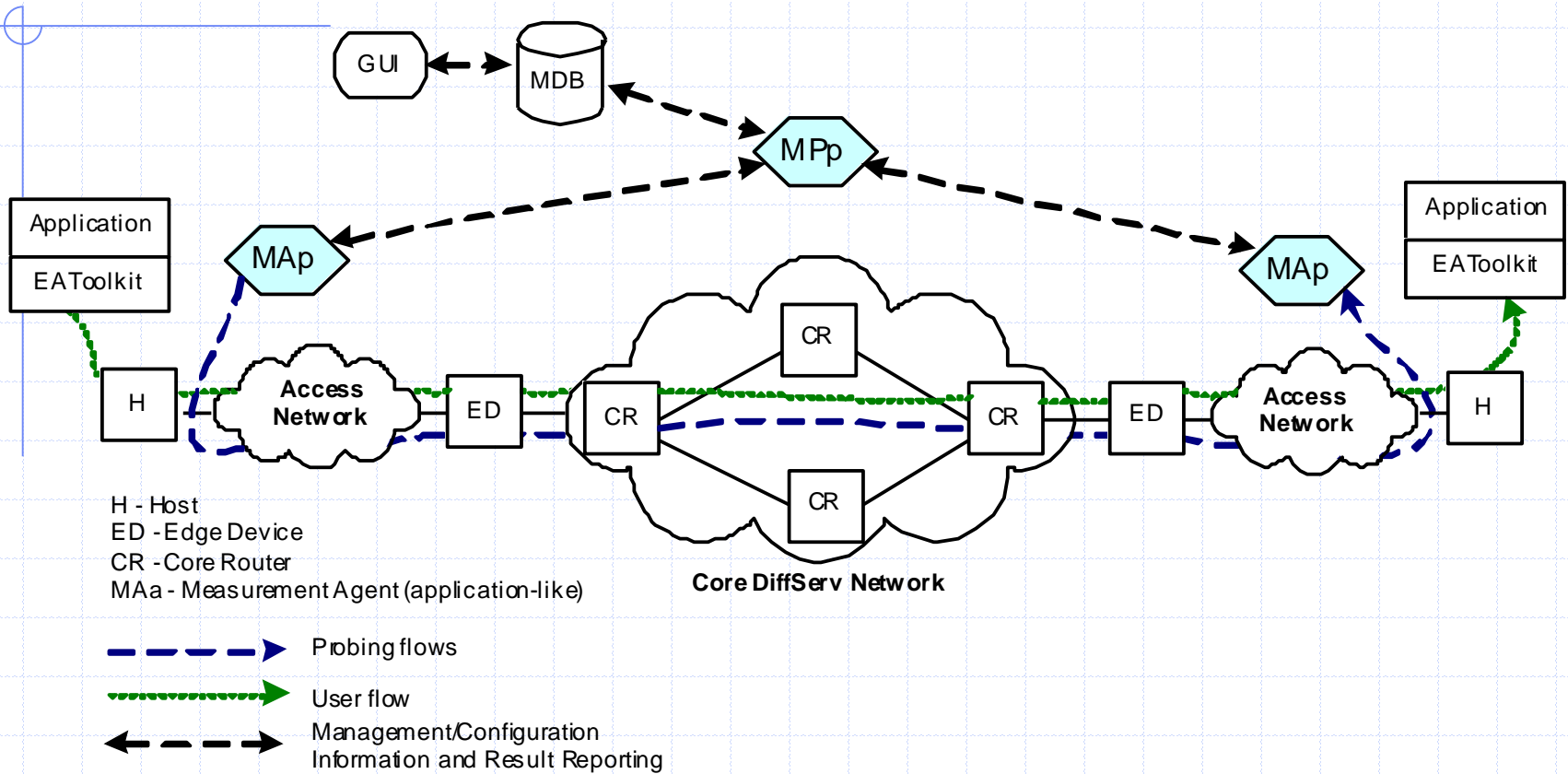
# AQUILA – komponenty systemu DMA



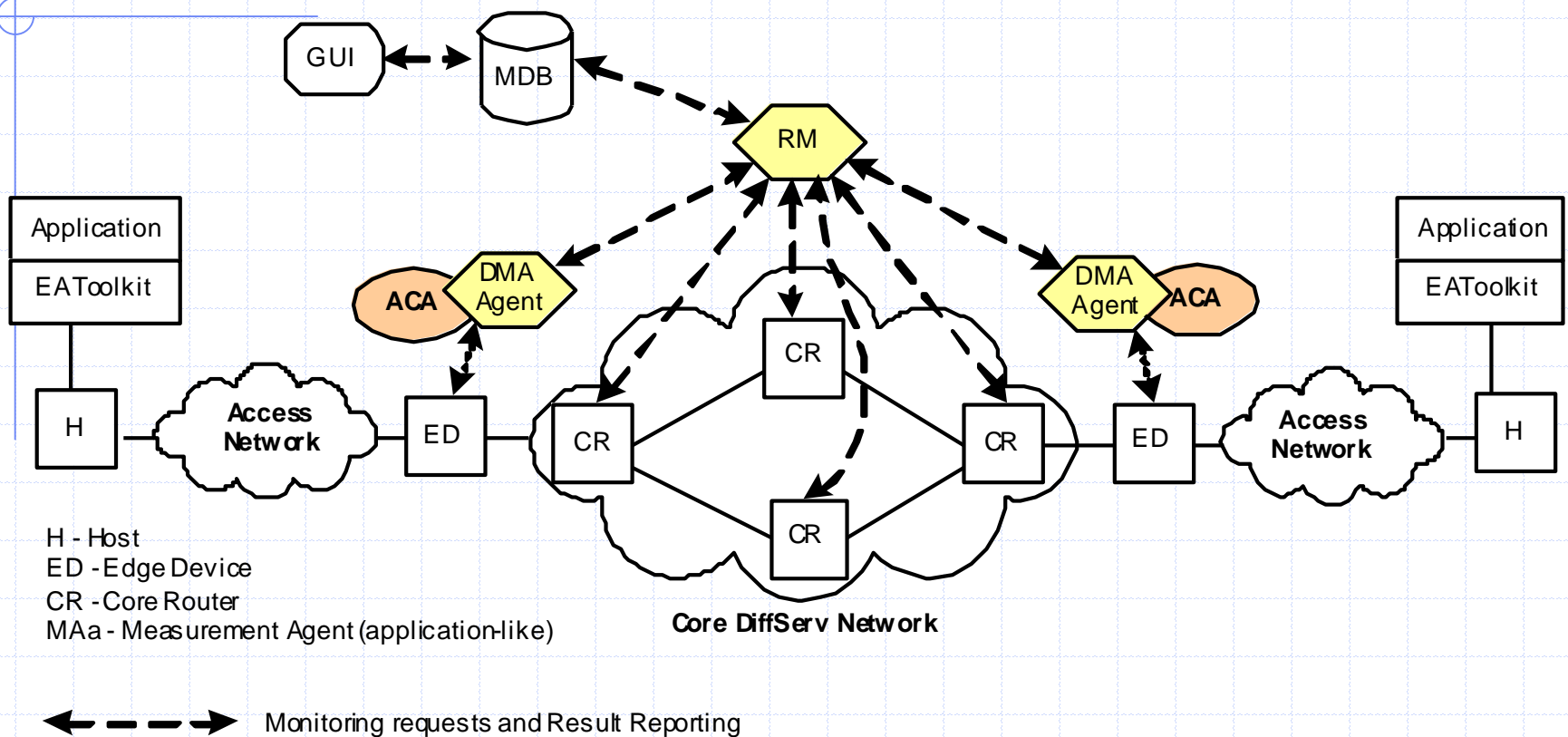
# AQUILA – emulacja ruchu użytkowego



# AQUILA – monitoring parametrów QoS



# AQUILA – monitorowanie ruterów



# Wymagane wartości parametrów QoS

## ITU-T Recommendation Y.1541

	PACKET TRANSFER DELAY [ms]	PACKET DELAY VARIATION [ms]	PACKET LOSS RATIO	PACKET ERROR RATIO
Class 0 real time, jitter sensitive, highly interactive	100	50	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
Class 1 real time, jitter sensitive, interactive	400	50	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
Class 2 transaction data, highly interactive	100	U	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
Class 3 transaction data, interactive	400	U	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
Class 4 low loss, short transaction, bulk data, video streaming	1000	U	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
Class 5 other applications	U	U	U	U

## TACOMS Specification

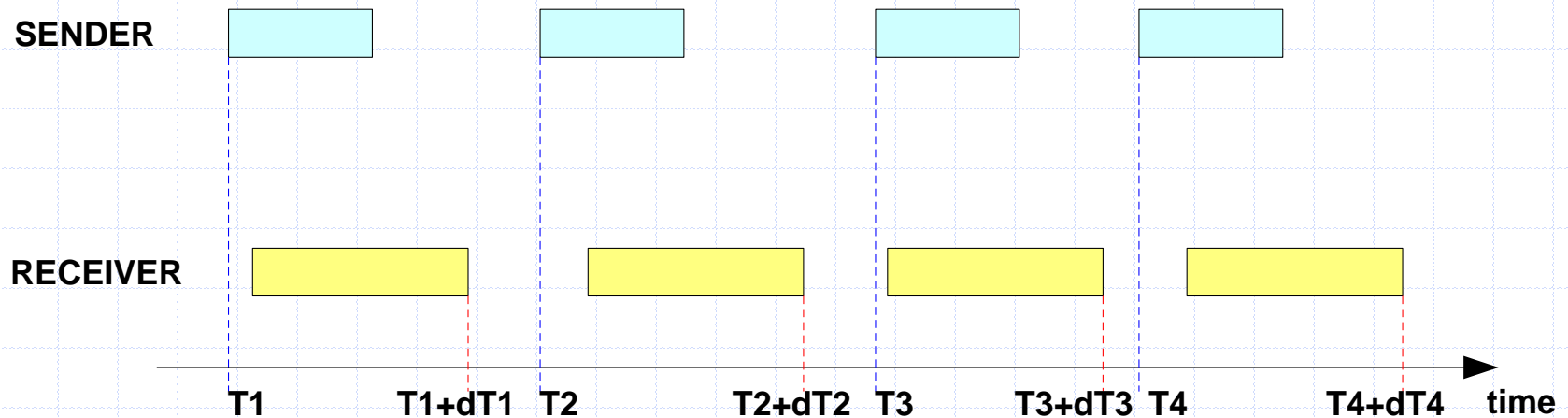
SLS Class	User Service (examples)	END-TO-END PERFORMANCE PARAMETER											
		Delay (ms)				Delay Variation (ms)				B.E.R.		Loss Ratio	
		CO		CL		CO		CL		CO		CL	
		min	down grade	min	down grade	min	down grade	min	down grade	min	down grade	min	down grade
SLS1	Telephony	200	600	---	---	50	100	---	---	$10^{-6}$	$10^{-4}$	---	---
SLS2	Real-time Data Transfer, Critical C4I Messages, SMCS alarms	200	600	300	800	70	120	90	140	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-4}$
SLS3	Videoconference	300	900	400	NG	50	100	300	900	$10^{-6}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$
SLS4	Streaming Video	500	2000	700	NG	200	500	500	2000	$10^{-6}$	$10^{-4}$	$10^{-4}$	NG
SLS5	WEB standard email non-real time data transfer	---	---	NG	NG	---	---	NG	NG	---	---	$10^{-4}$	NG

# Opóźnienie pakietu „typu P” (RFC 2679)

## Definicja

*Opóźnienie pakietu typu P jest określone jako różnica czasu pomiędzy chwilą wysłania pakietu ze źródła, a chwilą odbioru pakietu w ujściu.*

*Oznacza to, że źródło wysyła pierwszy bit pakietu w chwili  $T$  (wire time), a ujście odbiera ostatni bit pakietu w chwili  $T+dT$  (wire-time)*



### Uwaga:

*Opóźnienie pakietu wysłanego od źródła do ujścia w chwili  $T$  jest nieokreślone (formalnie – nieskończone) jeżeli źródło wysłało pierwszy bit pakietu w chwili  $T$ , a ujście nie odebrało pakietu*

# Wire Time (RFC 2330)

## *Definicja*

- 1) Dla danego pakietu ( $P$ ), czas przyścia pakietu do węzła ( $H$ ) na linii ( $L$ ) jest określony jako pierwsza chwila w której dowolny bit  $P$  pojawi się w  $H$  na  $L$*
- 2) Dla danego pakietu ( $P$ ), czas wyjścia pakietu z węzła ( $H$ ) na linii ( $L$ ) jest określony jako pierwsza chwila w której wszystkie bity  $P$  pojawią się w  $H$  na  $L$*

# Opóźnienie pakietu typu P (RFC 2679)

## *Metodyka pomiaru*

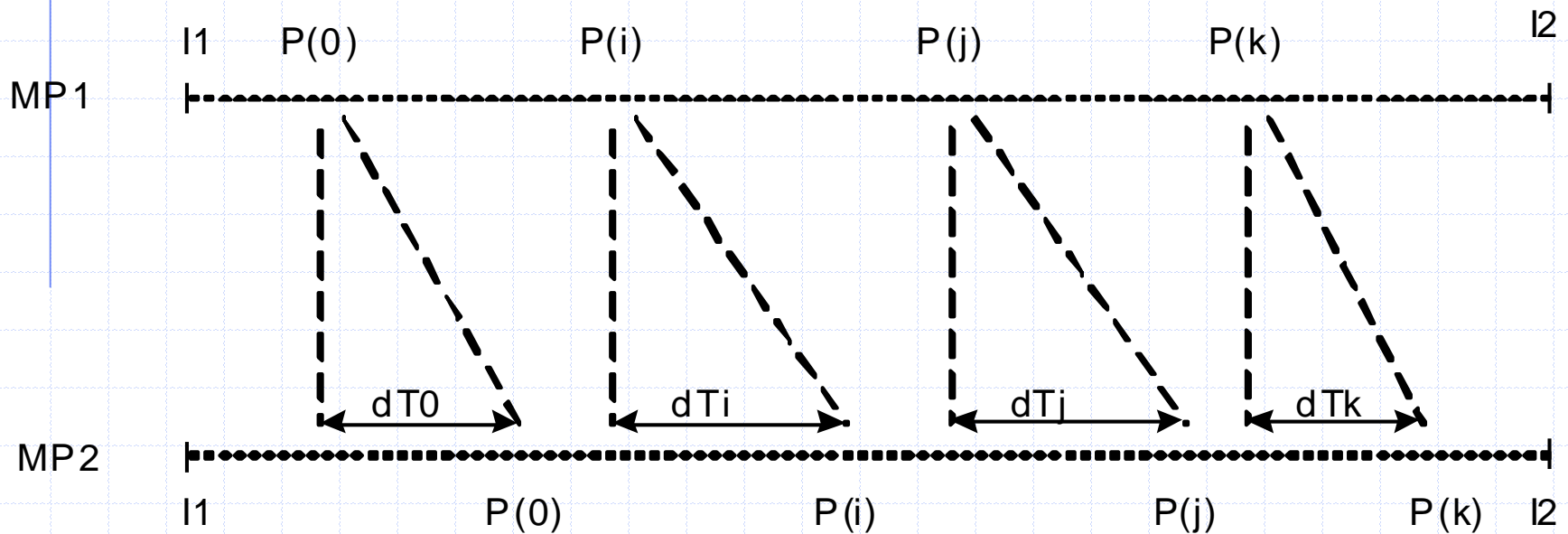
- 1. Zapewnij synchronizację źródła (Src) i ujścia (Dst)*
- 2. W węźle źródłowym (Scr) ustal wejściowe i wyjściowe adresy IP oraz utwórz pakiet typu P. W węźle docelowym (Dst) zapewnij gotowość do odbioru pakietu*
- 3. W węźle Src dodaj znacznik czasu do przygotowanego pakietu i wyślij go do węzła Dst*
- 4. Jeżeli pakiet dotarł w sensownym czasie, zanotuj wartość znacznika czasu natychmiast po odbiorze pakietu. Określ opóźnienie pakietu odejmując wartości znaczników czasu*
- 5. Jeżeli pakiet nie dotarł w sensownym czasie przyjmij, że opóźnienie jest nieokreślone (formalnie – nieskończone)*



# Zmienność opóźnienia pakietu typu P (RFC 3393)

## Definicja

Zmienność opóźnienia pakietu typu P jest określana jako różnica opóźnienia wybranych pakietów



Dla pakietów  $P(i)$  oraz  $P(k)$ :

$$ddT = dT_k - dT_i$$

# Zmienność opóźnienia pakietu typu P (RFC 3393)

## Metodyka pomiaru

1. Początek pomiaru po czasie I1. W węźle źródłowym wybierz adresy źródła i ujścia  
ora utwórz pakiet typu P
2. Przygotuj ujście do odbioru pakietów. Pakietowi typu P nadaj w źródle znacznik czasu i wyślij do ujścia
3. Jeżeli pakiet dotrze do ujścia w sensowym przedziale czasu, zanotuj wartość znacznika czasu natychmiast po odbiorze pakietu. Określ opóźnienie pakietu odejmując wartości znaczników czasu
4. Jeżeli pakiet spełnia kryterium selekcji, zanotuj wartość czasu opóźnienia. W przeciwnym przypadku kontynuuj generację strumienia pakietów do spełnienia kryterium selekcji lub warunku końca pomiarów (I2)
5. Generuj kolejne pakiety typu P od źródła do ujścia
6. Jeżeli kolejny pakiet dotrze do ujścia w sensowym przedziale czasu, zanotuj wartość znacznika czasu natychmiast po odbiorze pakietu. Określ opóźnienie pakietu odejmując wartości znaczników czasu
7. Jeżeli kolejny pakiet spełnia kryterium selekcji drugiego pakietu, zanotuj wartość czasu opóźnienia. W przeciwnym przypadku kontynuuj generację strumienia pakietów do spełnienia kryterium selekcji lub warunku końca pomiarów (I2)
8. Jeżeli jeden lub oba pakiety nie dotrą w sensownym czasie to wartość  $ipvd$  przyjmują się jako nieokreślona

# Strata pakietu typu P (RFC 2680)

## *Definicja*

*Wartość metryki straty pakietu typu P przesyłanego od źródła (Src) do ujścia (Dst) wynosi 0, gdy Src wysyła pierwszy bit pakietu typu P do ujścia w chwili T (wire time), a Dst odbiera ten pakiet*

*Wartość metryki straty pakietu typu P przesyłanego od źródła (Src) do ujścia (Dst) wynosi 1, gdy Src wysyła pierwszy bit pakietu typu P do ujścia w chwili T (wire time), a Dst nie odbiera tego pakietu*

## *Uwaga:*

*Wartość metryki straty pakietu typu P jest dokładnie równa 0, gdy czas opóźnienia pakietu typu P jest skończony, oraz dokładnie równa 1, gdy czas opóźnienia pakietu typu P jest nieokreślony*

# Strata pakietu typu P (RFC 2680)

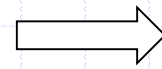
## *Metodyka pomiaru*

1. *Zapewnij synchronizację źródła i ujścia*
2. *W węźle źródłowym (Src) ustal wejściowe i wyjściowe adresy IP oraz utwórz pakiet typu P.*
3. *W węźle docelowym (Dst) zapewnij gotowość do odbioru pakietu*
4. *W węźle Src dodaj znacznik czasu do przygotowanego pakietu i wyślij go do węzła Dst*
5. *Jeżeli pakiet dotarł do Dst w sensownym czasie, przyjmij wartość metryki straty pakietu równą 0*
6. *Jeżeli pakiet nie dotarł do Dst w sensownym czasie, przyjmij wartość metryki straty pakietu równą 1.*

## *Uwaga:*

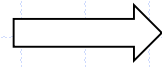
*Wartość progowa „sensownego czasu” jest parametrem metodyki*

*Przepustowość*



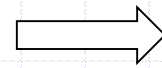
*Bandwidth*

*Przepływ*



*Throughput*

*Gwarantowany  
przepływ*



*Goodput*