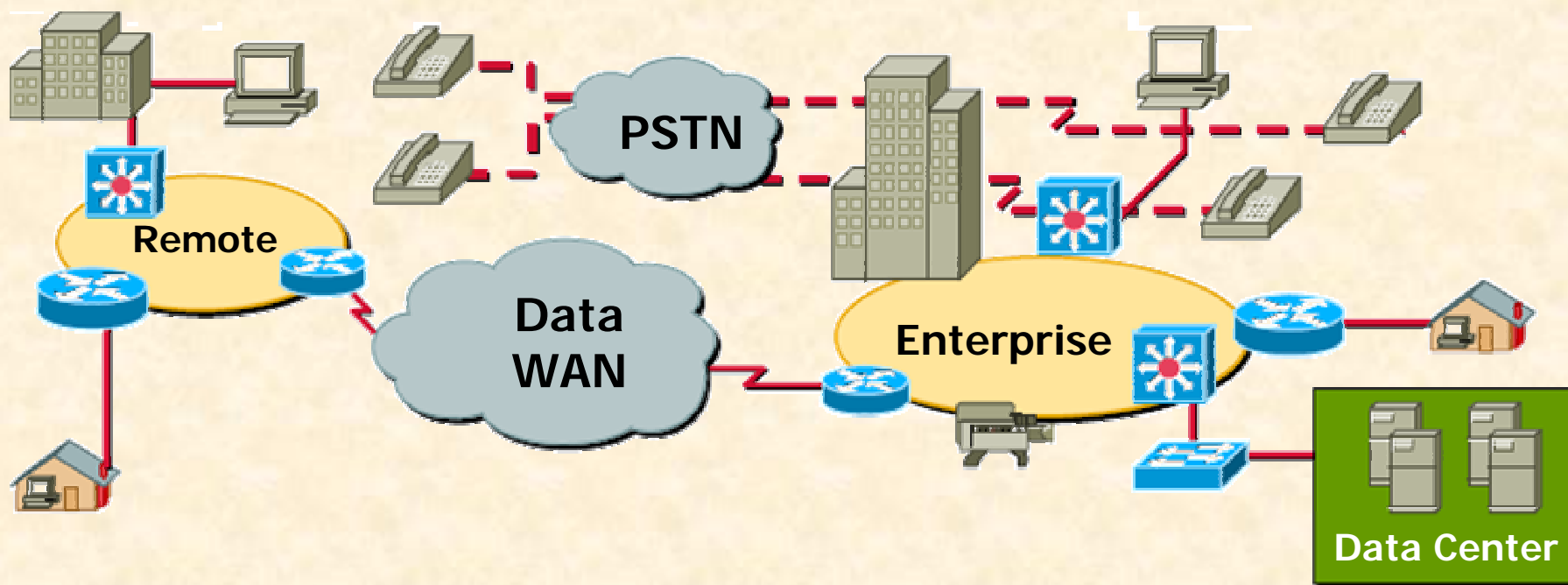


Quality of Service (QoS)

- Úvod do procesu konvergence sietí
- Úloha QoS v procese konvergence sietí
- Nástroje QoS

Úvod do procesu konvergence sietí

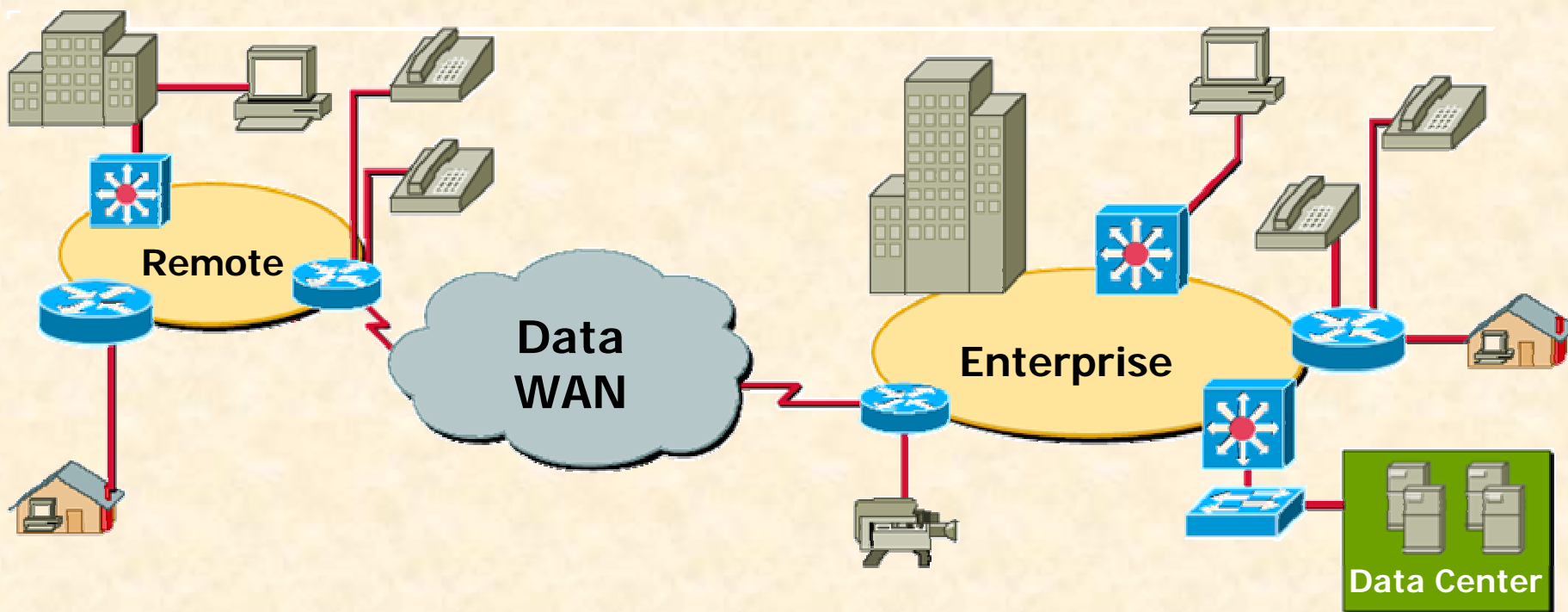
- Čo je to konvergencia? Načo je to dobré?
Dnešná typická enterprise sieť:



Úvod do procesu konvergenencie sietí

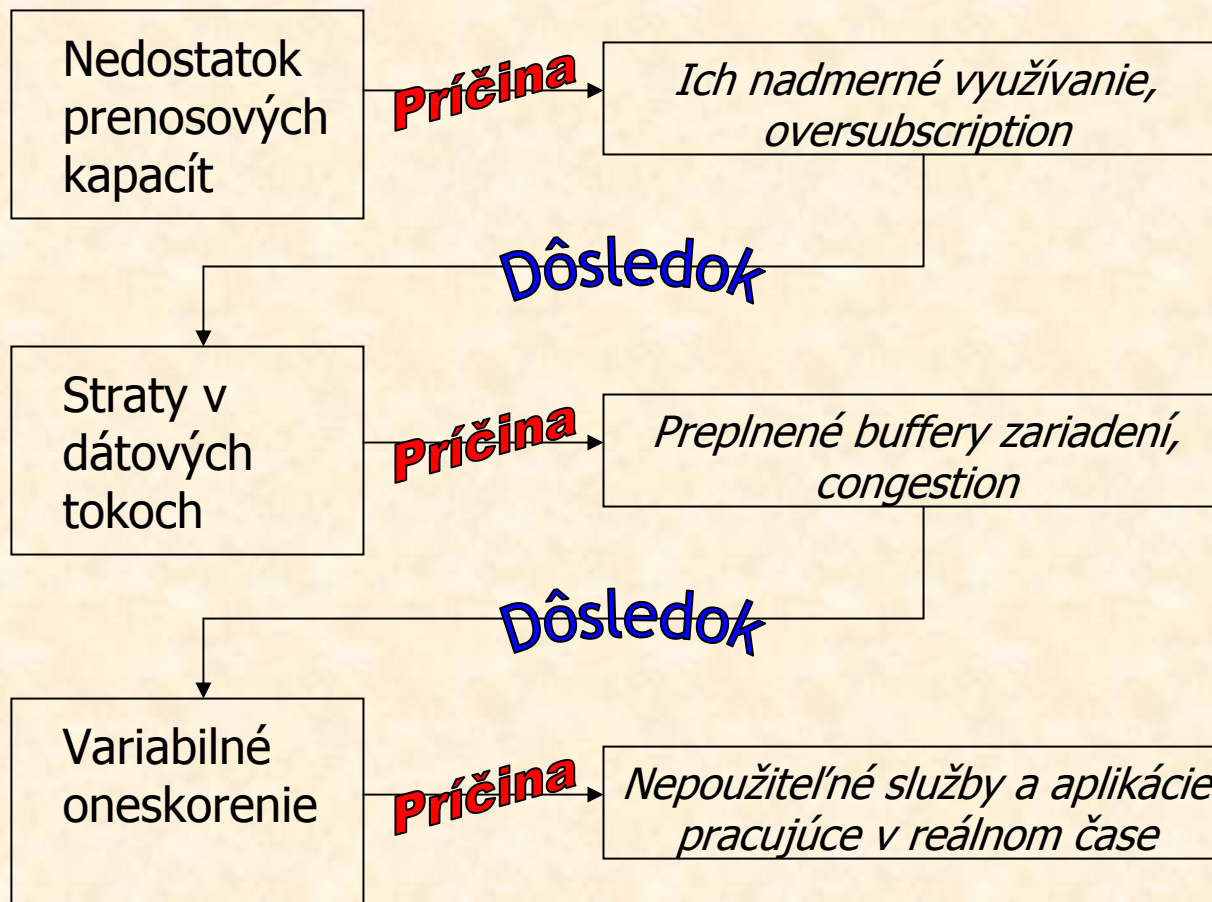
- Čo je to konvergencia? Načo je to dobré?

Typická enterprise sieť po konvergencii (sieť NGN):



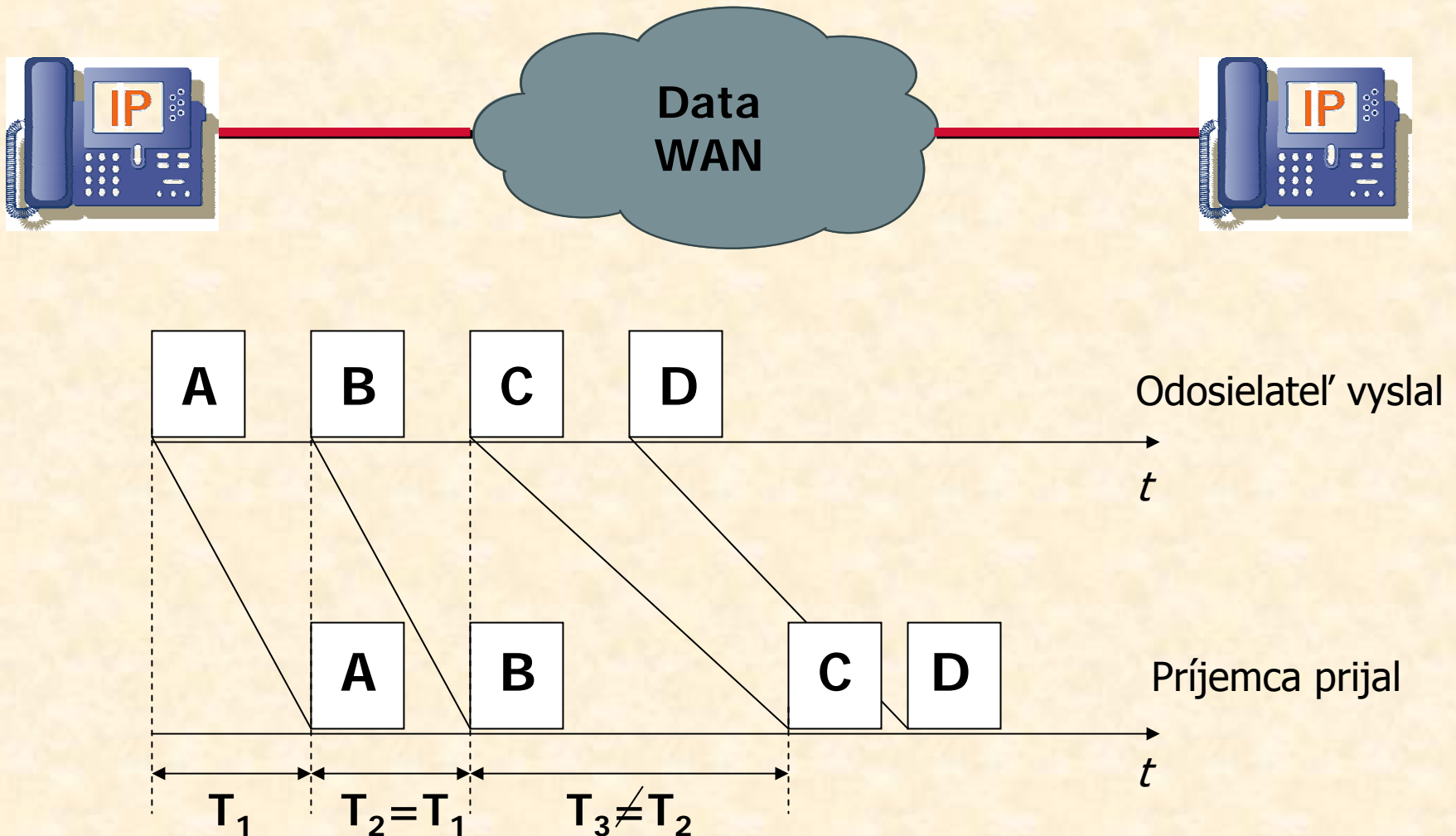
Úvod do procesu konvergenencie sietí

- Nové výzvy konvergovaných sietí:



Úvod do procesu konvergenencie sietí

- Nové výzvy konvergovaných sietí – variabilné oneskorenie:



Úvod do procesu konvergenencie sietí

- Čo sa môže pokaziť, ak nemáme tie správne nástroje?

Dáta

*pomalé sťahovanie súborov
dáta dorazia až keď ich nebude treba
oneskorené reagovanie používanej aplikácie*

Hlas

*t ŕa ŕko zrozumitel'né hovory
často prerušované hovory
nemožnosť vôbec naviazať hlasový hovor*

Video

*rozpadajúci sa obraz až mrznúce video
zvuk nezosynchronizovaný s obrazom*

Úvod do procesu konvergenencie sietí

- Preťažené linky? Čo takto pridať „bandwidth“?

Za

zvýšená kapacita siete

riešenie pre okamžitý problém preťaženia

Proti

dočasné riešenie

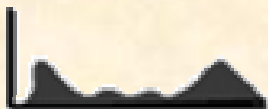
často finančne náročné

stále nie sú garancie - ku všetkým aplikáciám sa pristupuje rovnako

Úvod do procesu konvergenencie sietí

➤ Všetci sme si rovní...

Dáta



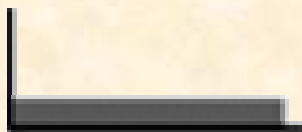
Bursty

Greedy

*Drop Insensitive**

*Delay Insensitive**

Hlas



Smooth

Behaves

Drop Sensitive

Delay Sensitive

Video



Bursty

Greedy

Drop Sensitive

Delay Sensitive

**po určitú hranicu*

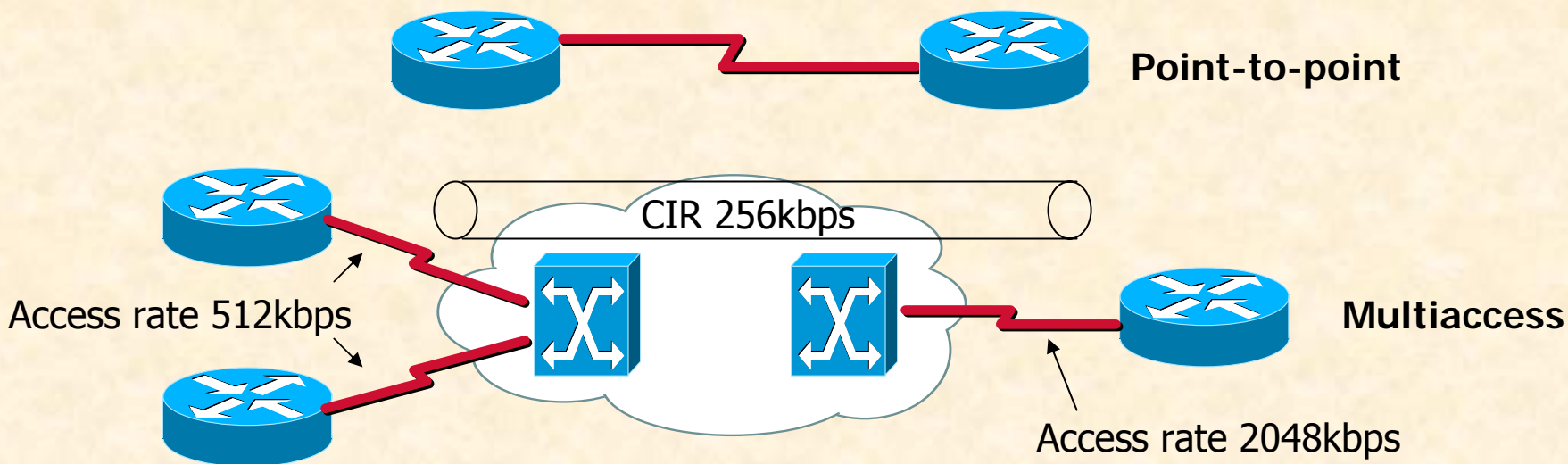
Úloha QoS v procese konvergencie sietí

- QoS – Quality of Service
Súbor nástrojov pomáhajúcich riešiť problémy konvergovaných sietí
Manažovaná rovnosť (managed fairness)
- Nástroje QoS manipulujú s dátovou sieťou
Šírka pridelenej prenosovej kapacity (bandwidth)
Straty paketov v dátových tokoch (packet loss)
Variabilné aj fixné oneskorenie (delay and jitter)

Úloha QoS v procese konvergencie sietí

➤ Bandwidth

Počet bitov za sekundu, ktoré naozaj môžeme poslať cez prenosové médium



➤ Nástroje QoS ovplyvňujúce bandwidth:

Kompresia – redukuje počet bitov naozaj potrebných na prenos

CAC – spravuje využitie prenosových kapacít siete pri hlase a videu

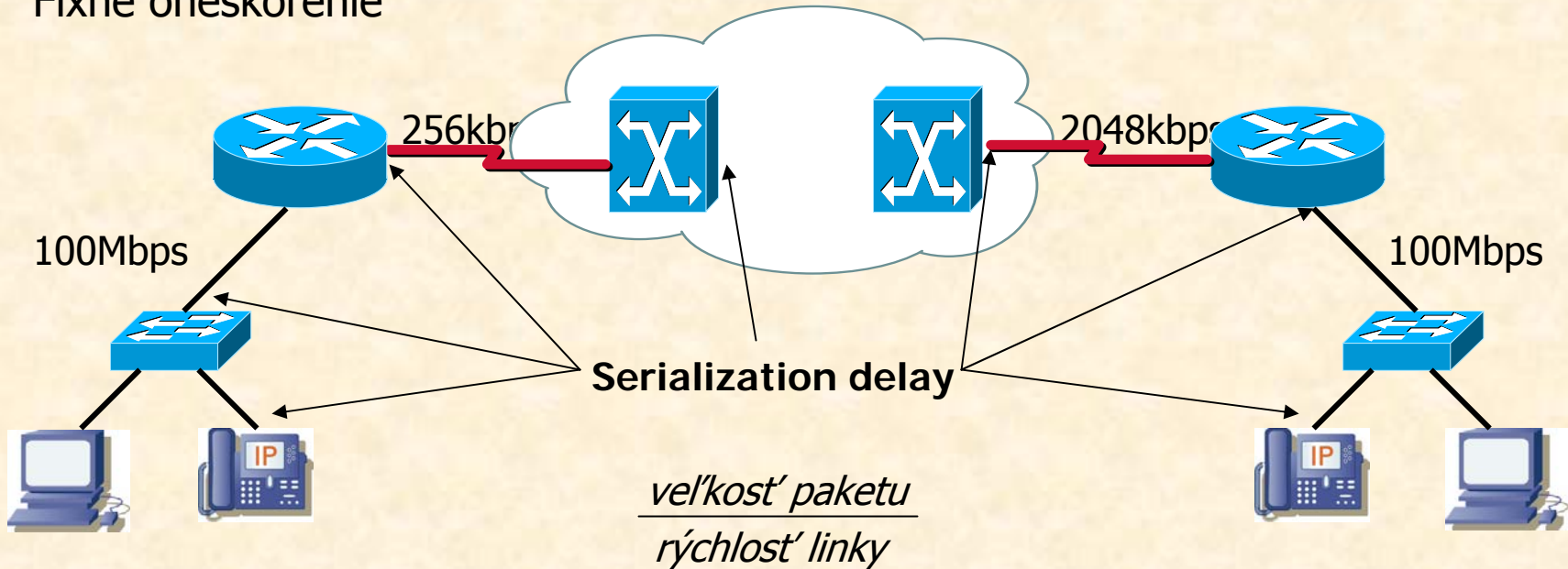
Queuing – zabezpečuje min garancie

Shaping and Policing – ochrana pred zápchami a preťažením

Pridať viac prenosovej kapacity

Úloha QoS v procese konvergenencie sietí

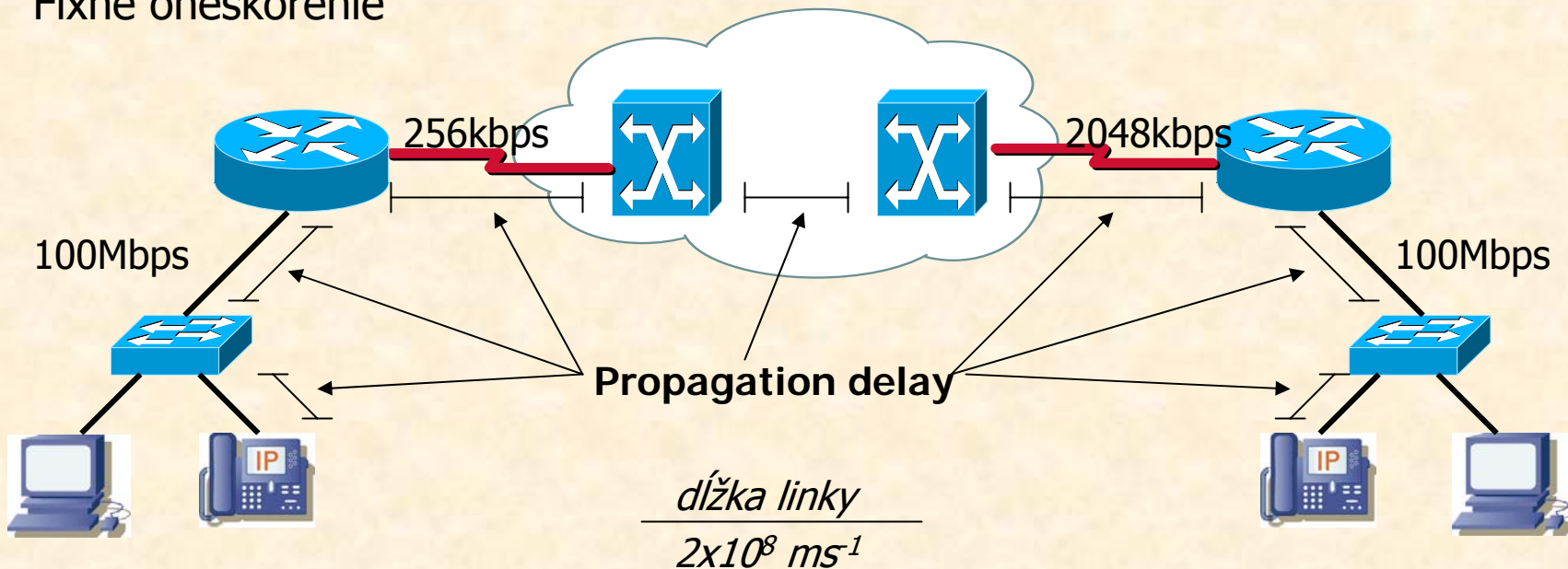
➤ Fixné oneskorenie



Veľkosť paketu	Rýchlosť linky 100 Mbps	Serialization Delay	Rýchlosť linky 256 kbps	Serialization Delay
160 B	$\frac{160 \cdot 8 \text{ b}}{100\,000\,000 \text{ bps}}$	0,0000128 s = 0,0128 ms	$\frac{160 \cdot 8 \text{ b}}{256\,000 \text{ bps}}$	0,005 s = 5 ms
1500 B	$\frac{1500 \cdot 8 \text{ b}}{100\,000\,000 \text{ bps}}$	0,00012 s = 0,12 ms	$\frac{1500 \cdot 8 \text{ b}}{256\,000 \text{ bps}}$	0,047 s = 47 ms

Úloha QoS v procese konvergenencie sietí

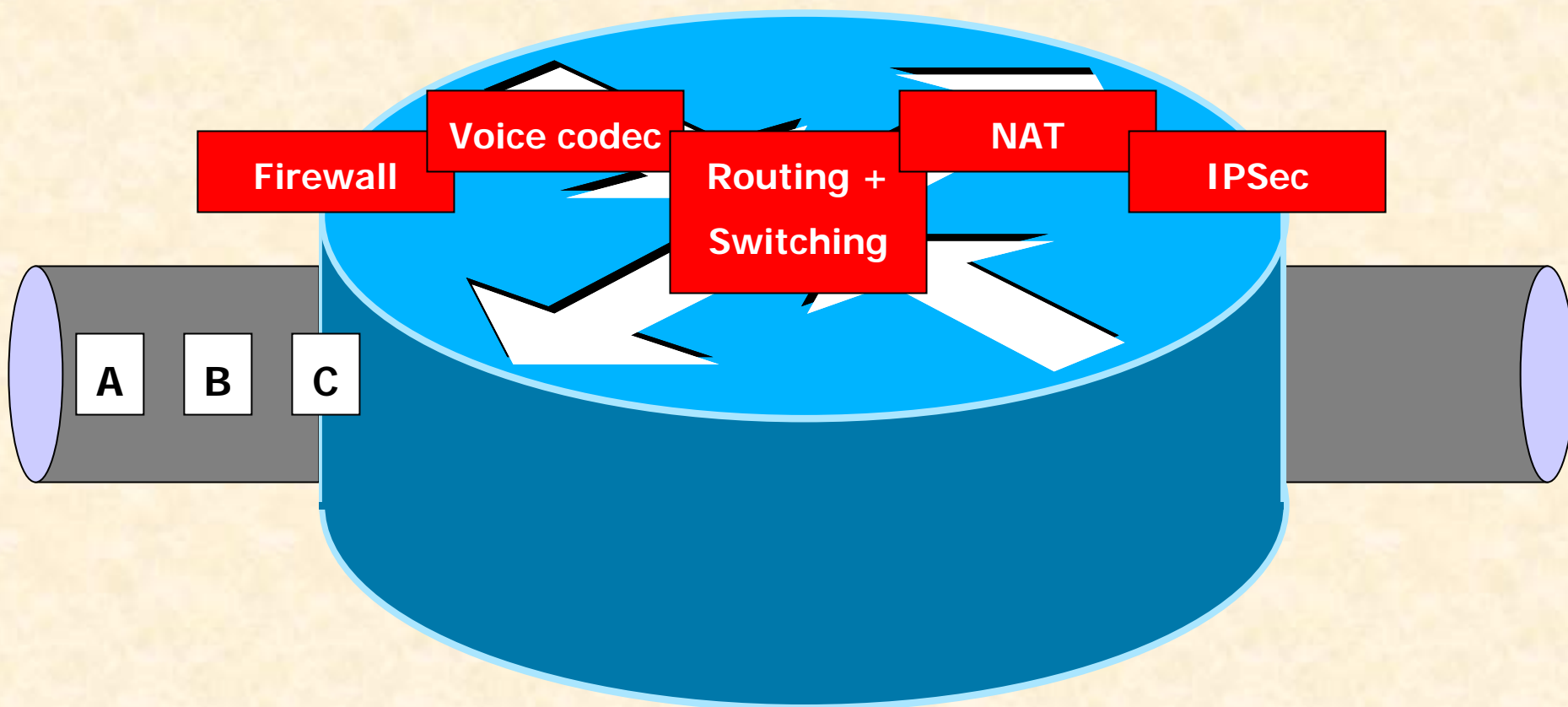
➤ Fixné oneskorenie



Veľkosť paketu	Dĺžka prenosovej linky	Propagation Delay
160 B	$\frac{1000 \text{ m}}{2,1 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}$	0,00000476 s = 0,00476 ms
1500 B	$\frac{1000 \text{ m}}{2,1 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}$	0,00000476 s = 0,00476 ms

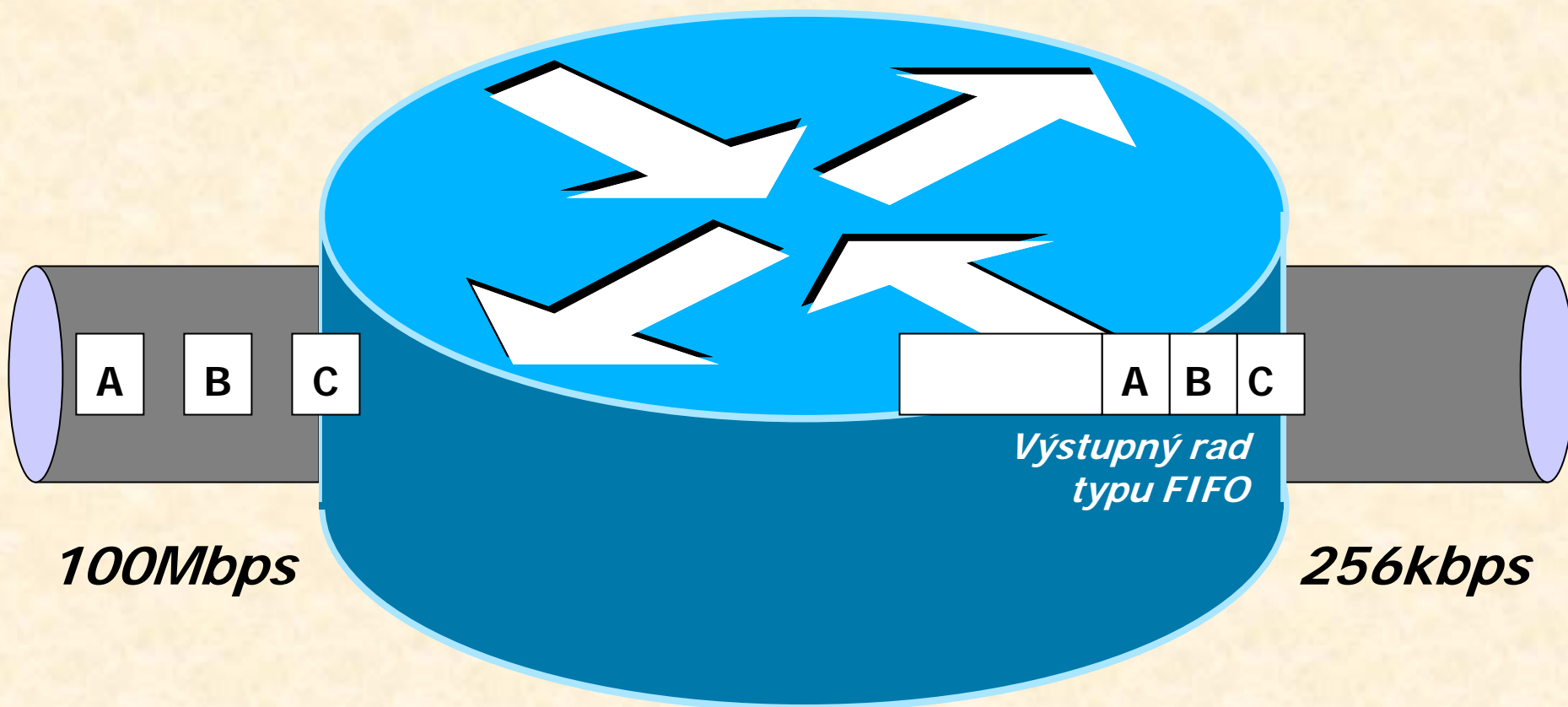
Úloha QoS v procese konvergenencie sietí

- Variabilné oneskorenie
Processing delay



Úloha QoS v procese konvergenencie sietí

- Variabilné oneskorenie
Queuing + Shaping delay



Úloha QoS v procese konvergenencie sietí

➤ Nástroje QoS ovplyvňujúce oneskorenie:

Kompresia – ↓ *serialization + queuing delay* ↑ *processing delay*

Queuing - ↑ *queuing delay** ↓

Shaping - ↑ *queuing delay*

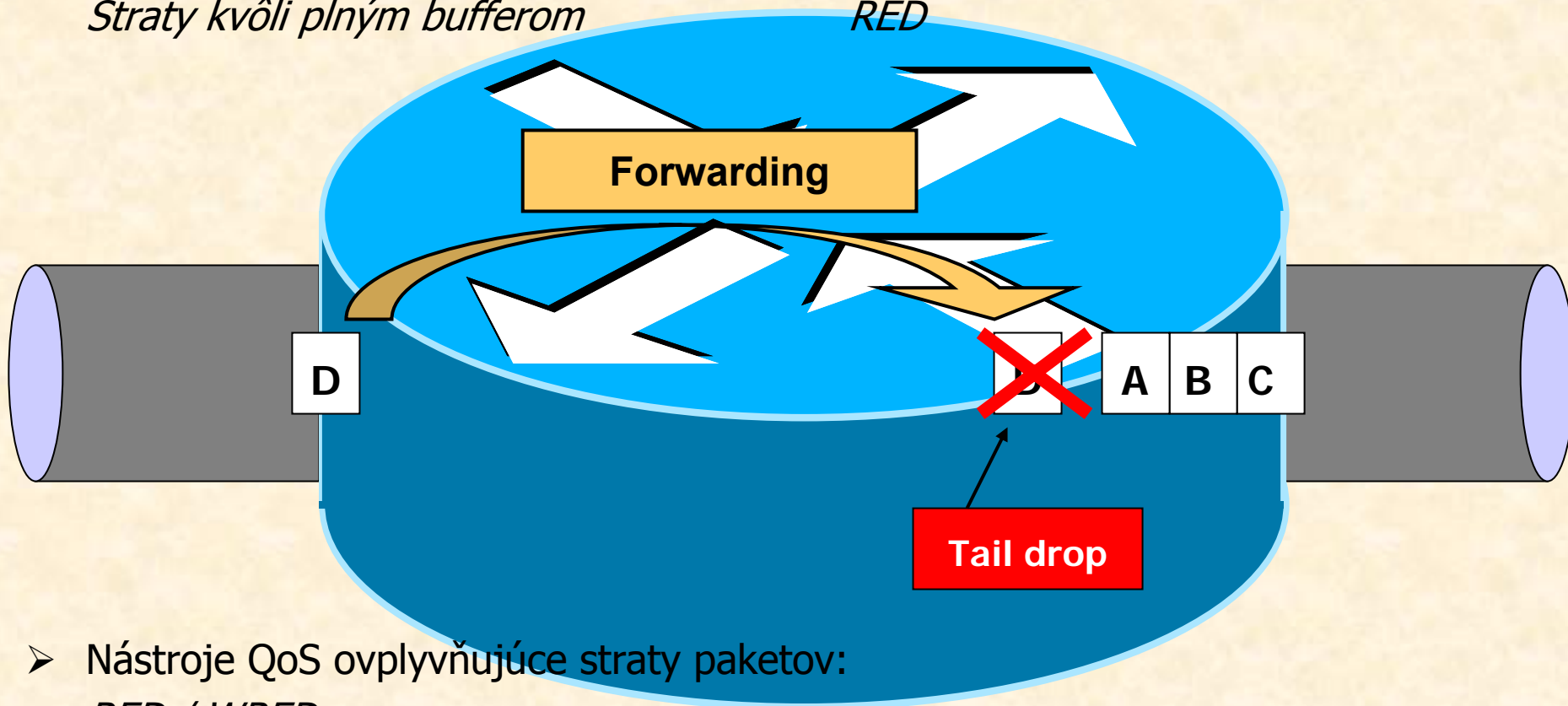
LFI - ↓ *serialization delay*

**závisí od druhu paketu*

Úloha QoS v procese konvergenencie sietí

- Straty paketov
Straty kvôli chybám
Straty kvôli plným bufferom

Dva prístupy k zahadzovaniu paketov:
Tail-drop
RED



- Nástroje QoS ovplyvňujúce straty paketov:
RED / WRED
Pridať viac prenosovej kapacity

Nástroje QoS

- QoS je štandardizované v RFC dokumentoch
zahŕňa tri modely
- Best-Effort
„bude to až to bude“
- IntServ (RFC 2211, RFC 2212)
Integrované služby
Aplikácie signalizujú svoje potreby siete
- DiffServ (RFC 2474, RFC 2475, RFC 2597, RFC 2598, RFC 3246)
Diferencované služby
Určité dáta majú prednosť pred inými
Špecifikuje tzv. PHBs (per-hop behaviors)

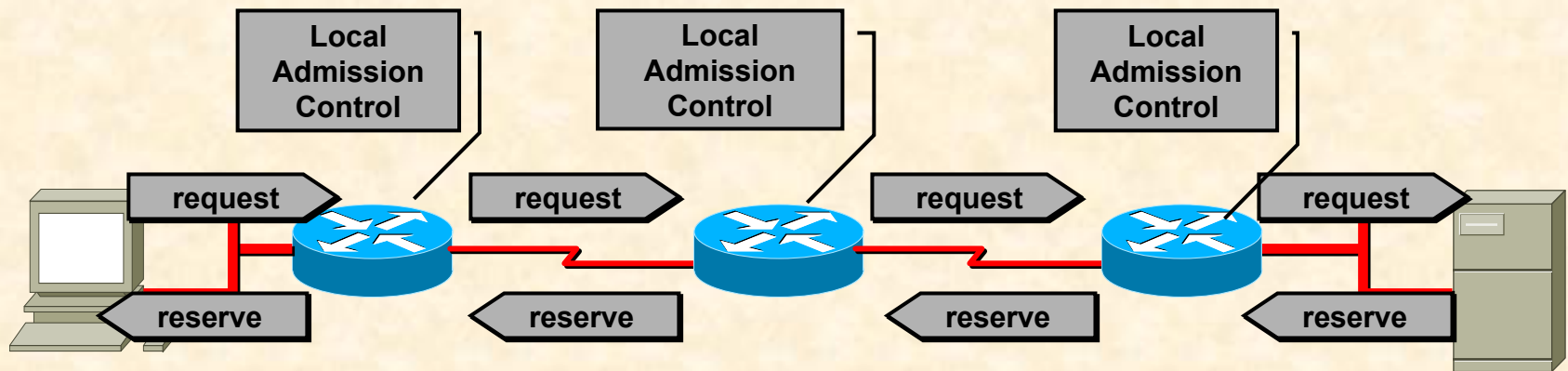
Nástroje QoS

➤ IntServ QoS model

Implementovaný prostredníctvom protokolu RSVP (RFC 2205)

Každý inteligentný prvok v sieti musí udržiavať dodatočné info o dátovom toku

Slabá škálovateľnosť



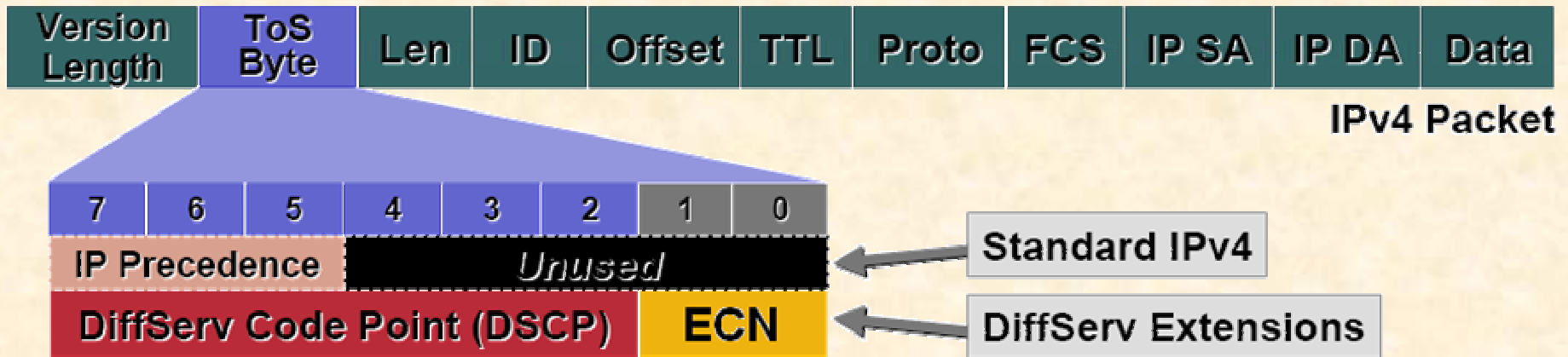
Nástroje QoS

➤ DiffServ QoS model

Implementovaný prostredníctvom DSCP

Sieťové prvky na základe DHCP aplikujú jednoduché rozhodnutia - PHB

Vysoká škálovateľnosť



Nástroje QoS

- Best-effort PHB
žiadne garancie
DSCP – 000000
QoS – FIFO queuing, Tail-drop
- Class-selector PHB (RFC 2474)
kvôli kompatibilite s IP Precedence
DSCP – xxx000 (xxx sú bity pôvodnej hodnoty IP Precedence)
QoS – intelligent queuing, WRED
- Expedited Forwarding (RFC 3246)
garancia min. bandwidth a max. delay (fixný+variabilný)
DSCP – 101110 (používa sa označenie EF)
QoS – LLQ (priority queuing + policing)

Nástroje QoS

- Assured Forwarding PHB (RFC 2597)
garantuje bandwidth; umožňuje aj pridať, ale aj znížiť
sú definované štyri triedy: AF1, AF2, AF3, AF4
DSCP – aaadd0

Trieda	Hodnota	Pravdepodobnosť straty (dd)	Hodnota
AF1	001dd0	Nízka	01
AF2	010dd0	Stredná	10
AF3	011dd0	Vysoká	11
AF4	100dd0		

QoS – CBWFQ, WRED

- Scavenger PHB
určené pre stratégie obrany proti DoS/WORM útokom
DSCP – 000100 (používa sa označenie CS1)

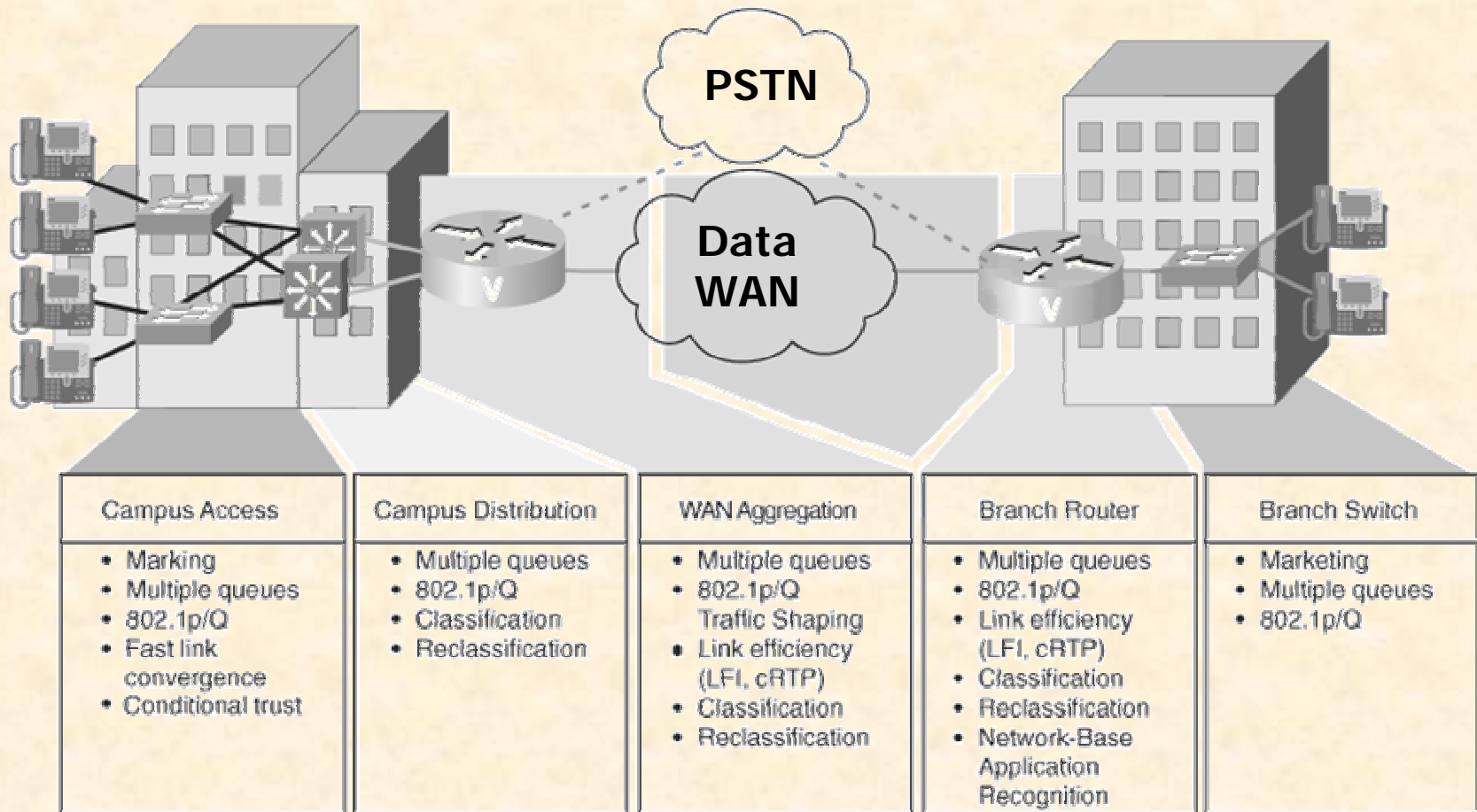
Nástroje QoS

➤ Příklad použitia:

QoS	Application
7	Reserved
6	Reserved
5	Voice Bearer
4	Video Conferencing
3	Call Signaling
2	High Priority Data
1	Medium Priority Data
0	Best Effort Data

Nástroje QoS

➤ Príklad použitia:



*Signalizácia – CS3, Hlas – EF (CS5), Video – CS4, Prioritné dáta – CS2, Best Effort – CS0
Nevýznamná komunikácia – CS1*

Nástroje QoS

➤ Kategórie nástrojov QoS:

Classification & Marking tools

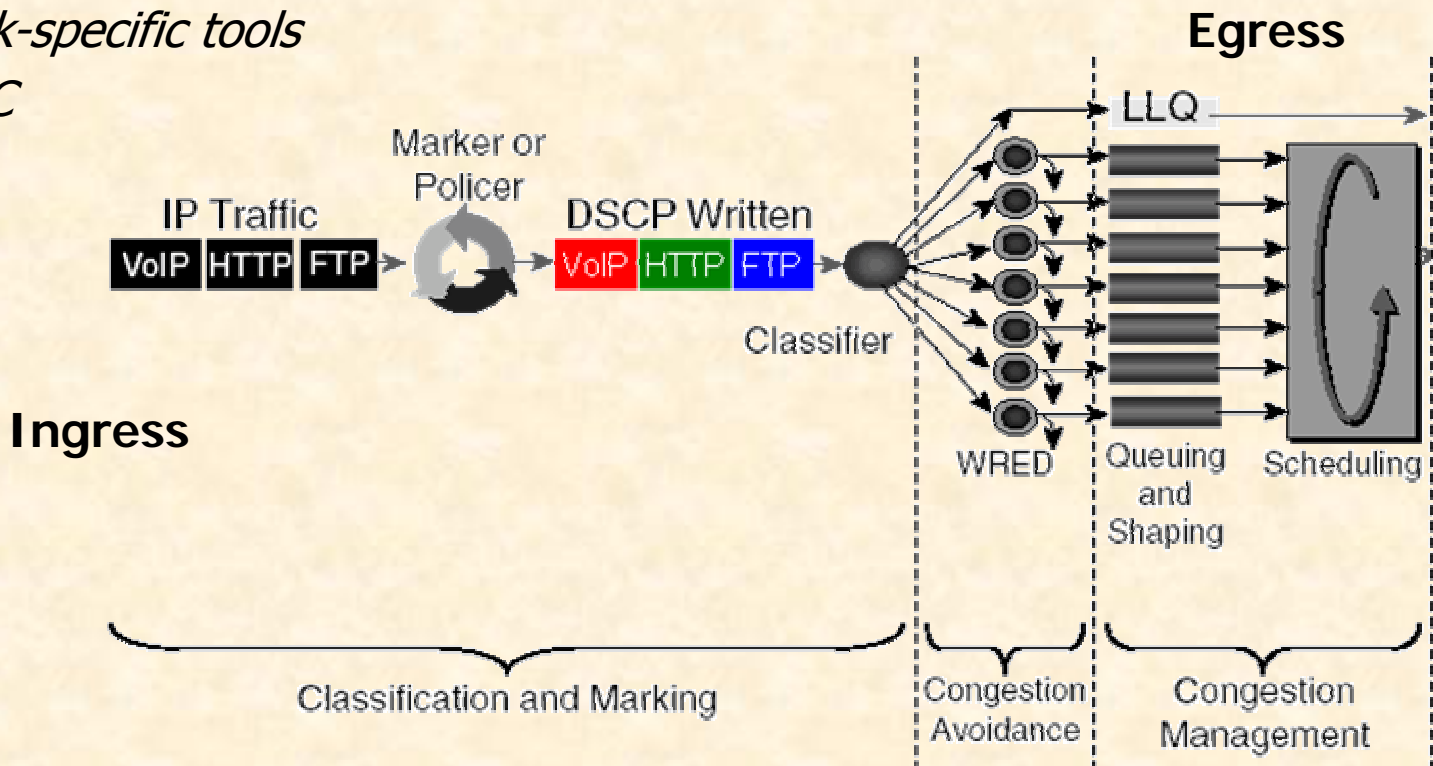
Policing & Shaping tools

Congestion-avoidance (selective dropping) tools

Congestion-management (queuing) tools

Link-specific tools

CAC



Nástroje QoS

➤ Classification

slúži na rozlíšenie medzi rôznymi dátovými tokmi

rozpoznáva sa na základe:

typ protokolu vyššej vrstvy

IP adresy, TCP a UDP portov

druh aplikácie – NBAR

➤ Marking

označí paket aby sa mohol ďalej v sieti správne spracovať

označuje sa v hlavičke protokolu:

Network layer - IP DSCP, IP Precedence

Data Link layer - 802.1p (bity 13,14 a 15 v hlavičke 802.1q)

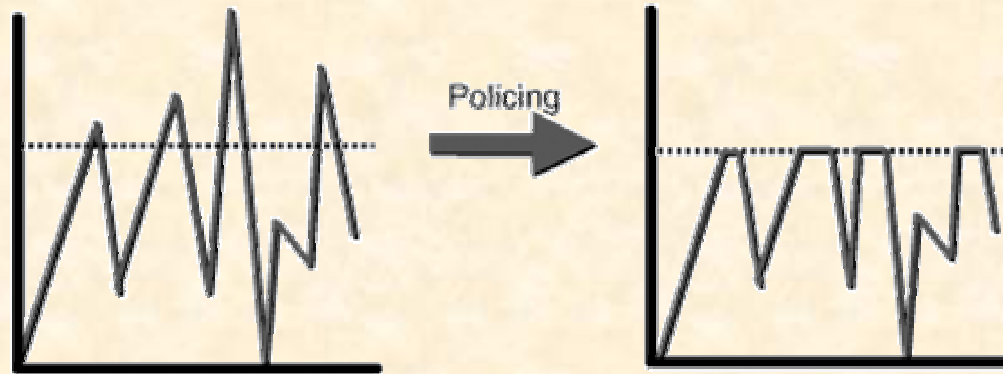
MPLS Exp

ATM CLP, FR DE

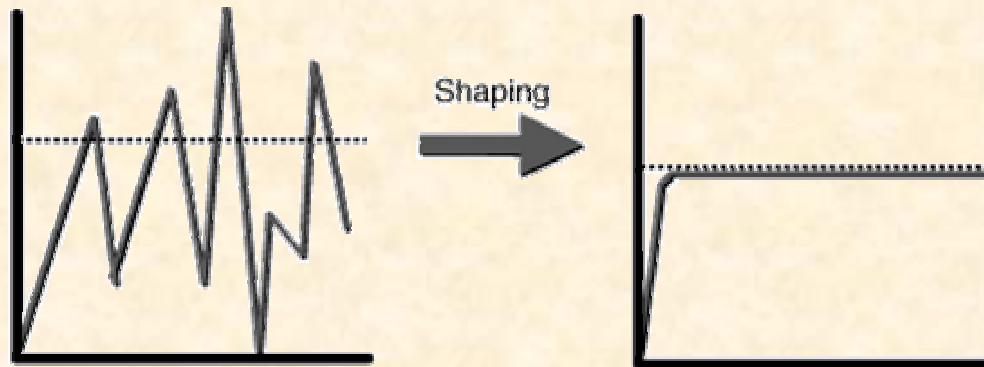
FR BECN, FECN

Nástroje QoS

➤ Policing



➤ Shaping



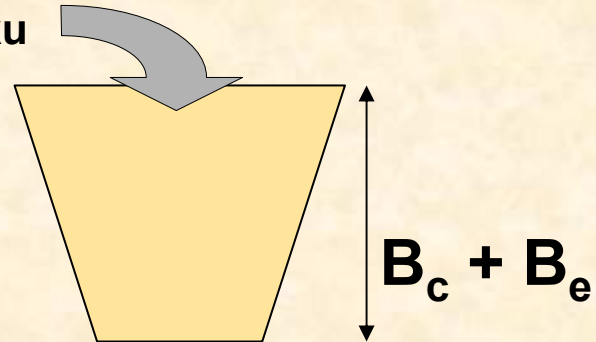
Nástroje QoS

- Ako môže smerovač obmedziť rýchlosť vysielania dát?

Token-Bucket algoritmus

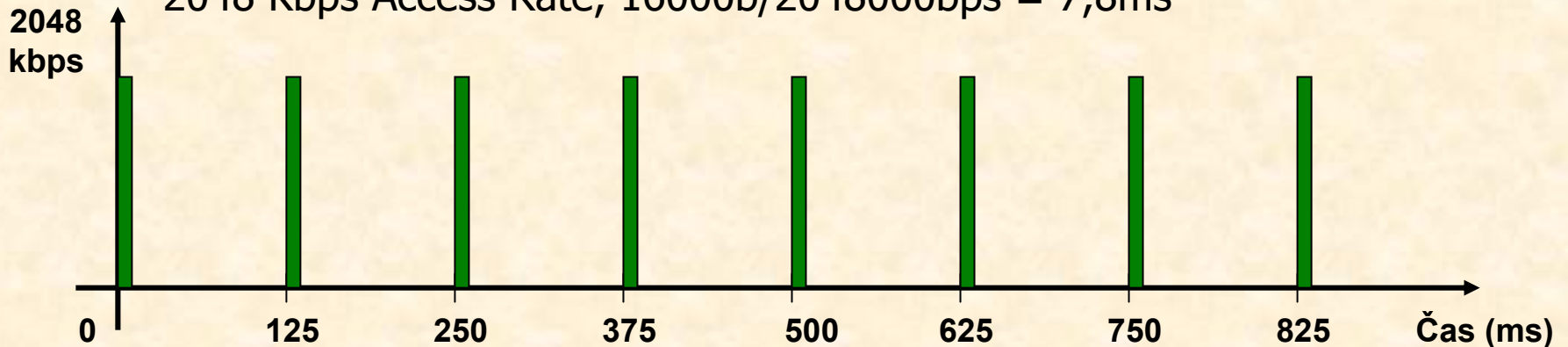
B_c tokenov sa pridá na začiatku každého T_c

$$T_c = B_c / CIR$$



- Príklad: 128 Kbps CIR, $B_c = 16000b$ (1/8 CIR by default), $T_c = 125ms$

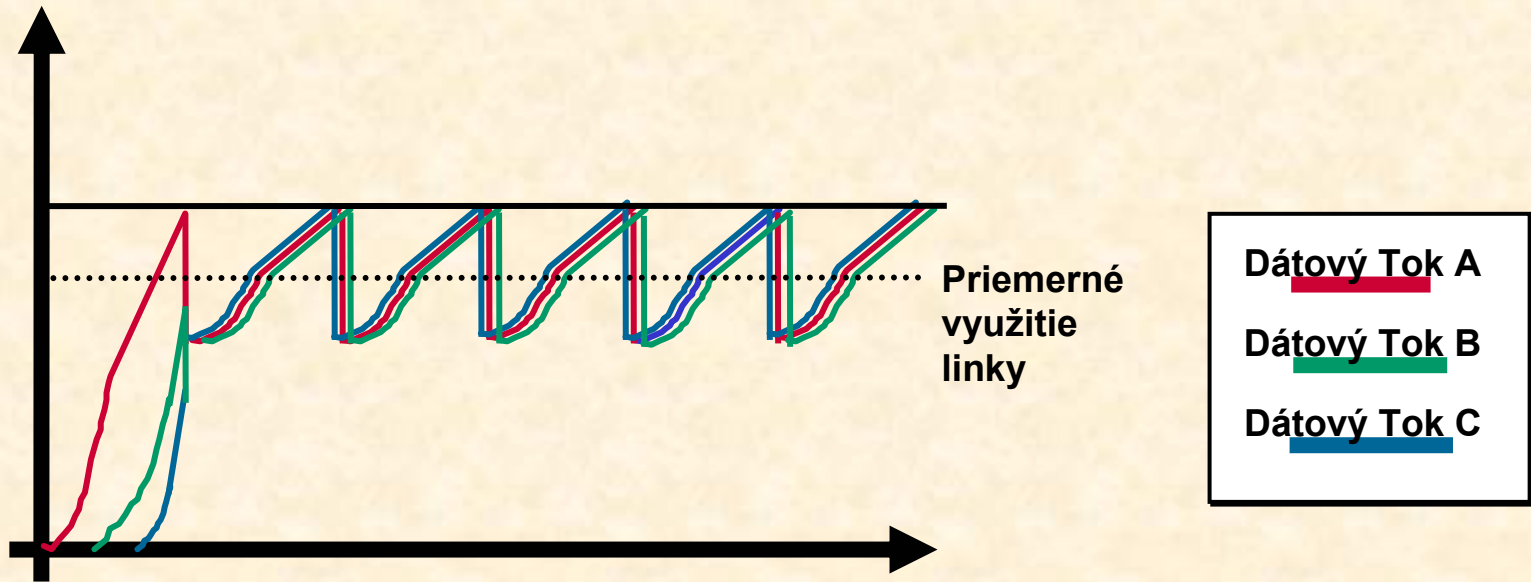
2048 Kbps Access Rate, $16000b/2048000bps = 7,8ms$



Nástroje QoS

➤ Congestion Avoidance

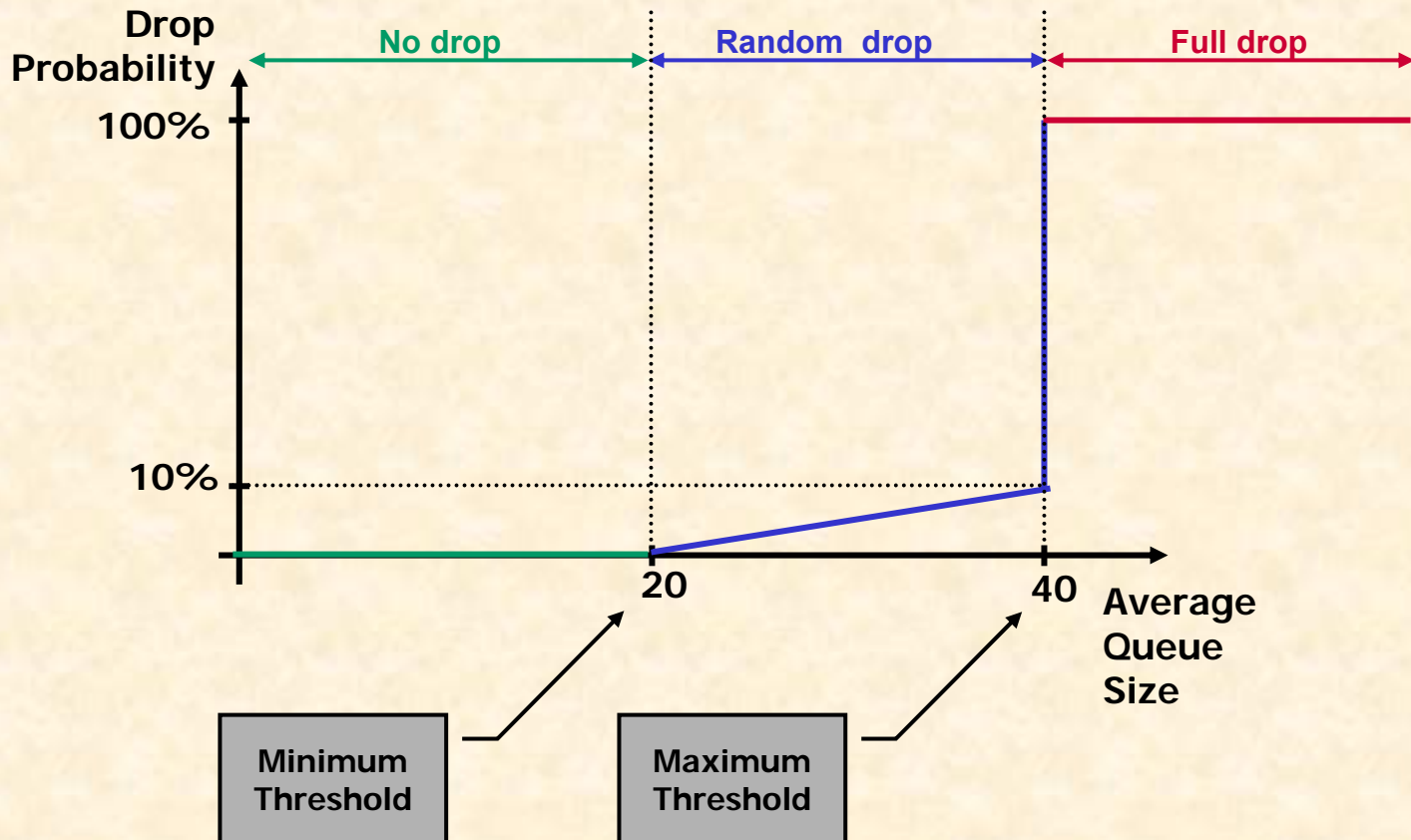
Problém – Globálna TCP synchronizácia



Nástroje QoS

➤ Congestion Avoidance

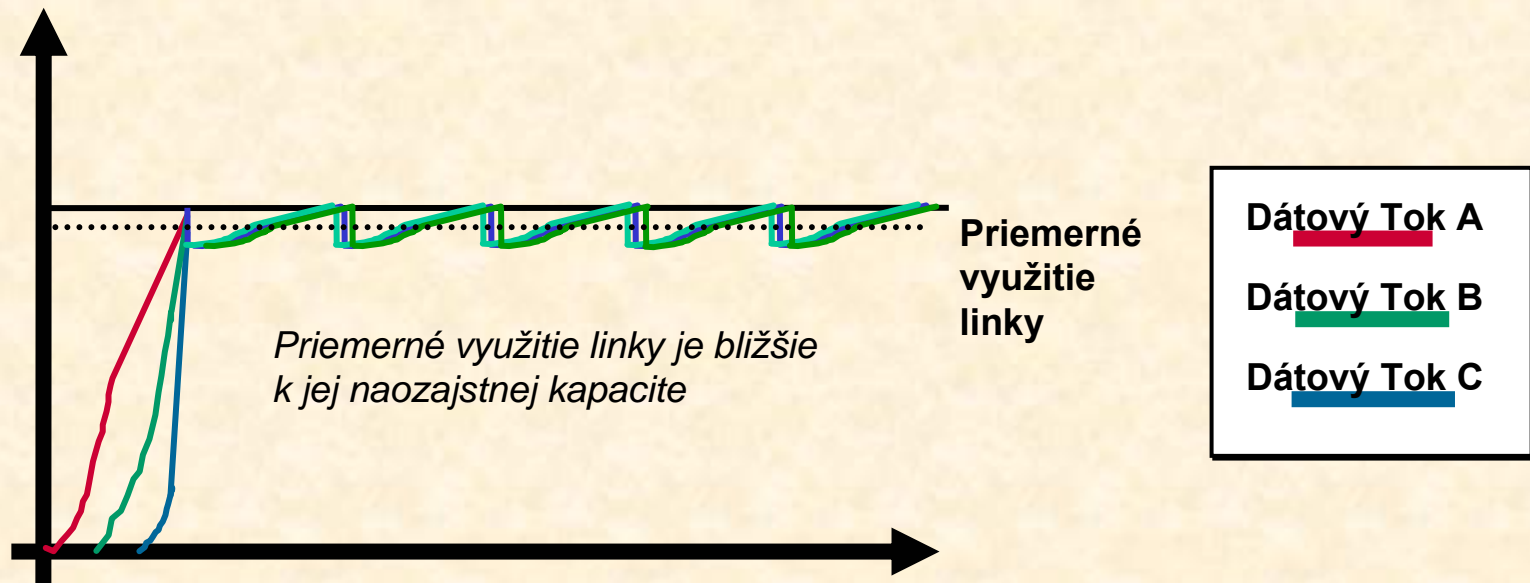
Riešenie – Random Early Detection / Weighted Random Early Detection



Nástroje QoS

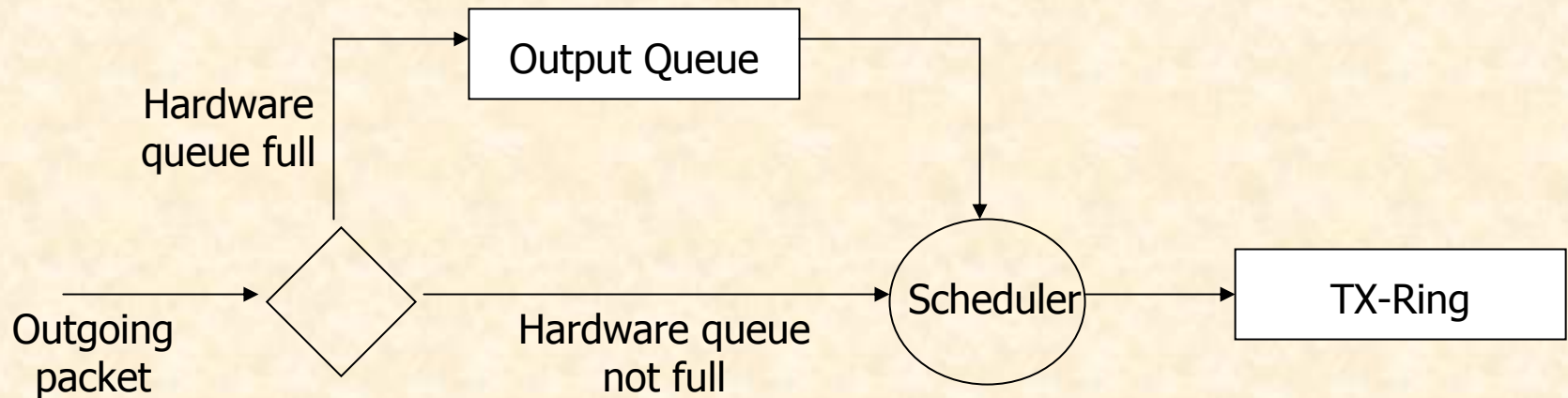
➤ Congestion Avoidance

Riešenie – Random Early Detection / Weighted Random Early Detection



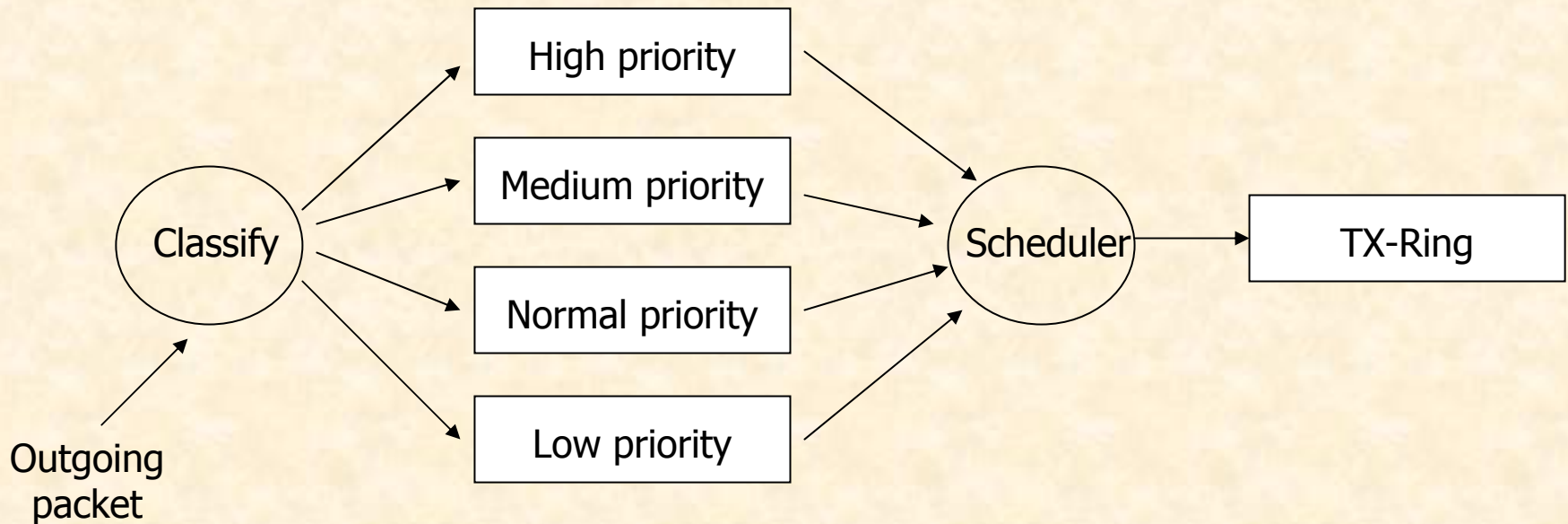
Nástroje QoS

- Congestion Management
First-In First-Out (FIFO)



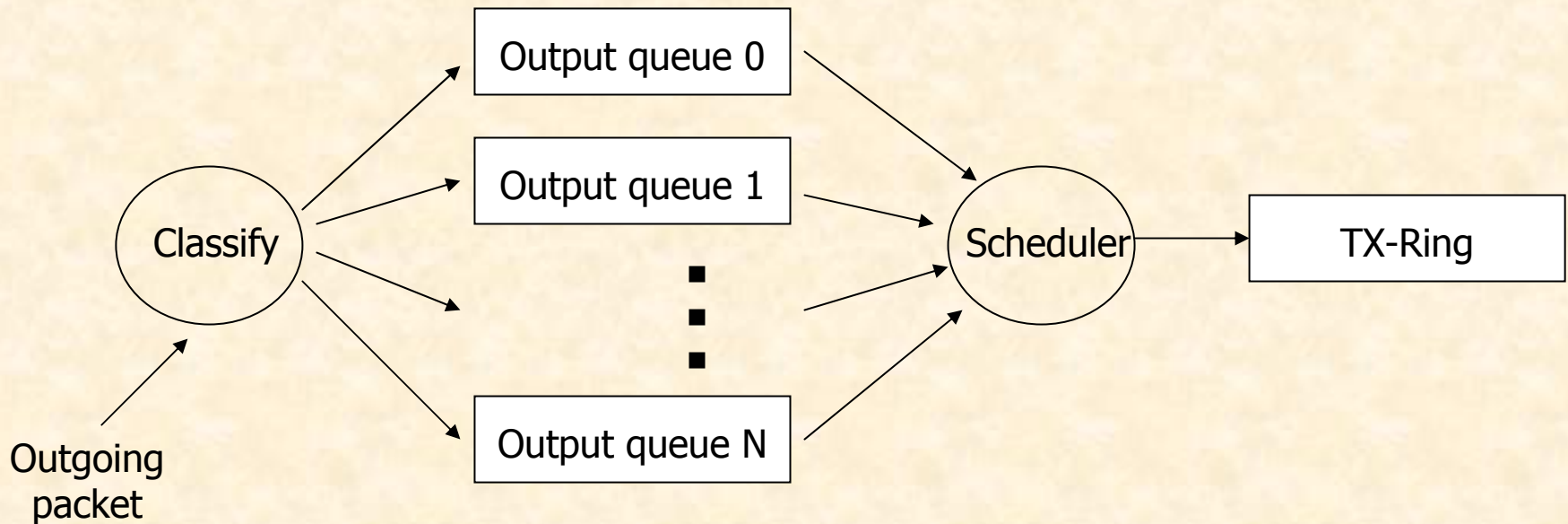
Nástroje QoS

- Congestion Management
Priority Queuing (PQ)



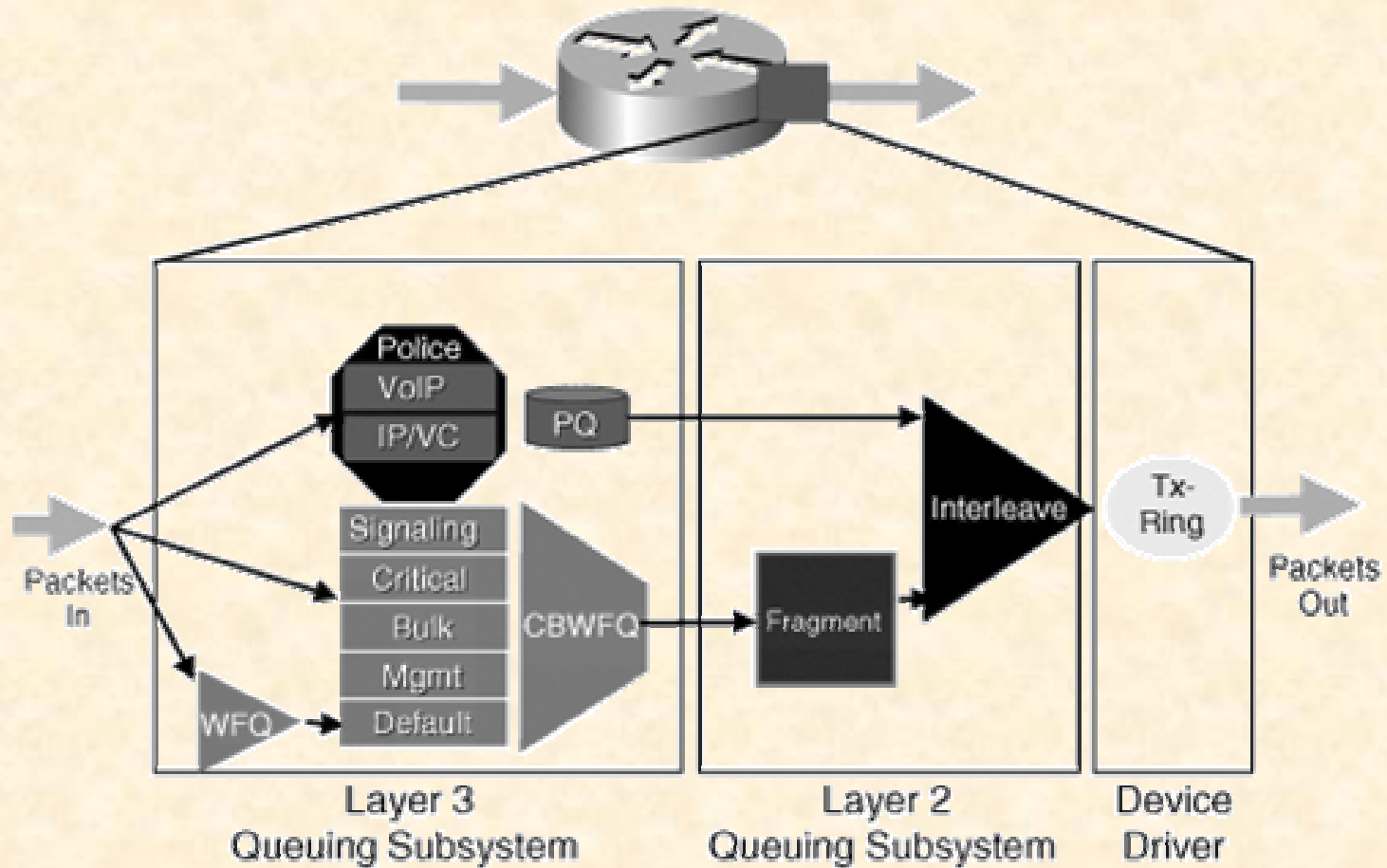
Nástroje QoS

- Congestion Management
Custom Queuing (CQ)



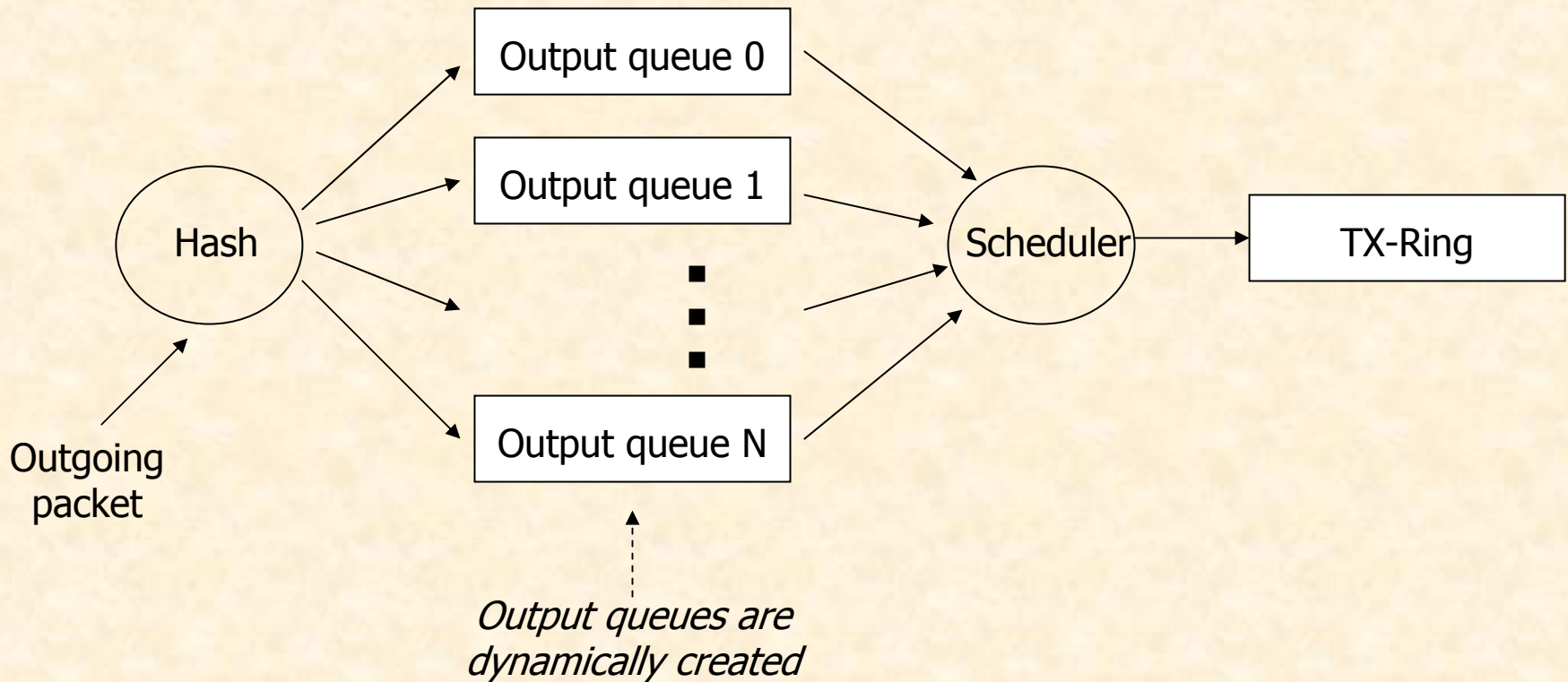
Nástroje QoS

- Congestion Management
Low Latency Queuing (LLQ)



Nástroje QoS

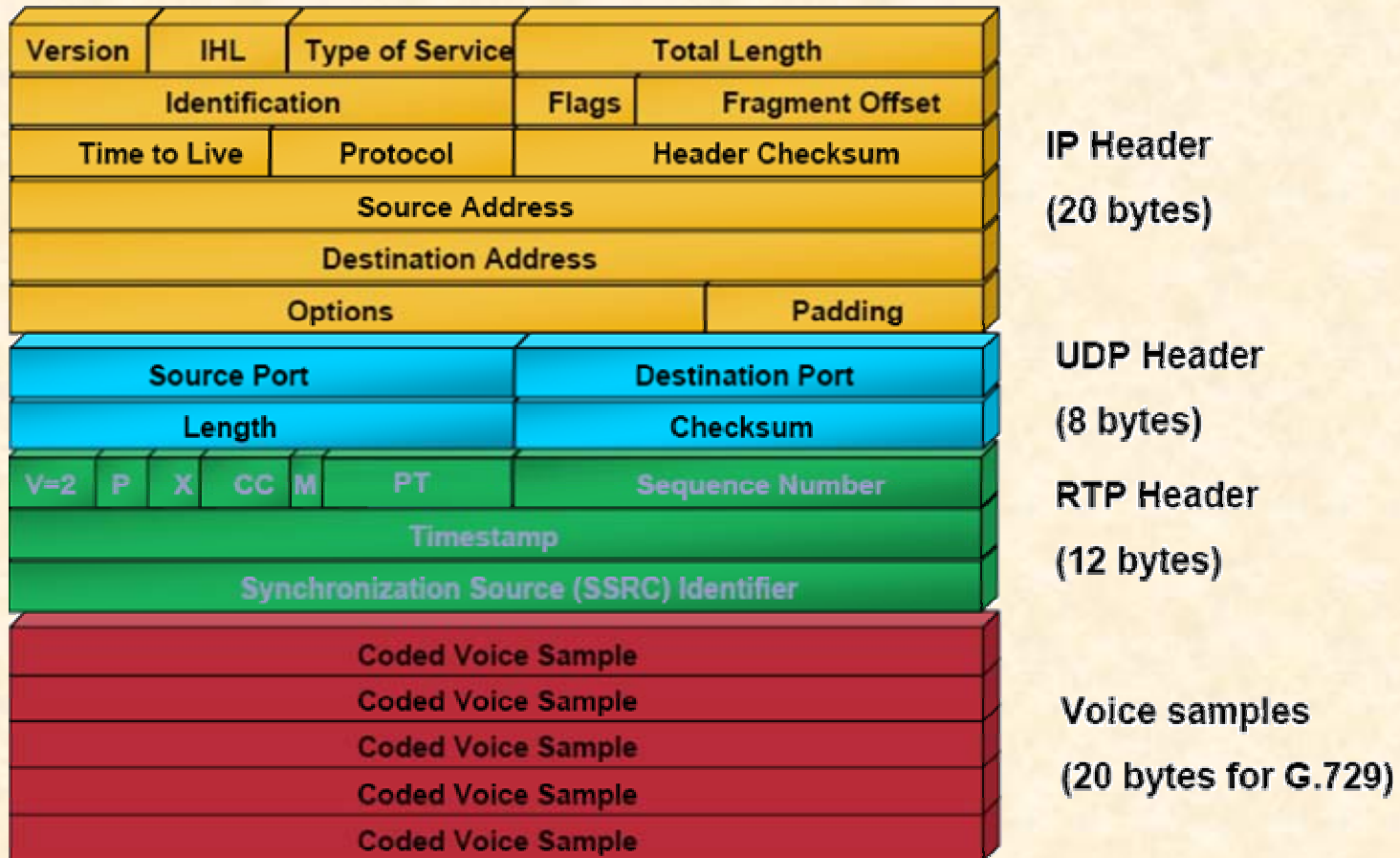
- Congestion Management
Weighted Fair Queuing (WFQ)



Nástroje QoS

➤ Link-specific tools

Compression (header, payload)

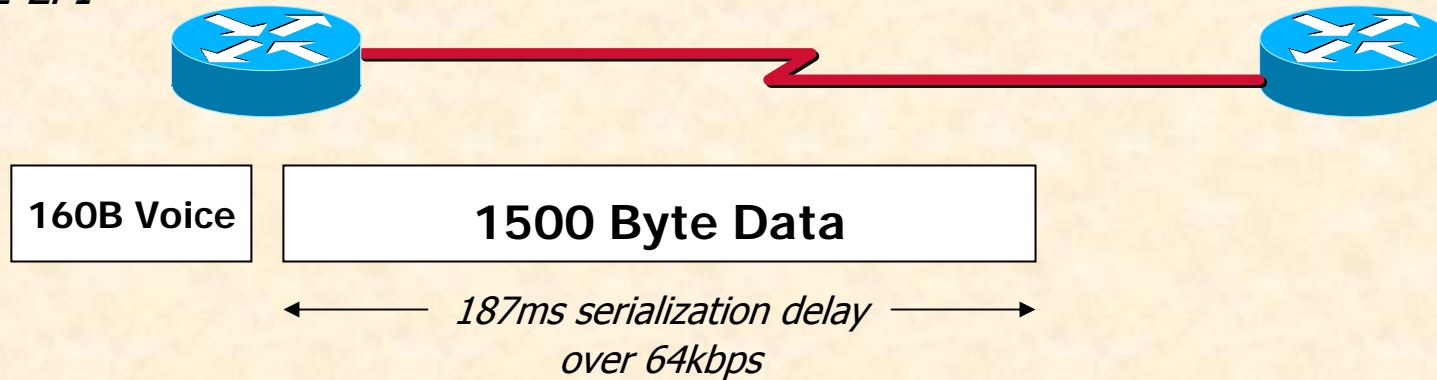


Nástroje QoS

➤ Link-specific tools

Link fragmentation and Interleaving (LFI)

Bez LFI



S LFI

