

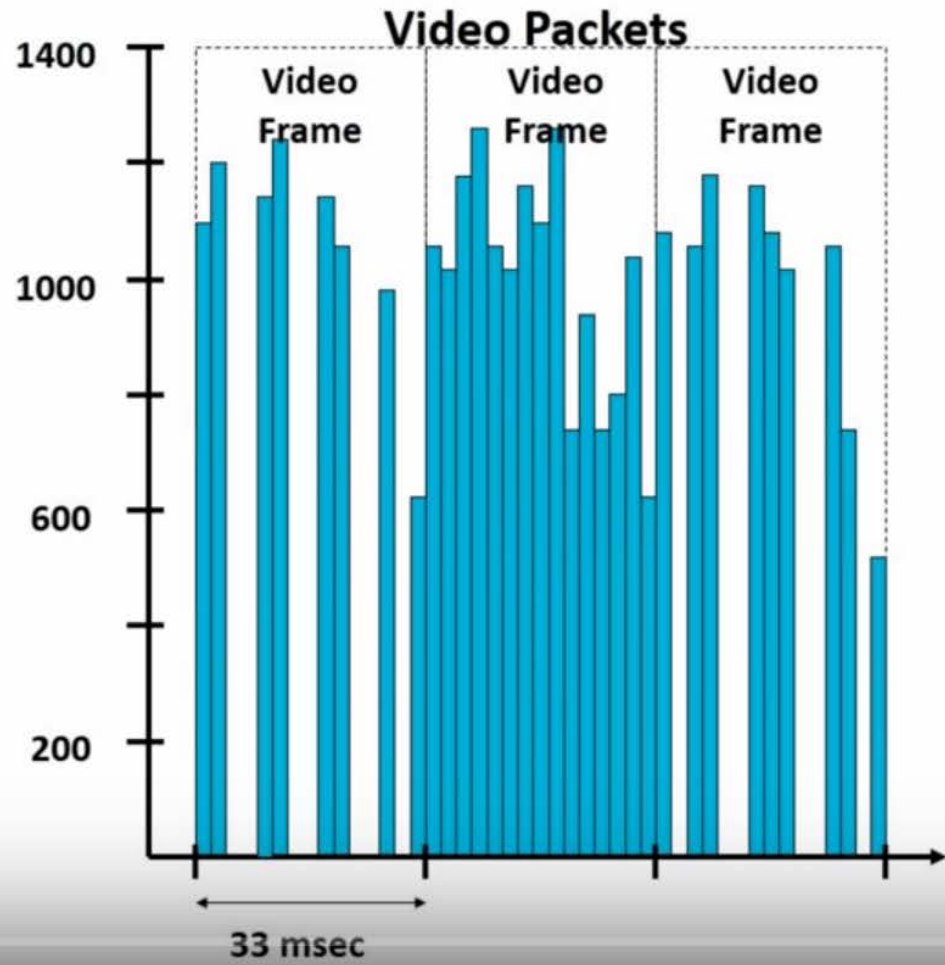
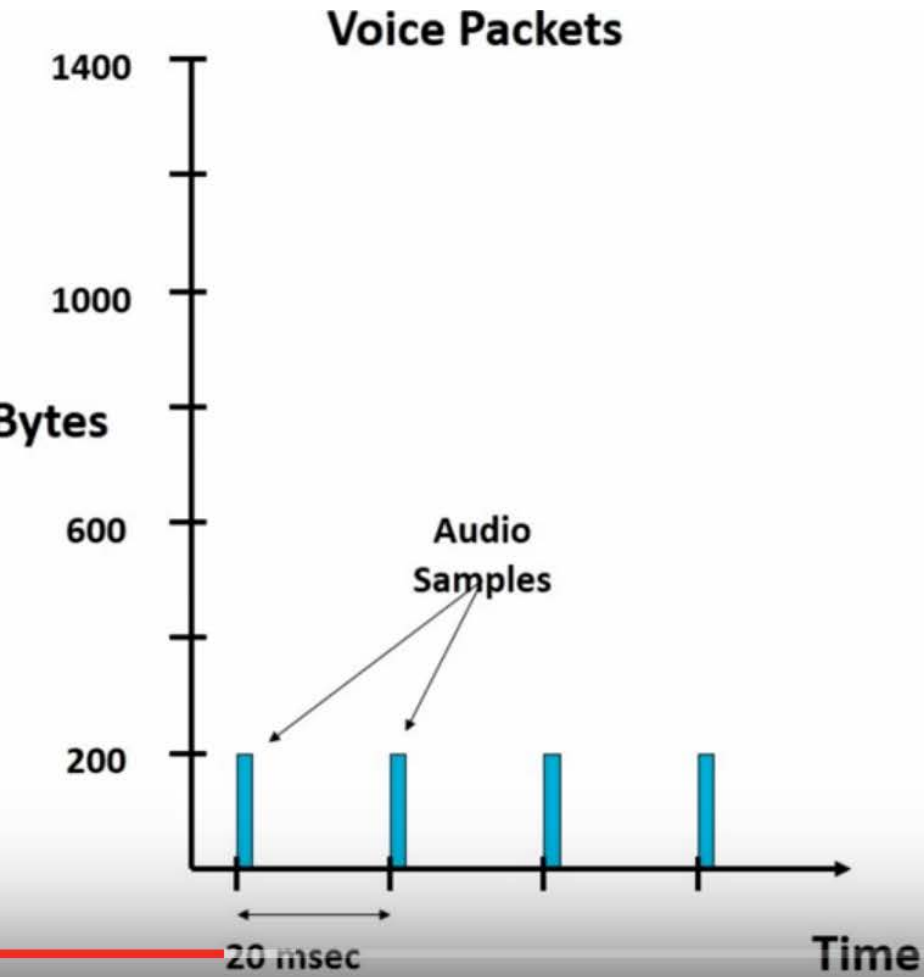


# 10. přednáška

---

## **Kvalita služby v IP telefonii**

?



# Co byste měli být schopni

---

- Vysvětlit, proč je QoS pro sítě VoIP zásadní
- Rozlišit řízení zabezpečení od předcházení zahlcení
- Popsat, jak omezit šířku pásma používanou určitými typy provozu
- Určit strategii pro maximalizaci dostupné šířky pásma sítě WAN pro provoz VoIP

# Obsah

---

1. Diferencované a integrované služby
2. Klasifikace a značkování
3. Metody řazení do fronty

---

# 1. Diferencované a integrované služby

# K čemu vede nedostatek šířky pásma

---

- Zpoždění
- Časová nestabilita, kolísání velikosti zpoždění paketů při průchodu sítí (angl. jitter) způsobující zrychlování a zpoždování v hovoru, případně mezery v hovoru
- Zahazování paketů v důsledku zahlcení vyrovnávacích pamětí

# Tři základní kroky

---

Krok 1. Stanovení požadavků na výkonnost sítě pro různé typy provozu

Příklad: Hlas zpoždění do 150 ms, jitter do 30 ms, ztrátovost do 1%

Video zpoždění do 150 ms, jitter do 30 ms, ztrátovost do 1%

Krok 2: Roztřídění do tříd provozu

Příklad: Nízké zpoždění, nízká priorita...

Krok 3: Zdokumentování politiky QoS

# Klasifikaci QoS dle doporučení ITU Y.1541

Třída QoS	Charakteristika	IPTD	IPDV	IPLR	IPER
0	Přenos v reálném čase, citlivé na rozptyl zpoždění, vysoká interaktivita	100 ms	50 ms	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
1	Přenos v reálném čase, citlivé na rozptyl zpoždění, interaktivita	400 ms	50 ms	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
2	Transakční data, vysoká interaktivita	100 ms	bez limitu	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
3	Transakční data, interaktivita	400 ms	bez limitu	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
4	Citlivé na ztrátu paketů (krátké transakce, videořetězce, důležitá data)	1 s	bez limitu	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
5	Ostatní aplikace v IP sítích se základním nastavením	bez limitu	bez limitu	bez limitu	bez limitu

IPTD – IP Packet Transfer Delay  
IPDV – IP Packet Delay Variation  
IPLR – IP Packet Loss Ratio  
IPER – IP Packet Error Ratio



# Přístup ke QoS

---

- Best-Efford
- Integrované služby (hard QoS)  
provádí rezervaci
- Diferencované služby (Soft QoS)  
značkování paketů

# IntServ

---

Rozlišuje dvě třídy služeb:

- **GS (Guaranteed Service) [RFC 2212]**

GS zajistí, že IP pakety budou doručeny v limitu, který nepřesáhne maximální hranici nadefinovaného času pro doručení, a že nebudou zahozeny z důvodu přetečení zásobníků na rozhraní směrovačů.

- **CLS (Controlled–Load Service) [RFC 2211]**

CLS je obdoba služby „Best–Effort“ v **lehce namáhaných sítích**.

K zajištění využívá nástroje pro kontrolu a alokaci šíře pásma při přetížení sítě. Lehce namáhaná síť je taková síť, která garantuje vysokou pravděpodobnost doručení přenášených paketů a naměřené zpoždění při přenosu mezi koncovými uzly pro vysoké procento paketů nepřekročí jejich minimální hranici zpoždění skládající se ze součtu přenosového zpoždění a procesního zpoždění způsobené na přenosových zařízeních v síti.

# Pro hlas je důležitý traffic engineering, zde RSVP-TE

```
⊕ SENDER TEMPLATE: IPV4-LSP, 17.3.3.3, 1
⊕ SENDER TSPEC: IntServ, 625000 bytes/sec
⊖ ADSPEC
  Length: 84
  Class number: 13 - ADSPEC object
  Message format version: 0
  Data length: 19 words, not including header
⊕ Default General Parameters
⊖ Guaranteed
  service header 2 - Guaranteed
  Break bit not set
  Data length: 8 words, not including header
  End-to-end composed value for C - 169500 (type 133, length 1)
  End-to-end composed value for D - 1200 (type 134, length 1)
  since-last-reshaping point composed C - 169500 (type 135, length 1)
  since-last-reshaping point composed D - 1200 (type 136, length 1)
```

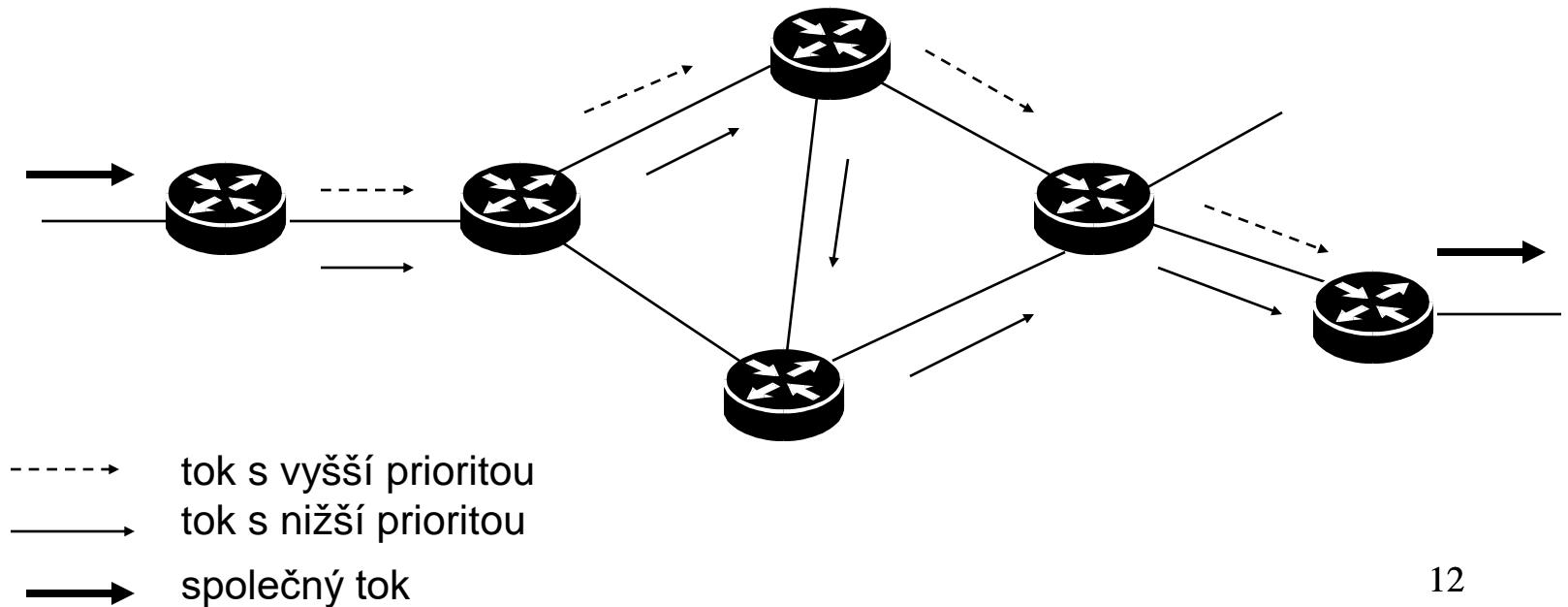
Ukázka odchyteného paketu, který specifikuje požadavek na provoz.

Hodnota požadavku (TSPEC - traffic specification) je zde 625 kb/s.

Použit byl protokolový analyzátor Ethereal ([www.ethereal.com](http://www.ethereal.com)).

# Příklad MPLS

Pakety v okrajovém uzlu dostávají návěští v závislosti na poli PHB; čím vyšší priorita, tím je přidělena efektivnější cesta. Další směrovače hodnotu PHB však již nezkontrolují.



# Problém dodržení QoS v MPLS síti

---

Pro jednotlivé cesty v MPLS sítích lze definovat potřebnou kvalitu služby (QoS – Quality of Service). Problémem je, jak tuto kvalitu dodržet v případě, kdy jsou na cestu posílány přesměrované pakety.

Na obrázku na následujícím slajdu jsou zobrazeny tři různé cesty sítě WAN:

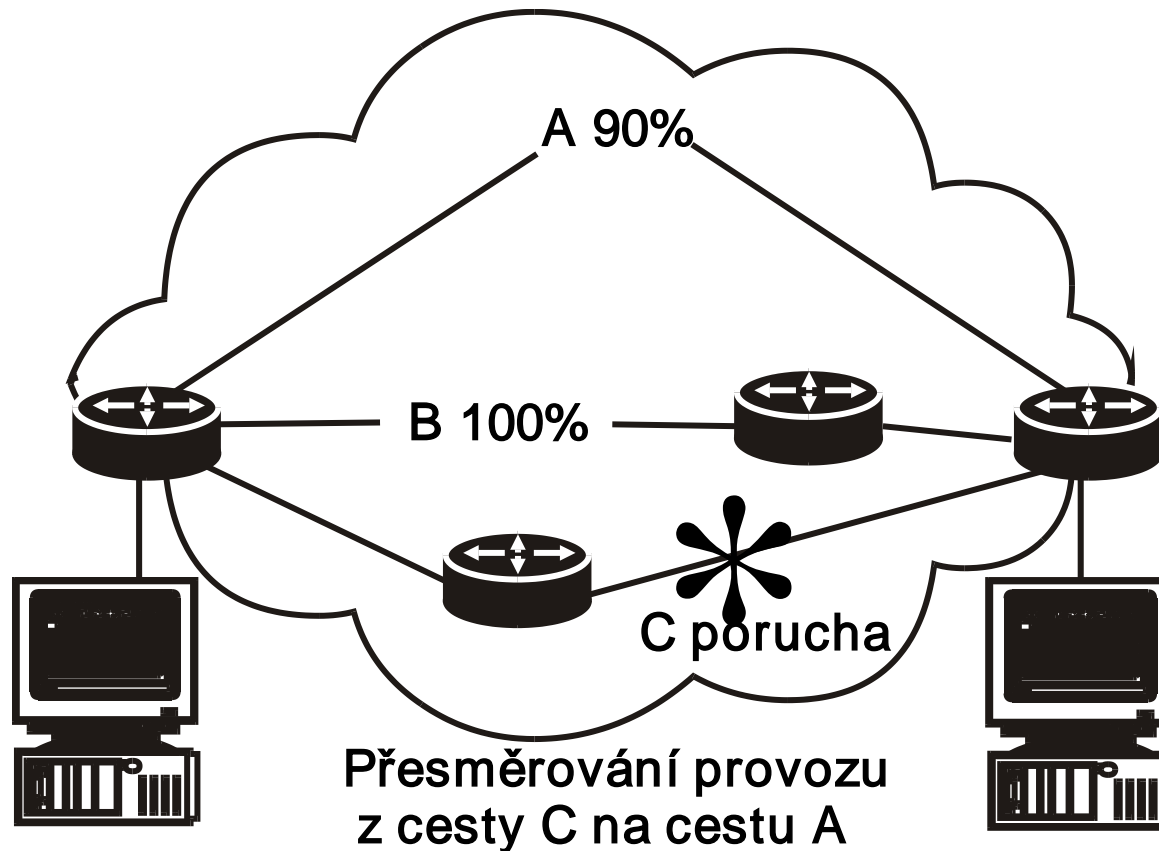
- cesta A je nastavena na 90 % šířky pásma v hodinách špičkové zátěže,
- cesta B je v hodinách špičkové zátěže nastavena na 100 % a nakonec
- cesta C je obdobně nastavena na 125 %.

Pakety, které budou přenášeny po cestě A se nikdy neseťkají se zahlcením, cesta poskytuje pro případ výpadků dostatečnou rezervu zátěže.

V případě zahlcení na cestě C mohou být pakety přesměrovány na cestu A a pak na cestě A není možné dodržet parametry kvality služby.

**Možná řešení problému přesměrování** (pracovní skupiny IETF): Především platí, že pro zajištění plnohodnotné QoS musí být systém schopen označovat, klasifikovat a dohlížet na provoz. **Označování a klasifikace** provozu je zajišťována návštěvami MPLS, ale není zde zajištěn dohled nad stanoveným provozem.

# Problém dodržení QoS v MPLS síti



# Nevýhody IntServ

---

- není dostatečně škálovatelná
  - několik požadavků je schopno zabrat dostupné pásmo
  - pásmo je rezervováno i v okamžiku, kdy není příslušným procesem plně využito
- není plně podporována aplikacemi a operačními systémy
  - rezervaci pásma si zajišťuje aplikace
- nezajišťuje správu priorit
- zavádí do paketově orientovaného modelu okruhově orientovaný model
- poměrně náročná signalizace mezi sousedními uzly zvyšující režii

# DiffServ

DiffServ [RFC 2475] nezajišťuje přímou rezervaci pásma, ale **zajišťuje dynamické rozlišení úrovně služeb** požadované datovým tokem na základě informace v záhlaví paketu.

Je proto podstatně vhodnější pro implementaci, neboť staticky nezabírá pásmo po dobu, kdy jej proces nevyužívá. K rozlišení úrovně služeb se používá **ToS pole** v záhlaví IP paketu.

To je v tomto případě rozděleno na dvě části:

- **DSCP** (Differentiated Services Code Point) bit 0–5 def. Index PHB (Per Hop Behavior)
- **CU** (Currently Unused); bit 6 a 7 (rezervovány pro budoucí použití);

Na základě hodnoty indexu PHB rozhoduje směrovač v příslušné doméně, jak se bude nakládat s konkrétním paketem. Stejná hodnota indexu RHB může mít odlišný význam pro různé domény. IETF definuje tři typy PHB:

- **EF** (Expedited Forwarding); nejvyšší typ služby, zajistí služby virtuální pronajaté linky;
- **AF** (Assured Forwarding); zajišťuje rozlišení úrovně služeb pro uživatele a procesy;
- **DF** (Default): standardní služba typu „Best Effort“, nezajišťuje žádnou úroveň kvality služeb ani garanci výkonu



# Implementace PHB u DiffServ

---

vstupní IP  
plánování

výstupní IP  
plánování

ochrana před  
zahlcením

**BE**

nic

nejnižší priorita

pakety se prioritně  
vyhazují

**AF**

hlídání průměrné  
hodnoty dávky,  
pakety dávky a  
mimo kontrakt  
se značkují

vyšší priorita

co je v souladu s kontraktem  
nemůže být vyhozeno,  
je-li třeba, vyhazují  
se pakety mimo kontrakt

**EF**

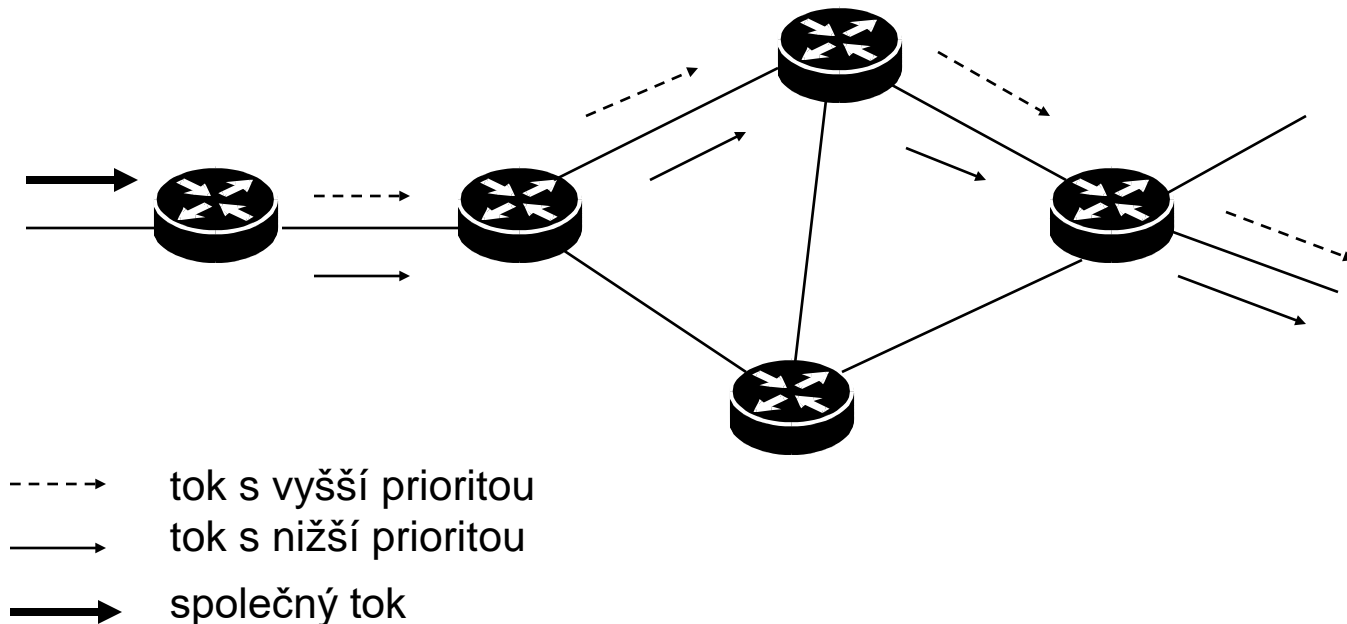
hlídání průměrné  
hodnoty, pakety  
mimo kontrakt  
jsou vyhazovány

nejvyšší priorita  
(odstraňování  
provozních špiček)

žádné prioritní pakety  
nelze vyhodit

# Příklad DiffServ

Vstupující paket je v rámci Diffserv provozu v okrajovém směrovači sítě označen prioritní informací, podle které ho pak další směrovače směřují.



# Použití DiffServ v MPLS

---

Pokud je datový tok přenášen po stejné trase, je v MPLS nazývána jako **Label Switched Patch (LPS)**. Ty pakety, které požadují stejné Diffserv chování, se nazývají **Behaviour Aggregate (BA)**. Toto řešení umožňuje síťovému MPLS administrátorovi pružně definovat, jak jsou BA mapovány do LPS. Například toto řešení umožňuje síťovému administrátorovi, zda různé sady BA mapovat na stejnou nebo odlišné LPS.

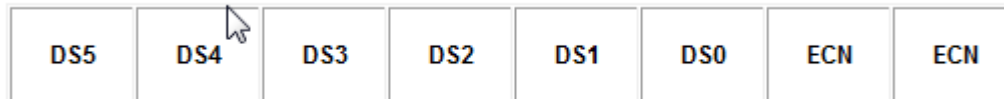
Ve vstupním bodě do Diffserv domény jsou pakety klasifikovány a značeny v Diffserv Code Point (DSCP), který odpovídá jejich BA. V každém tranzitním uzlu je DSCP použito k výběru hodnoty PHB, které určuje způsob plánování a (v některých případech) pravděpodobnost vyřazení paketu.

Pro uložení hodnoty PHB bylo vybráno 5 bitů z 8 bitů pole ToS (Type of Service) záhlaví IP. Význam prvních tří bitů zůstal pro kompatibilitu zachován (zpoždění, spolehlivost, průchodnost). Doplněn byl např. **expedited forwarding (EF)**. Šestý bit označuje tzv. **in or out profile (IN)**, tj. zda paket respektuje daný profil (například tak lze označit pakety s vyššími požadavky na spolehlivost doručení). **Poslední dva bity v současnosti nejsou využity**. Předpokládá se jejich budoucí použití pro uložení hodnot o zahlcení sítě (ECN - explicit congestion notification). Problémy přináší kombinace bitu IN a hodnoty EF, protože bit IN je pro pakety EF nevhodné používat.

# Bity ToS A pole DiffServ



- IP precedence – 3 bity (P2 až P0)
- Zpoždění průchodnost, spolehlivost – 3 bity (T2 až T0)
- CU (Currently Unused) – 2 bity (CU1-CU0)



- DSCP – 6 bitů (DS5-DS0)
- ECN (Explicit Congestion Notification) – 2 bity

Default: 000000

# DSCP

---

- V IP sítích uplatňujících technologii DiffServ je kvalita služby určena významem hodnot tvořících DSCP.
- Hodnota DSCP identifikuje specifickou třídu datového provozu a udává, jak by se mělo s pakety zacházet. Důležitý je způsob implementace pravidel.
- DSCP je tvořeno šesti bity umožňujících vytvořit 64 kombinací, viz RFC 2474:
  - 1–32 jsou určeny pro standardní akce (tzv. Pool 1);
  - 33–48 jsou určeny pro experimentální a lokální užití (tzv. Pool 2);
  - 49–64 jsou určeny pro standardní aplikace (tzv. Pool 3), používaný pokud nevystačuje Pool 1.
- Hodnota DSCP se dále dělí na dvě tříbitové hodnoty.
- První tři bity určují třídu CS (Class Selector), další trojice bitů pak označují prioritu P (Precedence).
- V RFC 4594 jsou uvedena doporučení pro značení DSCP hodnot pro různé druhy datových přenosů.

# Urychlené předávání (Expedited Forwarding), selektor třídy (Class Selector)

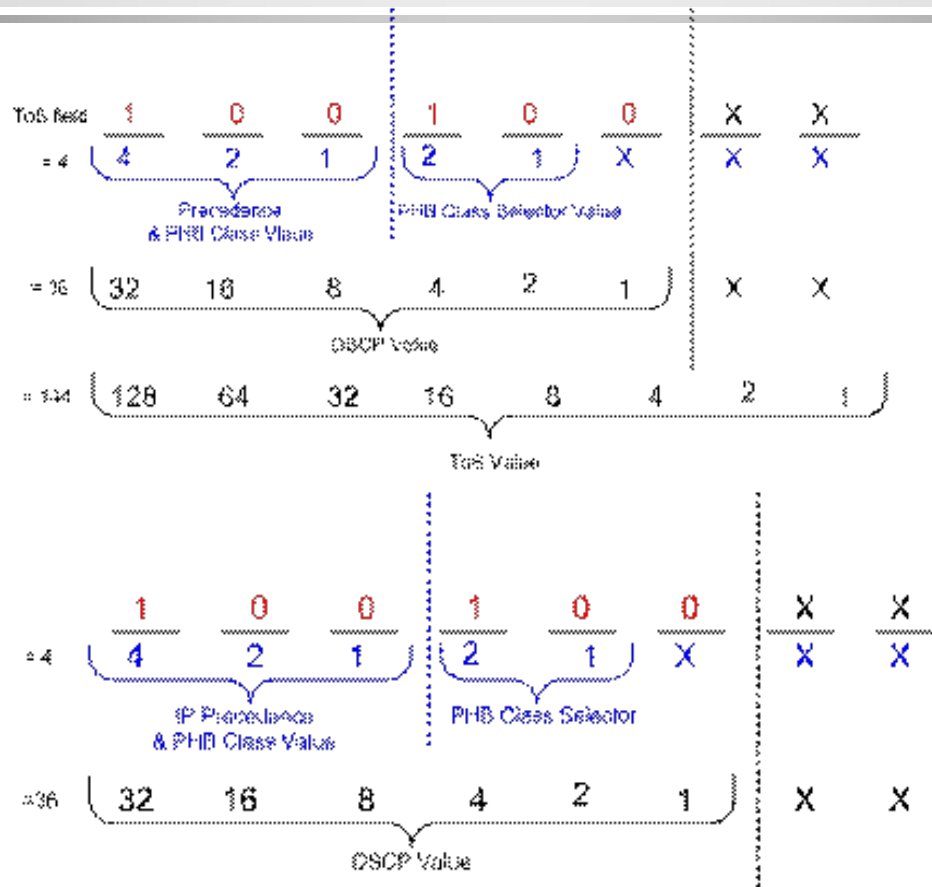
DSCP 46 = 101110 – PHB EF dostane hlas, zatímco provoz pro inicializaci telefonního hovoru používá hodnotu CS3, Interaktivní video hodnotu AF41.

Kategorie CS chování PHB zajišťují kompletní zpětnou kompatibilitu s hodnotami IP precedence, protože stejně jako IP precedence mají CS nuly ve 4., 5., a 6. bytu v bajtu ToS.

Např. směrovač používá značení DSCP, ale posílá pakety na směrovač, který rozumí pouze značení IP precedence. Odeslaný paket s DSCP 40 (101000) je na druhém směrovači DSCP chápán jako IP precedence 5 (berou se v úvahu pouze první tři bity zleva).

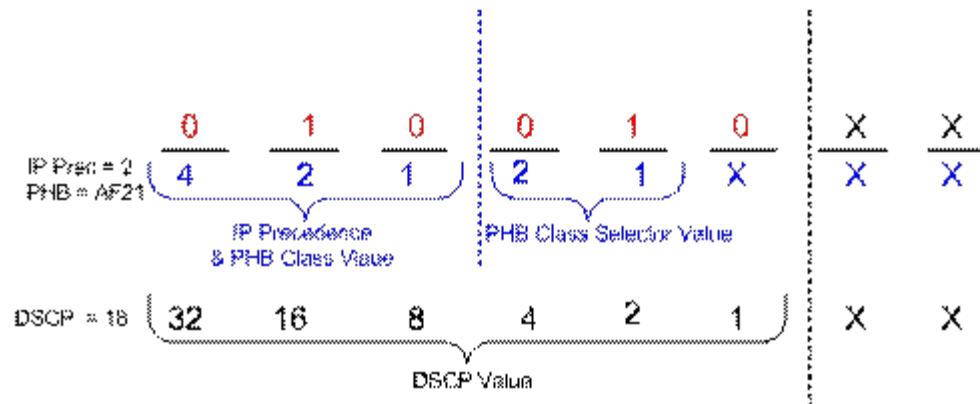
PHB	Decimal Value	Binary Value	IP Precedence Value
CS0	0	000000	0
CS1	8	001000	1
CS2	16	010000	2
CS3	24	011000	3
CS4	32	100000	4
CS5	40	101000	5
CS6	48	110000	6
CS7	56	111000	7

# Příklad



Hodnota DSCP je 36, Precedence je 4, ToS je 144, AF je 42

# Příklad



Hodnota DSCP je 16, Precedence je 2, ToS je 72, AF je 21



# Zajištěné předávání (Assured Forwarding)

Nejširší kategorie

Drop	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Low	001010 AF11 DSCP 10	010010 AF21 DSCP 18	011010 AF31 DSCP 26	100010 AF41 DSCP 34
Medium	001100 AF12 DSCP 12	010100 AF 22 DSCP 20	011100 AF32 DSCP 28	100100 AF42 DSCP 36
High	001110 AF13 DSCP 14	010110 AF23 DSCP 22	011110 AF33 DSCP 30	100110 AF43 DSCP 38

Zařízení, které podporuje IP precedenci, prověřuje jen tři bit nalevo

Každá třída obsahuje tři priority vyřazení paketu.

Např. paket AF13 bude pravděpodobněji zahozen, než paket AF11.

AF41 je zde nejlepší číslo a AF13 nejhorší.

# Značení DSCP hodnot dle RFC 4594

Služba	Typ třídy	Hodnota DSCP	Hodnoty CS-P-DSCP	Použité značení pro PHB	Příklady aplikací
Administrative	CS7	111000	7-0-56	RFC 2474	Informace pro směrování a kontrolu
Network Control	CS6	110000	6-0-48	RFC 2474	Informace pro směrování a kontrolu
Telephony	EF	101110	5-6-46	RFC 3246	IP Telefonie – přenos
Signaling	CS5	101000	5-0-40	RFC 2474	IP Telefonie – signály
Multimedia Conferencing	AF41 AF42 AF43	100010 100100 100110	2-4-34 4- 4-36 4-6- 38	RFC 2597	H.323/V2 video konference
Real-Time Interactive	CS4	100000	4-0-32	RFC 2474	Video konference a interaktivní hry
Multimedia Streaming	AF31 AF32 AF33	011010 011100 011110	3-2-26 3- 4-28 3-6- 30	RFC 2597	Přenos video a audio signálu
Broadcast Video	CS3	011000	3-0-24	RFC 2474	TV a živé přenosy
Low-Latency Data	AF21 AF22 AF23	010010 010100 010110	2-2-18 2- 4-20 2-6- 22	RFC 2597	Webové klient/servert transakce
Operation and Management	CS2	010000	2-0-16	RFC 2474	OAM
High-Throughput Data	AF11 AF12 AF13	001010 001100 001110	1-2-10 1- 4-12 1-6- 14	RFC 2597	Ukládání a odesílání dat pro aplikace
Standard	DF (CS0)	000000	0-0-0	RFC 2474	Pro nespecifikované aplikace
Low-Priority Data	CS1	001000	1-0-8	RFC 3662	Ostatní operace ("Best-Effort")

# Obecné hodnoty metrik tříd

Služba	Typ třídy	Hodnota DSCP	IPTD	IPDV	IPLR
Administrative	CS7	111000	0,05–1s	0 s	$0 - 10^{-3}$
Network Control	CS6	110000	1–10 s	0 s	$10^{-2} - 10^{-3}$
Telephony	EF	101110	100–400 ms	30–50 ms	$10^{-2} - 10^{-3}$
Signaling	CS5	101000	100–400 ms	30–50 ms	$10^{-2} - 10^{-3}$
Multimedia Conferencing	AF41 AF42 AF43	100010 100100 100110	100–400 ms	30–50 ms	$10^{-2} - 10^{-3}$
Real-Time Interactive	CS4	100000	100–400 ms	30–50 ms	$10^{-2} - 10^{-3}$
Miltimedia Streaming	AF31 AF32 AF33	011010 011100 011110	5–10 ms	0 s	$10^{-2} - 10^{-3}$
Broadcast Video	CS3	011000	nespecifikováno	nespecifikováno	nespecifikováno
Low-Latency Data	AF21 AF22 AF23	010010 010100 010110	20–100 ms	1–50 ms	0
Operation and Management	CS2	010000	nespecifikováno	nespecifikováno	nespecifikováno
High-Throughput Data	AF11 AF12 AF13	001010 001100 001110	1–50 ms	0 ms	$0 - 10^{-3}$
Standard	DF (CS0)	000000	nespecifikováno	nespecifikováno	nespecifikováno
Low-Priority Data	CS1	001000	nespecifikováno	nespecifikováno	nespecifikováno

# Doporučená volba priorit

---

## Zadání

Rozhodněte o CoS IP precedenci a DSCP pro Cisco Call Manager

## Řešení

Je možný postup v souladu s doporučením obsaženým v [Garcia]

### a) Řízení hlasu VoIP

H.323 = TCP 1720, 11xxx (RAS = TCP 1719)

Skinny = TCP 2000–2002

ICCP = TCP 8001-8002

MGCP = UDP 2427, TCP 2428

CoS = 3, IP Prec = 3, DSCP = AF31 (26)

### b) Vlastní přenos hlasu VoIP

UDP 16384–32767

CoS = 5, IP Prec = 5, DSCP = EF (46)

### c) Řízení videa

Video Control Channels

H.323 = TCP 1720, 11xxx (RAS = TCP 1719)

CoS = 3, IP Prec = 3, DSCP = AF31 (26)

### d) Přenos videa

UDP 16384-32767

CoS = 4, IP Prec = 4, DSCP = AF41 (42)

### e) Přenos dat

Zde je to dost individuální

CoS = 0-2, IP Prec = 0–2, DSCP = 0–23

# Jak nastavujeme DSCP ?

```
Router(config)# class-map match-all VOIP
1751-uut1(config-cmap)# match ip dscp ?
<0-63>    Differentiated services codepoint value
af11      Match packets with AF11 dscp (001010)
af12      Match packets with AF12 dscp (001100)
af13      Match packets with AF13 dscp (001110)
af21      Match packets with AF21 dscp (010010)
af22      Match packets with AF22 dscp (010100)
af23      Match packets with AF23 dscp (010110)
af31      Match packets with AF31 dscp (011010)
af32      Match packets with AF32 dscp (011100)
af33      Match packets with AF33 dscp (011110)
af41      Match packets with AF41 dscp (100010)
af42      Match packets with AF42 dscp (100100)
af43      Match packets with AF43 dscp (100110)
cs1       Match packets with CS1 (precedence 1) dscp (001000)
cs2       Match packets with CS2 (precedence 2) dscp (010000)
cs3       Match packets with CS3 (precedence 3) dscp (011000)
cs4       Match packets with CS4 (precedence 4) dscp (100000)
cs5       Match packets with CS5 (precedence 5) dscp (101000)
cs6       Match packets with CS6 (precedence 6) dscp (110000)
cs7       Match packets with CS7 (precedence 7) dscp (111000)
default   Match packets with default dscp (000000)
ef        Match packets with EF dscp (101110)
Router1(config-cmap)# match ip dscp af31
```

# Podle preference lze i vybírat pakety

---

```
Router1(config)# access-list 101 permit ip any any ?  
dscp          Match packets with given dscp value  
fragments    Check non-initial fragments  
log          Log matches against this entry  
log-input    Log matches against this entry, including input interface  
precedence   Match packets with given precedence value  
time-range   Specify a time-range  
tos          Match packets with given TOS value
```

# QoS v sítích IPv6

V záhlaví paketu protokolu IPv6 jsou vyčleněny dvě pole sloužící k úpravě kvality služby:

- pole pro identifikaci datového toku, tzv. značka toku (Flow Label) o velikosti 20 bitů – novinka;
  - identifikuje pakety určitého datového toku;
  - označení provedené zdrojem dat se během přenosu nemění
  - fragmentace ani šifrování nepředstavuje problém jako v IPv4Dává možnosti (zatím nevyužité) řízení toku jako ATM mechanismem VC/VP  
Do RFC 3697 se nevědělo, co s tím
- pole tzv. třída provozu (Traffic Class) o velikosti 8 bitů;
  - funkčně ekvivalentní poli ToS v IPv4;



# RFC 3697 – IPv6 Flow Label Specification

---

Toky jsou rozlišovány podle **trojice údajů**: IP adresa odesílatele, IP adresa příjemce a značka toku. Shodují-li se všechny tři, patří datagramy ke stejnému toku.

Pole Flow Label pomáhá identifikovat pakety téhož datového toku, s nimiž mohou směrovače na cestě zacházet jistým jednotným způsobem. Konkrétní mechanismy jsou však dosud pouze ve stádiu návrhů.

Díky údaji v poli Flow Label směrovač provádí vyhledání ve směrovací tabulce pouze jedenkrát a výsledek vloží pro další použití do paměti cache. Záznamy v cache paměti tak budou mít tvar

*<zdrojová adresa, flow label, next\_hop\_IP, výstupní\_rozhraní, záhlaví\_2.vrstvy>*

Předpřipravení záhlaví 2. vrstvy pro výstupní rozhraní má za úkol urychlit přepnutí, protože odpadá potřeba opakovaného prohledávání ARP tabulky výstupního rozhraní.

Dokument nenařizuje žádný specifický způsob, jak značky toků přiřazovat.

Značná pozornost je v dokumentu věnována otázkám **bezpečnosti**, řeší se především otázky možného zcizení provozu změnou značky toku. Tato problematika a její dopady se dost podobají falšování IP adres, ovšem s určitými rozdíly: značka toku není chráněna mechanismy IPsec. S toky prostě ještě neumíme ani pracovat, ani je chránit.



# RFC 6437 – IPv6 Flow Label Specification

[\[Docs\]](#) [\[txt|pdf\]](#) [\[draft-ietf-6man...\]](#) [\[Tracker\]](#) [\[Diff1\]](#) [\[Diff2\]](#)

PROPOSED STANDARD

Internet Engineering Task Force (IETF) S. Amante  
Request for Comments: 6437 Level 3  
Obsoletes: [3697](#) B. Carpenter  
Updates: [2205](#), [2460](#) Univ. of Auckland  
Category: Standards Track S. Jiang  
ISSN: 2070-1721 Huawei  
J. Rajahalme  
Nokia Siemens Networks  
November 2011

## IPv6 Flow Label Specification

### Abstract

This document specifies the IPv6 Flow Label field and the minimum requirements for IPv6 nodes labeling flows, IPv6 nodes forwarding labeled packets, and flow state establishment methods. Even when mentioned as examples of possible uses of the flow labeling, more detailed requirements for specific use cases are out of the scope for this document.

The usage of the Flow Label field enables efficient IPv6 flow classification based only on IPv6 main header fields in fixed positions.

### Status of This Memo

This is an Internet Standards Track document.

This document is a product of the Internet Engineering Task Force (IETF). It represents the consensus of the IETF community. It has received public review and has been approved for publication by the Internet Engineering Steering Group (IESG). Further information on Internet Standards is available in [Section 2 of RFC 5741](#).

Information about the current status of this document, any errata, and how to provide feedback on it may be obtained at <http://www.rfc-editor.org/info/rfc6437>.

# K čemu IPv6 Flow Label Specification slouží

---

- statistiky provozu
- diagnostika sítě
- QoS
- politika provozu

# RFC7058 – příklady

[\[Docs\]](#) [\[txt|pdf\]](#) [\[draft-ietf-medi...\]](#) [\[Tracker\]](#) [\[Diff1\]](#) [\[Diff2\]](#)

INFORMATIONAL

Internet Engineering Task Force (IETF)  
Request for Comments: 7058  
Category: Informational  
ISSN: 2070-1721

A. Amirante  
University of Napoli  
T. Castaldi  
L. Miniero  
Meetecho  
S P. Romano  
University of Napoli  
November 2013

## Media Control Channel Framework (CFW) Call Flow Examples

### Abstract

This document provides a list of typical Media Control Channel Framework call flows. It aims at being a simple guide to the use of the interface between Application Servers and MEDIACTRL-based Media Servers, as well as a base reference document for both implementors and protocol researchers.

### Status of This Memo

This document is not an Internet Standards Track specification; it is published for informational purposes.

This document is a product of the Internet Engineering Task Force (IETF). It represents the consensus of the IETF community. It has received public review and has been approved for publication by the Internet Engineering Steering Group (IESG). Not all documents approved by the IESG are a candidate for any level of Internet Standard; see [Section 2 of RFC 5741](#).

Information about the current status of this document, any errata, and how to provide feedback on it may be obtained at <http://www.rfc-editor.org/info/rfc7058>.

# Složení flow labelu



<b>LF</b>	<b>0</b>	<b>Disable</b>
	<b>1</b>	<b>Enable</b>
<b>LT</b>	<b>00</b>	<b>The flow label is requested by source</b>
	<b>01</b>	<b>The flow label is responded by destination</b>
	<b>10</b>	<b>The flow label is for data delivering</b>
	<b>11</b>	<b>The flow label is used to terminate connection</b>
<b>LN</b>	<b>A random number is created by source</b>	

# FLMT a FLFT

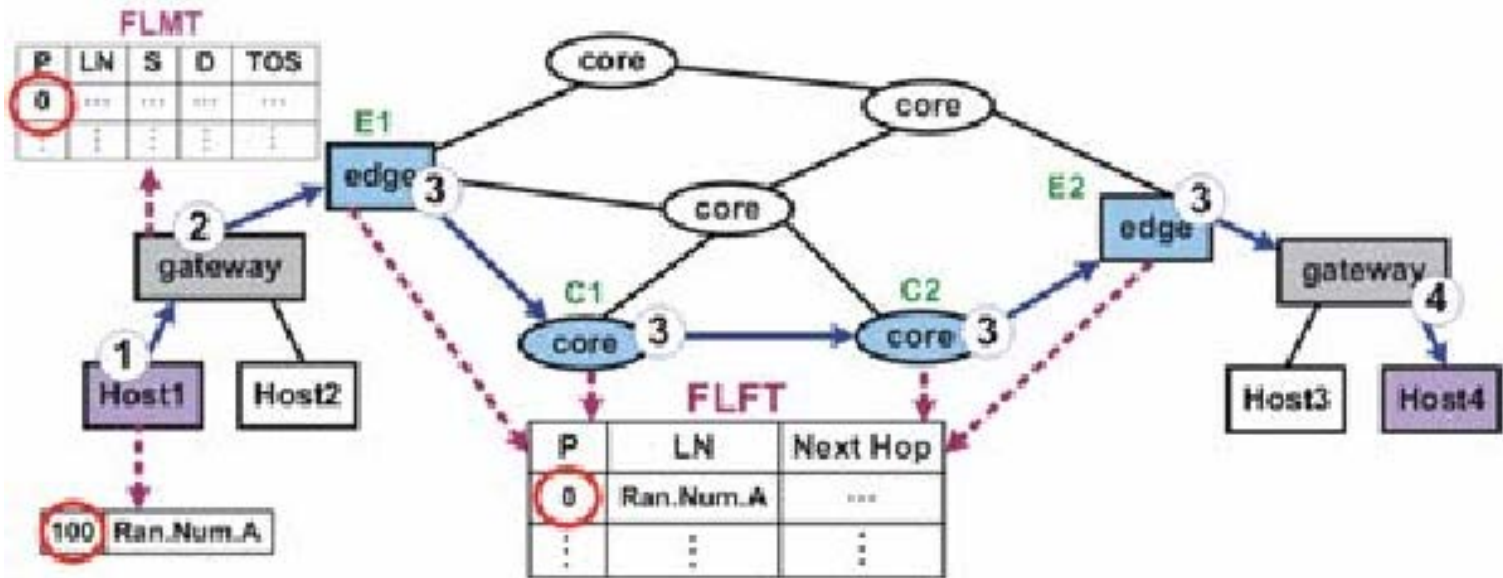
Flow Label Marking Table (FLMT)

Permit	Label Number	Source	Destination	TOS
1 (yes)	0110010101101011	3FFE:3600:S::XX	3FFE:3600:D::XX	0xb8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0 (no)	0110101101100101	3FFE:3600:A::XX	3FFE:3600:C::XX	0x28

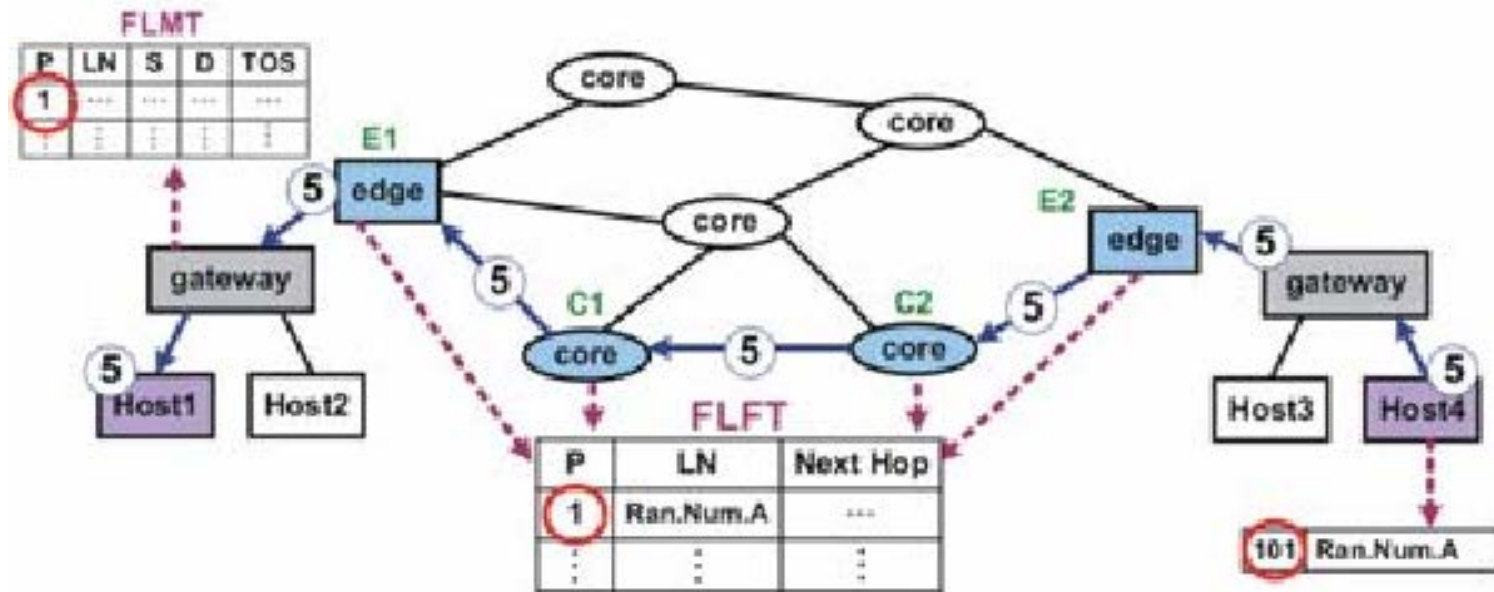
Flow Label Forwarding Table (FLFT)

Permit	Label Number	Next Hop
1 (yes)	0110010101101011	...
⋮	⋮	⋮
0 (no)	0110101101100101	...

# Dotaz



# Odpověď



# Závěr k zajištění QoS v sítích IPv6

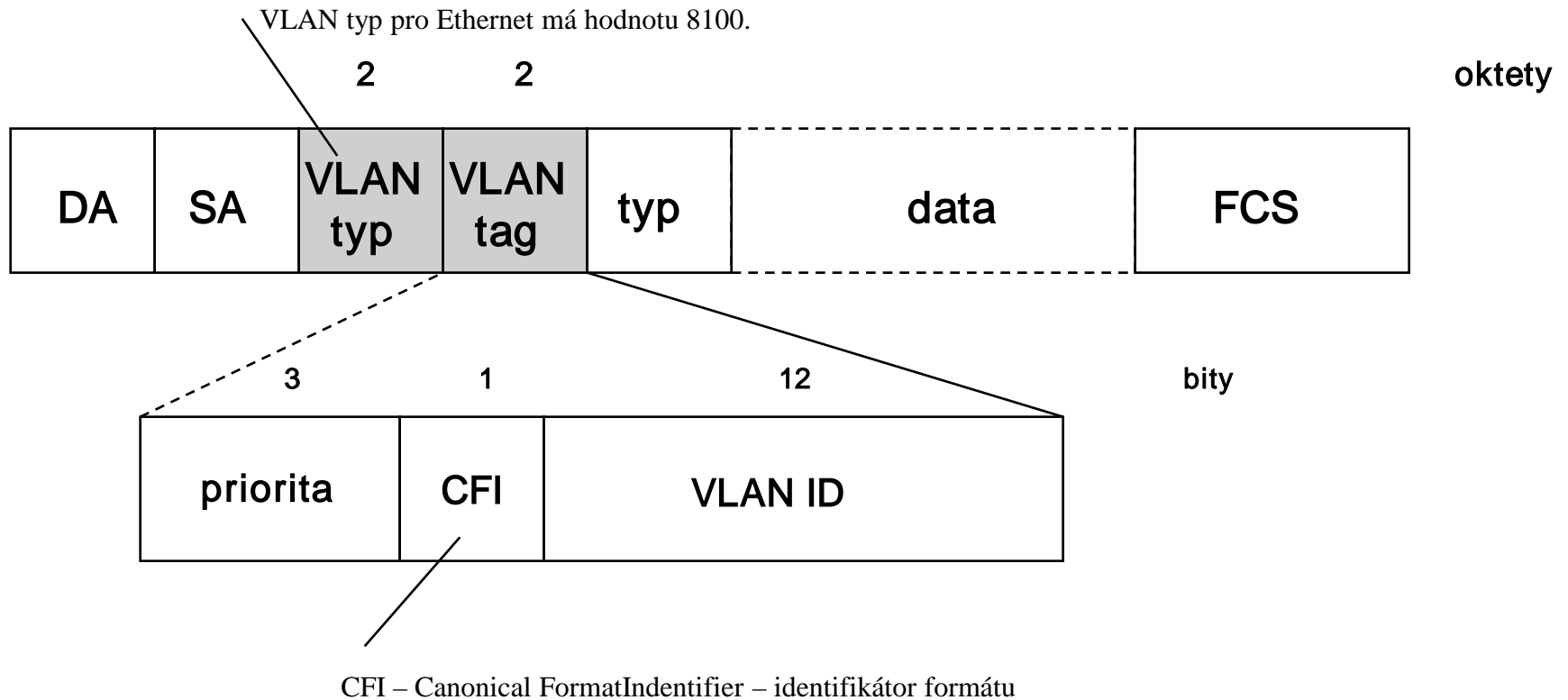
---

Architektura s implementací IPv6 může uplatňovat zabezpečení kvality služeb dvěma hlavními způsoby:

- První způsob je orientován na poskytovanou **třidu služeb** v síti, obdobně jako u DiffServ technologie. Ale na rozdíl od DiffServ technologie, která má limitované množství tříd služeb definované v poli ToS, má IPv6 mnohem větší rozsah pro tvorbu tříd. Neprobíhá zde žádná identifikace jednotlivého uživatelského datového toku a vzniklý provoz je přepínán na základě DSCP hodnoty. Tento způsob je znám jako tzv. „*Class of Service Full IPv6 Network*“.
- Druhý způsob je orientován na **podporu služeb jednotlivým uživatelům**, obdobně jako u ATM technologie nebo MPLS, kde každý tok může mít nadefinovány specifické kvalitativní požadavky pro přenos. Na základě hodnoty v poli Flow Label jsou IPv6 pakety v IPv6 směrovači, tzv. „IPv6 Label Switch Router“, přepínány a směrovány k cíli. Tento způsob je znám jako tzv. „*Full IPv6 Switched Network*“.



# Priority ve VLAN



# Standardy 802.1p, 802.1Q

---

VLAN tag má tři části: prioritu (3 bity), identifikátor formátu (1 bit) a identifikátor VLAN sítě (12 bitů).

Pole priority není definováno pomocí VLAN standardu, nýbrž pomocí vlastního standardu IEEE 802.1p. Protokol 802.1p je zde jistý vedlejší produkt protokolu 802.1Q a byl zahrnut jako doplněk do protokolu 802.1D.

Bylo stanoveno osm prioritních úrovní:

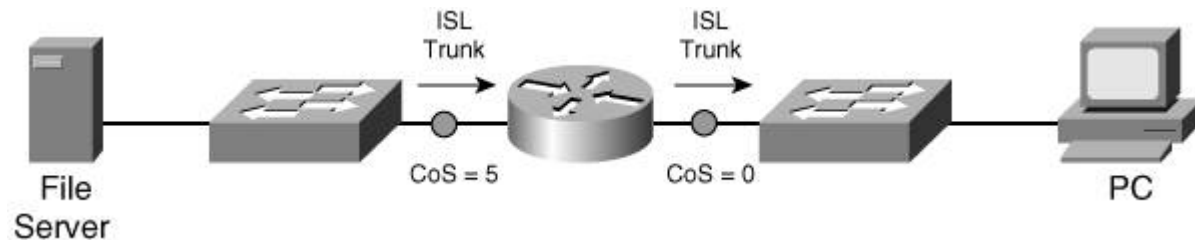
- 0 ... „best effort“ (defaultní hodnota);
- 1 ... pozadí;
- 2 ... standard;
- 3 ... pro kritické obchodní aplikace;
- 4 ... pro multimédia;
- 5 ... video se zpožděním < 100 ms;
- 6 ... hlas se zpožděním < 10 ms;
- 7 ... řízení sítě.

Problém je zde s prodloužením rámce (1522 oktetů místo 1518), to řeší standard 802.3ac. Pokud není rámec typu VLAN, má v poli VLAN typ standardní hodnotu.

# Příklad

Ve Frame relay máme bit DE (Discard Eligibility – značkování zahoditelných rámců při přetížení), v ATM máme obdobný bit CLP (Cell Lost Priority).

Před průchodem směrovačem musí být značka CoS přeznačena na DSCP nebo ToS, neboli značka 2. vrstvy na značku 3. vrstvy, jinak by provoz ze směrovače odcházel s hodnotou CoS 0:

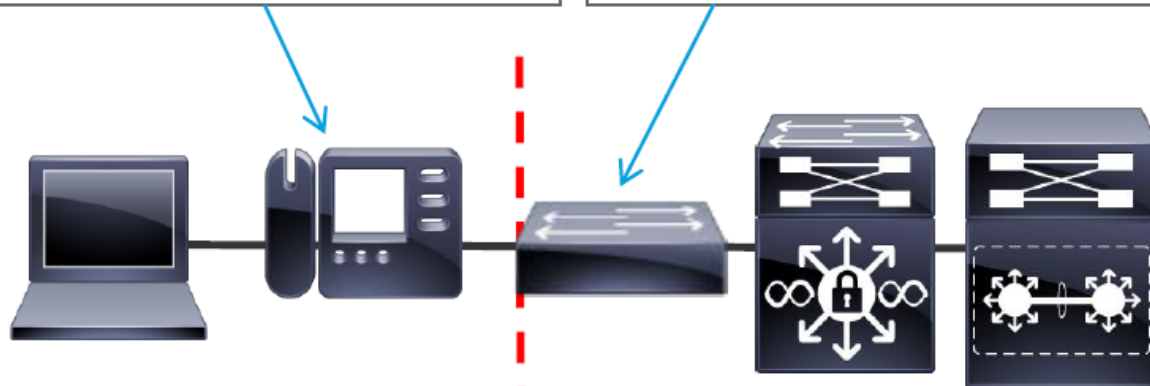


I když se doporučuje značkovat provoz co neblíže u zdroje, nechceme, aby si priority nastavovali koncoví uživatelé. Proto se na přepínačích vytváří tzv. **trust boundary** (hranice důvěry), kdy nedůvěřujeme příchozím značkám od koncových uživatelů. Výjimkou jsou IP telefony, které značkují pakety a lze rozšířit hranici důvěry až k nim.

# Převody CoS na DSCP

IP Phone CoS Mapping Table	
CoS 6-7	→ CoS 0
Voice	→ CoS 5
Signaling	→ CoS 3
CoS 0-4	→ CoS 0

Access Switch CoS-to-DSCP Mapping Table			
CoS 7	→	DSCP CS7	(56)
CoS 6	→	DSCP CS6	(48)
<b>CoS 5</b>	<b>→</b>	<b>DSCP EF</b>	<b>(46)*</b>
CoS 4	→	DSCP CS4	(40)
CoS 3	→	DSCP CS3	(24)
CoS 2	→	DSCP CS2	(16)
CoS 1	→	DSCP CS1	(8)
CoS 0	→	DSCP DF	(0)



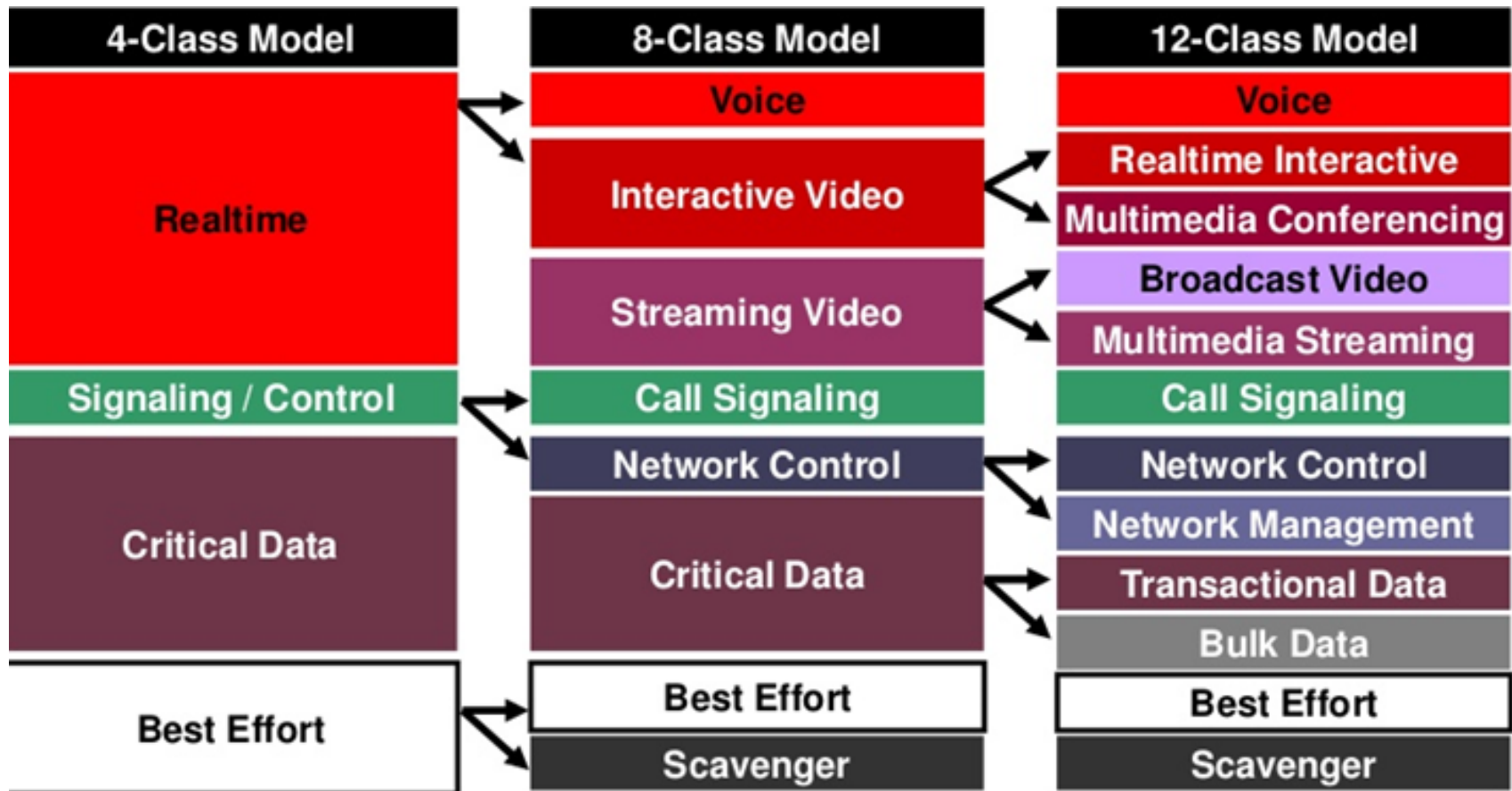
\* Nedefaultní mapování

Trust Boundary

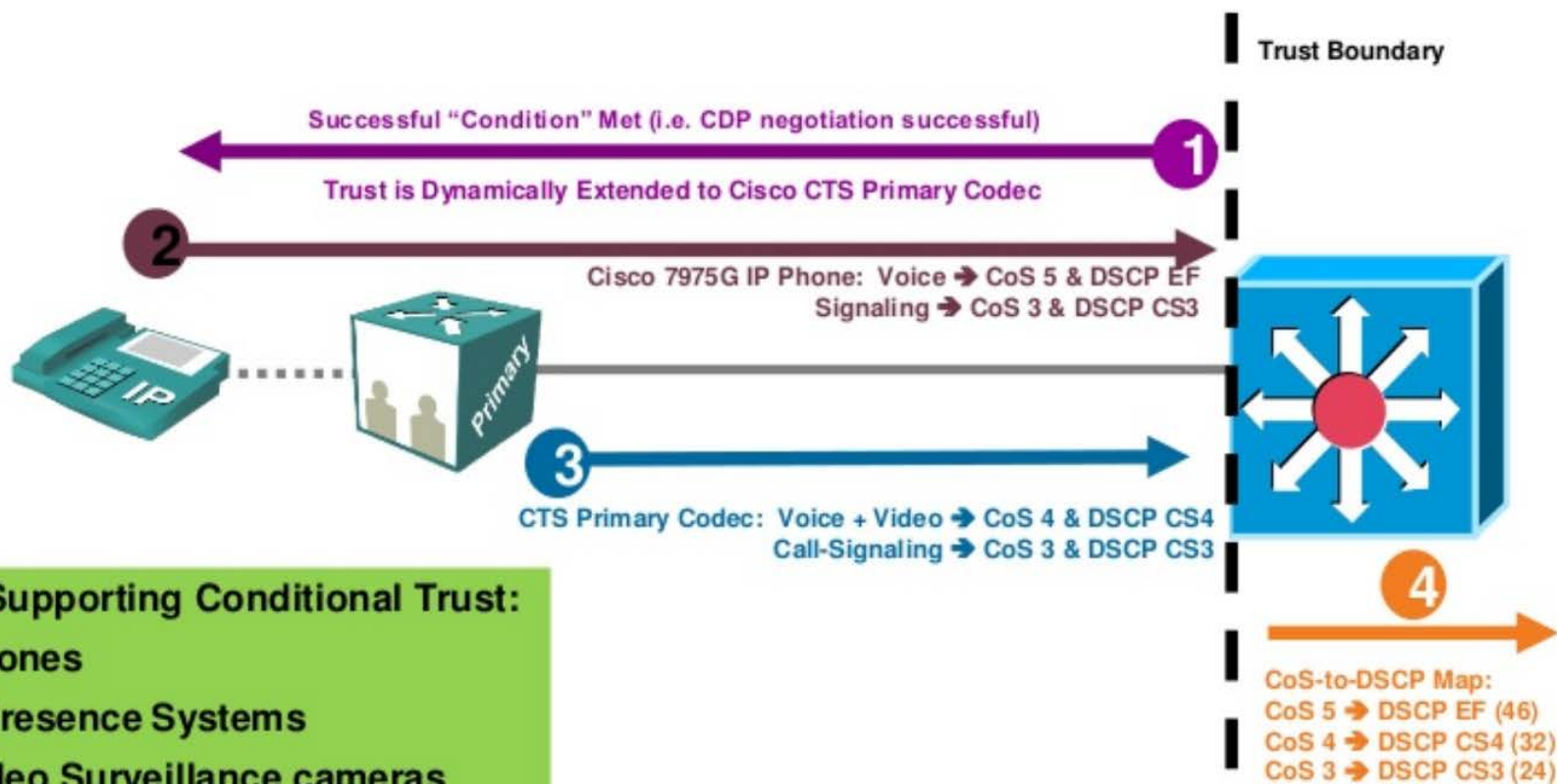
# Příklad

Application Class	PHB Marking	Admission Control	PHB Queuing & Dropping	Application Examples
VoIP Telephony	EF	Required	Priority Queue (PQ)	Cisco IP Phones
VoIP - Admitted	DSCP 44	Required	Priority Queue (PQ)	Admitted Voice
Broadcast Video	CS5	Required	(Optional) PQ	Cisco IPVS / Enterprise TV
BV-Admitted	DSCP 41	Required	(Optional) PQ	Admitted Broadcast Video
Realtime Interactive	CS4	Required	(Optional) PQ	Cisco TelePresence
RI-Admitted	DSCP 33	Required	(Optional) PQ	Admitted TelePresence
MM-Conferencing	AF41	Required	BW Queue + DSCP WRED	TANDBERG EX / MXP
	DSCP 35			Admitted MM-Conferencing
	AF42			Jabber / TANDBERG Movi
	AF43			Cisco WebEx
MM-Streaming	AF3	Recommended	BW Queue + DSCP WRED	Cisco Cast
	AF32			Cisco Show-and-Share
	AF33			Cisco Digital Signs
Network Control	CS6		BW Queue	EIGRP, OSPF, BGP, IKE
Call-Signaling	CS3		BW Queue	SCCP, SIP, H.323
OAM	CS2		BW Queue	SNMP, SSH, Syslog
Transactional Data	AF21		BW Queue + DSCP WRED	Order Processing Apps
	AF22			CRM / ERP Apps
	AF23			Messaging Apps
Bulk Data	AF11		BW Queue + DSCP WRED	Email
	AF12			FTP
	AF13			Backups
Best Effort	DF		Default Queue + RED	Default Class
Scavenger	CS1		Min BW Queue	YouTube, iTunes, BitTorrent

# Různé modely



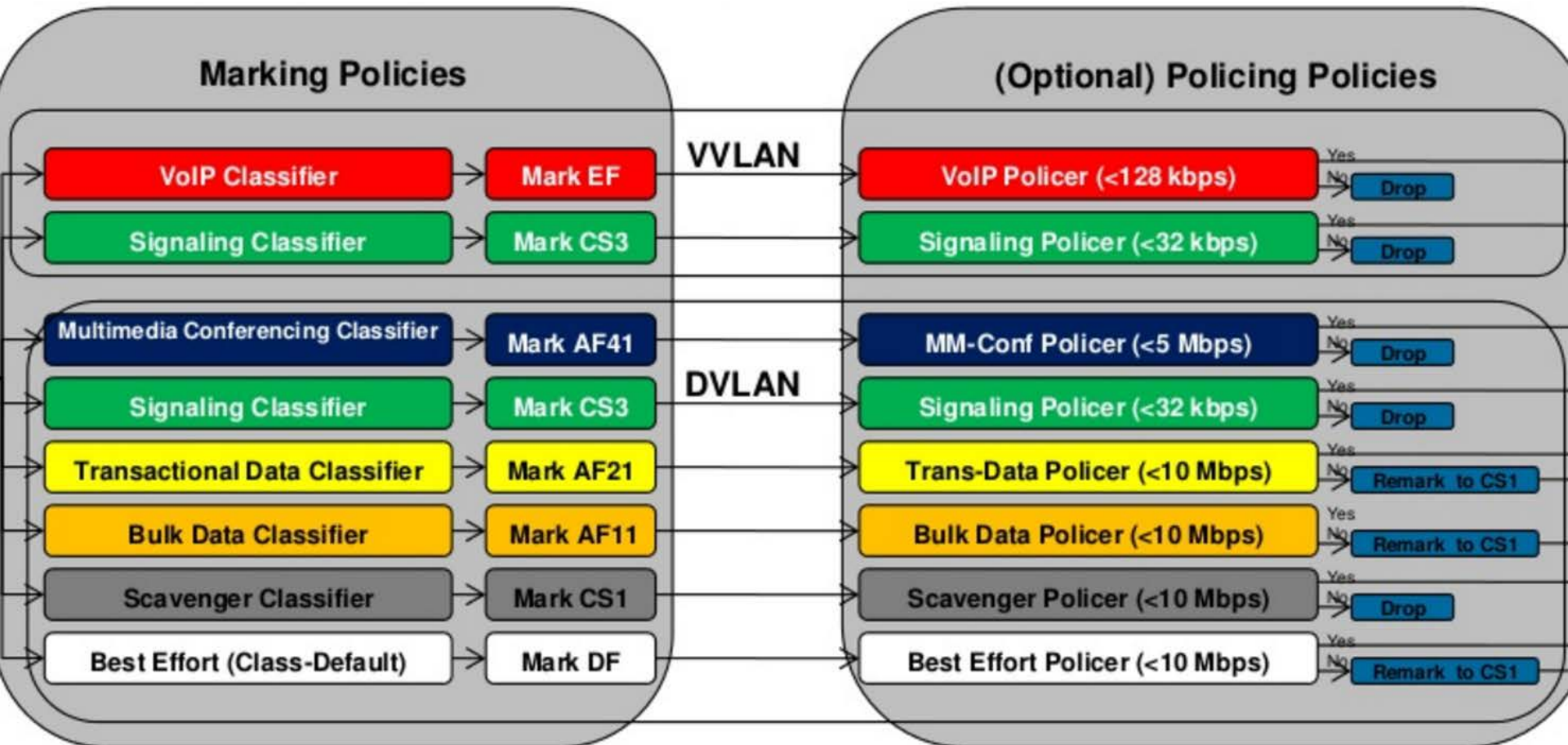
# Příklad: Cisco TelePresence



## Cisco Devices Supporting Conditional Trust:

- Cisco IP Phones
- Cisco TelePresence Systems
- Cisco IP Video Surveillance cameras
- Cisco Digital Media Players

# Rozdělení mezi VVLAN a DVLAN

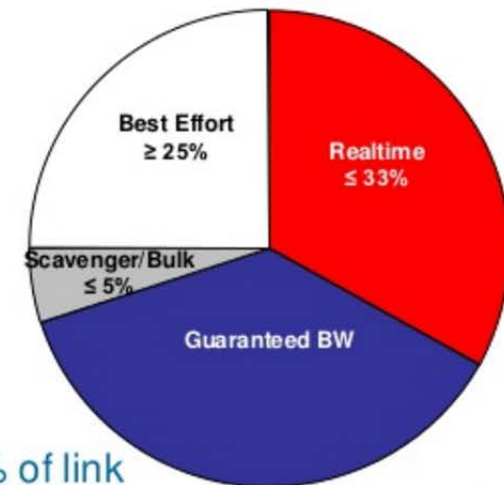




# Značení Cisco

## Queuing and Dropping Recommendations

- Catalyst hardware queuing varies by platform/linecard and can be expressed as:  $xPyQzT$
- For Example: 1P3Q8T means:
  - 1 strict-**Priority** queue
  - 3 non-priority **Queues**, each with
  - 8 drop-**Thresholds** per queue
- Minimum recommended queuing capabilities is 1P3Q
  - RFC 3246 EF PHB: Realtime (PQ) should be no more than 33% of link
  - RFC 2597 AF PHB: Guarantee bandwidth to non-priority queue(s)
  - RFC 2474 DF PHB: Best-Effort Queue should be guaranteed at least 25% of link
  - RFC 3662 Scavenger PDB (and/or Bulk): BW-constrained queue(s) should be minimally provisioned



# Doporučení Cisco

---

## Configure Egress Queuing

- ❑ Wired Queuing Models: 8Q3T or 1P7Q3T or 2P6Q3T
- ❑ Wireless Queuing Model: 2P2Q+AFD

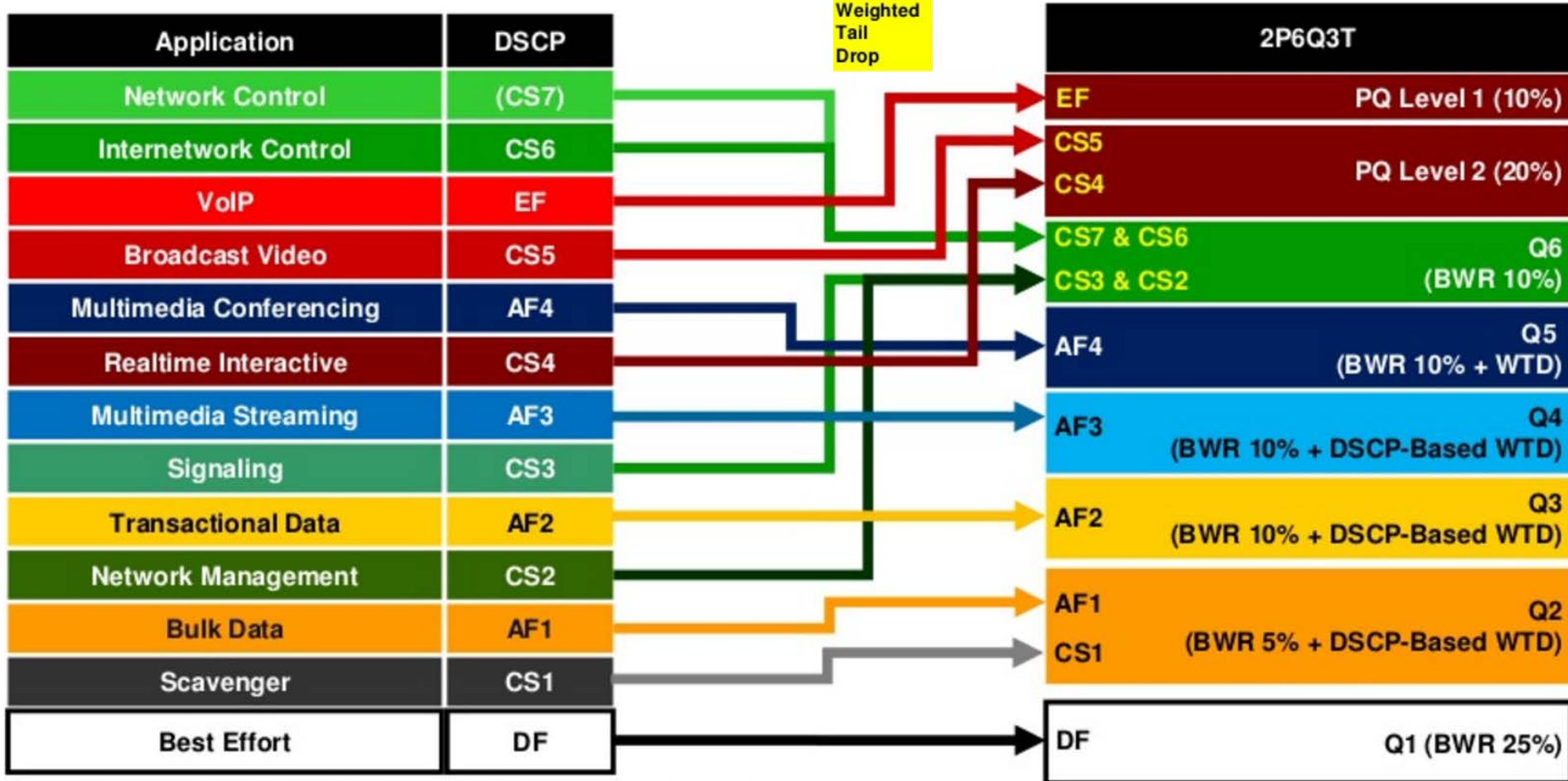
AFD ... Approximate Fair Drop

*<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise/design-zone-medianet/design-guide-listing.html>*

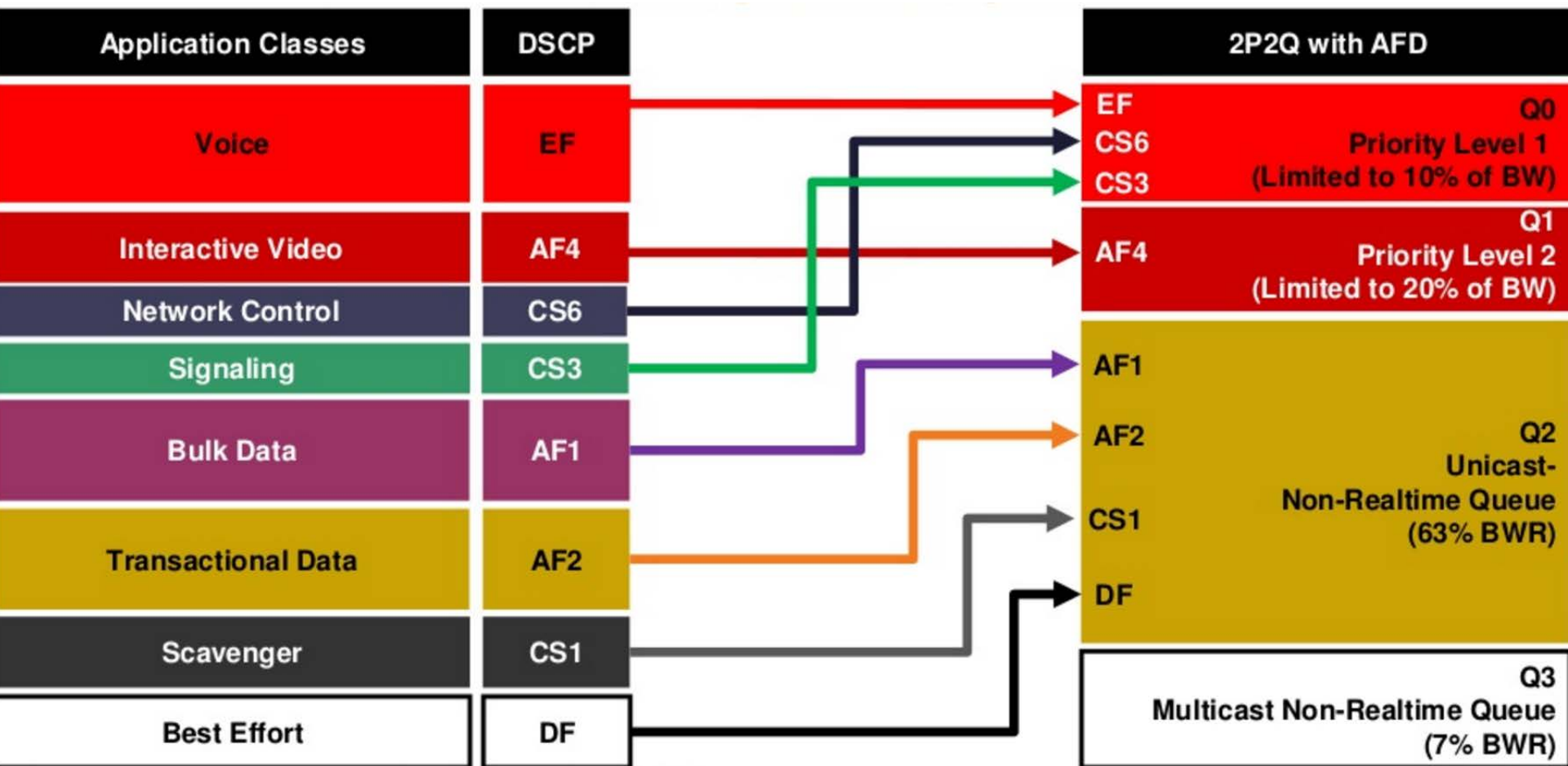
# 2P6Q3T (Catalyst 3650/3860)

BWR =  
Bandwidth  
Remaining

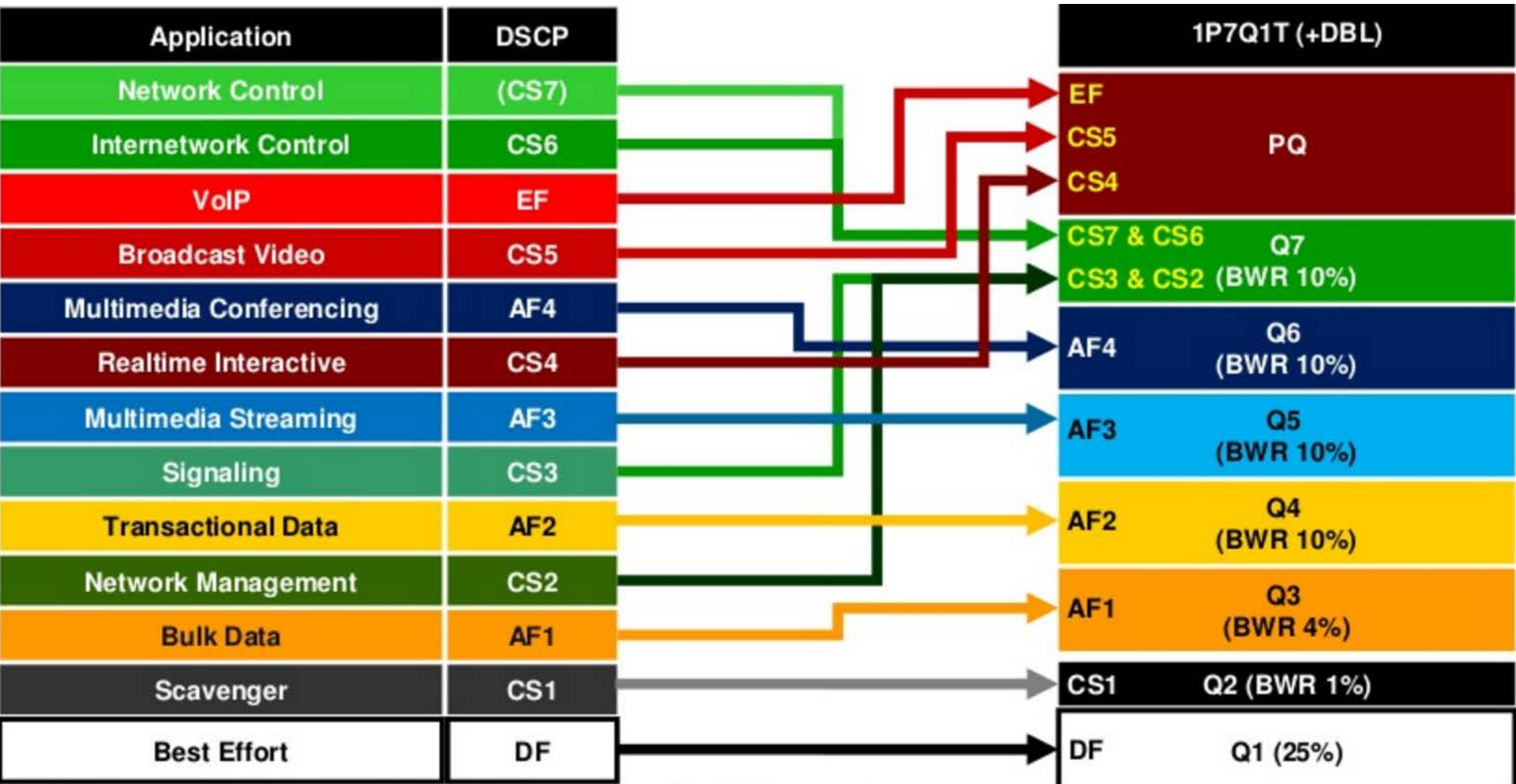
WTD =  
Weighted  
Tail  
Drop



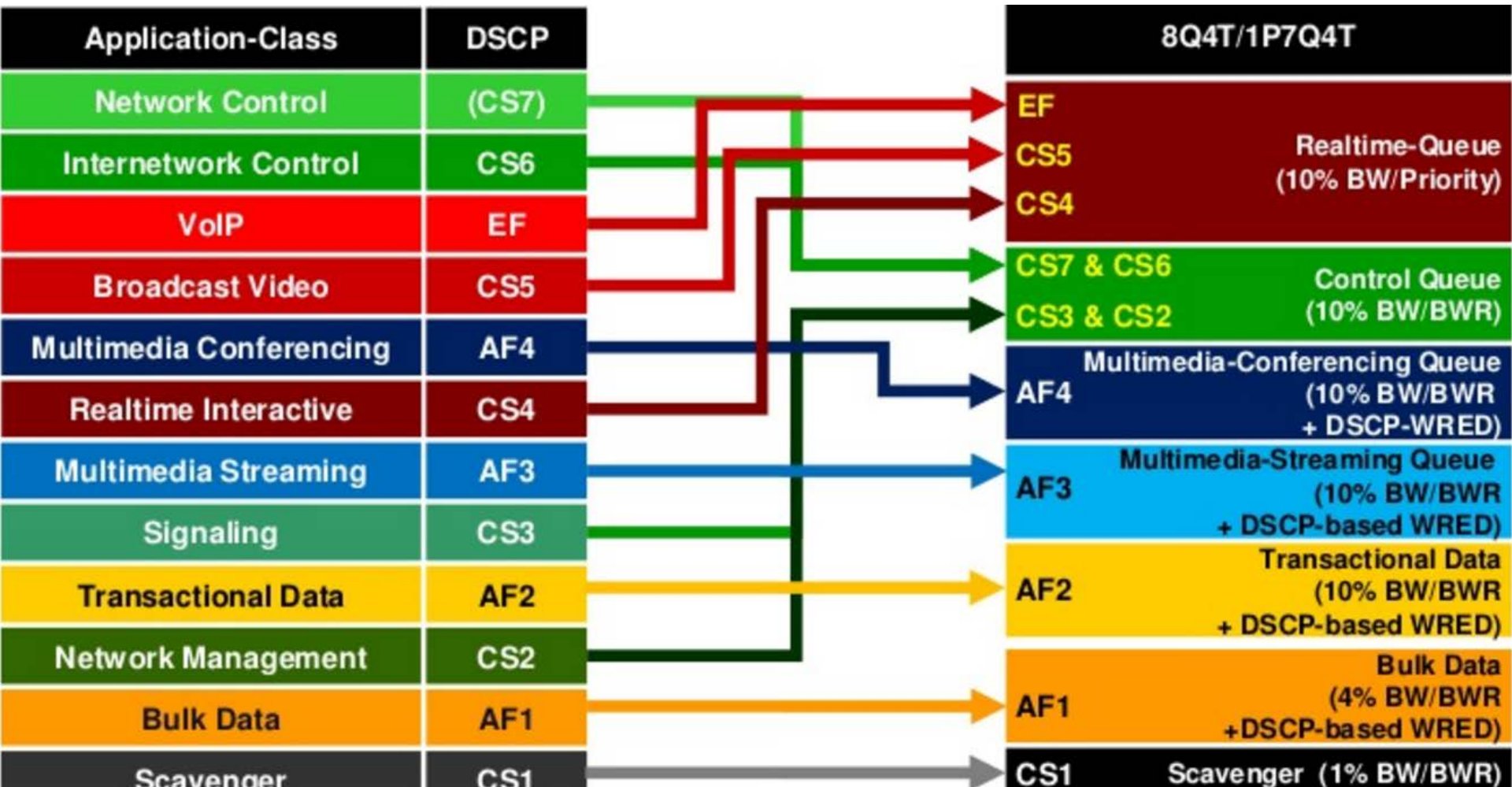
# 2P2Q (Catalyst 4500)



# 1P7Q1T



# 8Q4T/1P7Q4T (Catalyst 6500/6800)



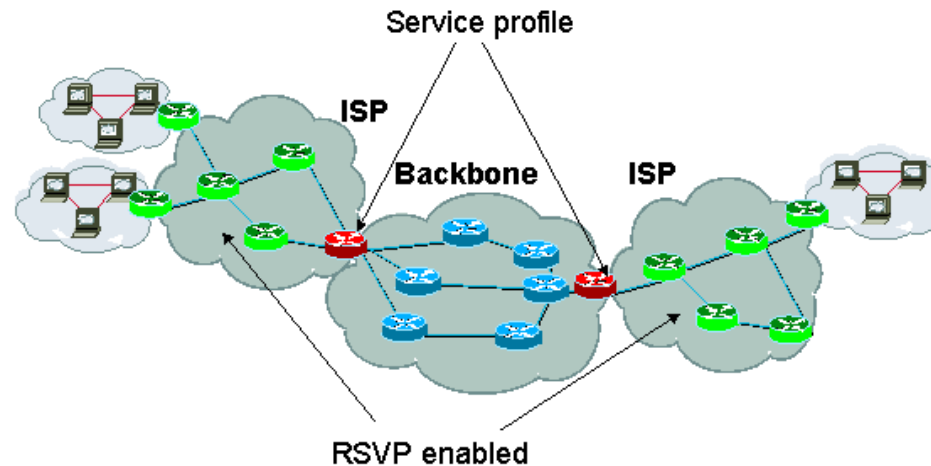
# Rozdíl mezi službami IntServ a DiffServ

Porovnávací kritéria/Technologie	IntServ	DiffServ
Zajištění kvality přenosu	na jednotlivý tok	na všechny toky
Rozsah zajištění kvality přenosu	na úrovni aplikace	na úrovni domény
Zdroj rezervace	provádí aplikace	provádí hraniční směrovač na základě SLA
Správa řízení	distribuovaná	centrálně v doméně
Signalizace	RSVP	DSCP
Škálovatelnost	limitována počtem datových toků	limitována počtem tříd
Typ kvality služby	GS, CLS, "Best-effort"	EF, AF, "Best-effort"
Složitost uplatnění	vysoká	nízká

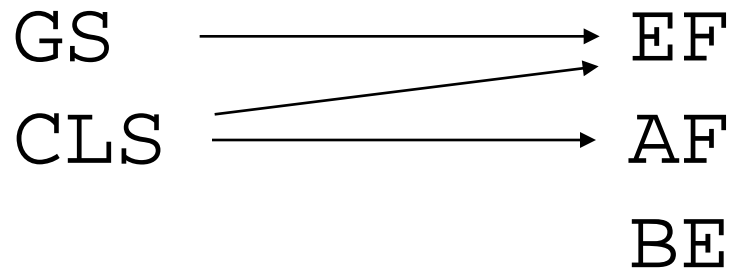
Dá se říci, že architektura Intserv je komplementární k architektuře Diffserv. Tyto architektury lze kombinovat tak, že se budou mapovat požadavky Intserv do požadavků Diffserv. Diffserv v porovnání s Intserv eliminuje práci s datovými toky a tím přispívá ke škálovatelnosti velkých sítí. Na druhé straně ovšem negarantuje koncovou kvalitu služby.

# Kombinované systémy

Problém je předmětem výzkumu, např. na Carnegie Mellon University v Pittsburgu (USA), viz obrázek z <http://www.ncne.nlanr.net/news/workshop/vbns-techs2/Talks/huiqos/sld013.htm>, kde okrajové sítě podporují RSVP/Intserv a páteří Diffserv.



Mapování z Intserv do Diffserv lze provést nejlépe takto:





---

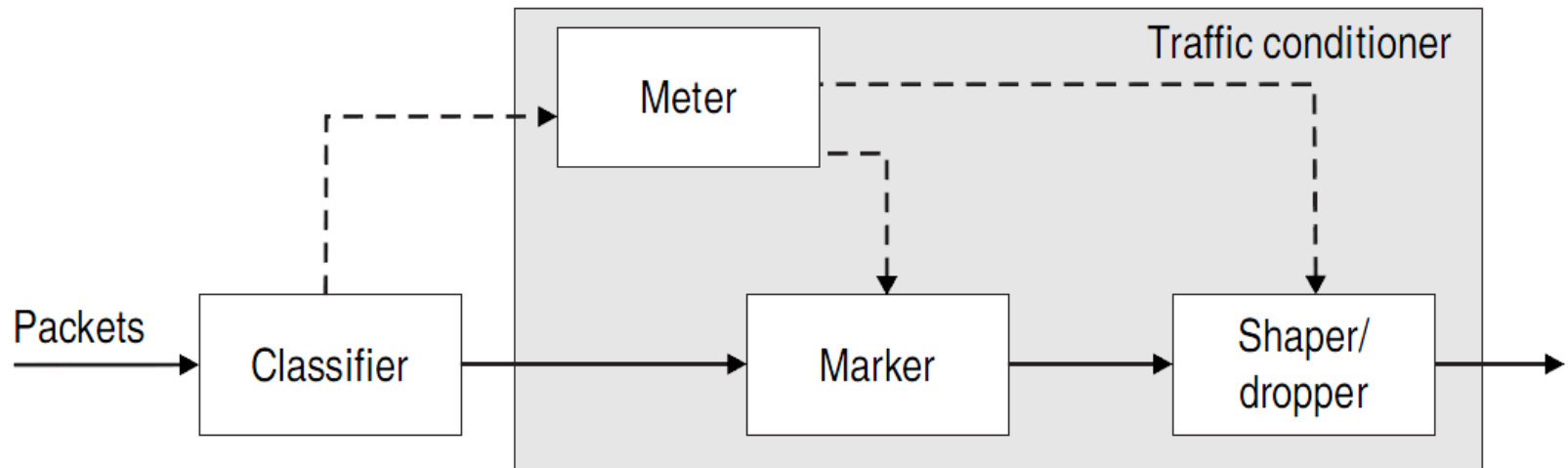
## 2. Klasifikace a značkování

# Kategorie mechanismů QoS

---

- Klasifikace
- Značkování
- Řízení zahlcení
- Předcházení zahlcení
- Omezení rychlosti (policing a shaping)
- Výkonnostní linky

# Způsob implementace politiky na směrovači



# Mechanismy pro klasifikaci na směrovačích

---

- ACL (Access Control List)
- NBAR (Network Based Application Recognition)

# NBAR

```
Pepa(config)#interface fastethernet 0/0
Pepa(config-if)#ip nbar protocol-discovery
Pepa#show ip nbar protocol-discovery
FastEthernet0/0
```

Protocol	Input	Output
	-----	-----
	Packet Count	Packet Count
	Byte Count	Byte Count
	5min Bit Rate (bps)	5min Bit Rate (bps)
	5min Max Bit Rate (bps)	5min Max Bit Rate (bps)
-----		
ftp	4317	10757
	279012	14127498
	0	62000
	15000	363000
dhcp	134	0
	82812	0
	1000	0
	1000	0
pop3	70	59
	4356	7487
	0	0
	0	1000
smtp	65	67
	6298	5142
	0	0
	0	0
http	3	2

# Kde všude lze použít priority?

---

config)#**priority-list 1** ?

default	Set priority queue for unspecified datagrams
interface	Set priorities for packets from a named interface
<b>protocol</b>	priority queueing by protocol
queue-limit	Set queue limits for

# Výběr podle protokolu

---

```
F(config)#priority-list 1 protocol ?
arp                IP ARP
bridge            Bridging
cdp               Cisco Discovery Protocol
http             HTTP
ip              IP
llc2             llc2
pad              PAD links
pppoe            PPP over Ethernet
snapshot         Snapshot routing support
.....          .....
```

# Výběr z protokolu IP

---

```
FC-CPE-1(config)#priority-list 1 protocol ip ?
```

**high**

medium

normal

low



# Jak zpřesnit IP pakety vysoké priority

---

```
FC-CPE-1(config)#priority-list 1 protocol ip high ?
```

```
fragments  Prioritize fragmented IP packets
gt         Prioritize packets greater than a specified size
list      To specify an access list
lt         Prioritize packets less than a specified size
tcp      Prioritize TCP packets 'to' or 'from' the specified port
udp       Prioritize UDP packets 'to' or 'from' the specified port
```

# Jak zpřesnit segmenty TCP?

---

```
FC-CPE-1(config)#priority-list 1 protocol ip high tcp ?
<0-65535>  Port number
domain    Domain Name Service (53)
echo      Echo (7)
ftp       File Transfer Protocol (21)
ftp-data  FTP data connections (20)
irc       Internet Relay Chat (194)
nntp     Network News Transport Protocol (119)
pop3     Post Office Protocol v3 (110)
smtp     Simple Mail Transport Protocol (25)
telnet   Telnet (23)
www      World Wide Web (HTTP, 80)
```

# Konfigurace prioritních front

---

```
F (config)#priority-list 1 protocol http high
F (config)#priority-list 1 protocol ip normal tcp ftp
F (config)#priority-list 1 protocol ip medium tcp telnet
!
F(config)#int s0/1/0
F(config-if)#priority-group 1
!
FC-CPE-1#show queueing priority
Current DLCI priority queue configuration:
Current priority queue configuration:
```

List	Queue	Args
1	high	protocol http
1	normal	protocol ip tcp port ftp
1	medium	protocol ip tcp port telnet

# Kontrola toků na vstupu a výstupu

---

```
F(config)#interface fastethernet 0/0
F(config-if)#ip flow egress
F(config-if)#ip flow ingress
F(config-if)#interface fastethernet 0/1
F(config-if)#ip flow ingress
F(config-if)#ip flow egress
!
F#show ip flow interface
FastEthernet0/0
  ip flow ingress
  ip flow egress
FastEthernet0/1
  ip flow ingress
  ip flow egress
!
F#clear ip flow stats
```

# Výstup statistik

## F#show ip cache flow

IP packet size distribution (3969 total packets):

1-32	64	96	128	160	192	224	256	288	320	352	384	416	448	480
.000	.351	.395	.004	.011	.001	.005	.009	.001	.002	.005	.001	.000	.000	.000
512	544	576	1024	1536	2048	2560	3072	3584	4096	4608				
.000	.000	.013	.000	.195	.000	.000	.000	.000	.000	.000				

IP Flow Switching Cache, 278544 bytes

2 active, 4094 inactive, 1368 added

22316 aged polls, 0 flow alloc failures

Active flows timeout in 30 minutes

Inactive flows timeout in 15 seconds

IP Sub Flow Cache, 17416 bytes

0 active, 1024 inactive, 0 added, 0 added to flow

0 alloc failures, 0 force free

1 chunk, 0 chunks added

last clearing of statistics 02:50:15

Protocol	Total	Flows	Packets	Bytes	Packets	Active(Sec)	Idle(Sec)
-----	Flows	/Sec	/Flow	/Pkt	/Sec	/Flow	/Flow
TCP-Telnet	9	0.0	13	47	0.0	5.2	10.8
TCP-FTP	28	0.0	7	62	0.0	0.8	10.4
TCP-WWW	64	0.0	7	138	0.0	0.3	2.1
TCP-other	16	0.0	75	840	0.1	0.0	4.1
UDP-DNS	878	0.0	1	72	0.0	0.0	15.4
UDP-other	347	0.0	3	88	0.1	4.5	15.5
ICMP	26	0.0	1	70	0.0	0.8	15.4
Total:	1368	0.1	2	318	0.3	1.2	14.6

# Jiná varianta výstupu

```
F#show ip cache verbose flow
```

```
IP packet size distribution (5223 total packets):
```

```
  1-32  64  96 128 160 192 224 256 288 320 352 384 416 448 480
    .000 .303 .030 .142 .031 .034 .001 .002 .001 .000 .000 .004 .000 .075 .000
```

```
.....
```

```
IP Flow Switching Cache, 278544 bytes
```

```
  9 active, 4087 inactive, 62 added
```

```
.....
```

Protocol	Total	Flows	Packets	Bytes	Packets	Active(Sec)	Idle(Sec)
-----	Flows	/Sec	/Flow	/Pkt	/Sec	/Flow	/Flow
TCP-Telnet	18	0.0	3	45	0.2	3.6	10.9

```
.....
```

SrcIf	SrcIPAddress	DstIf	DstIPAddress	Pr	TOS	Flgs	Pkts
Port Msk AS		Port Msk AS	NextHop			B/Pk	Active
Fa0/1	0.0.0.0	Null	255.255.255.255	11	00	10	222
0044 /0 0		0043 /0 0	0.0.0.0			604	1356.9
Fa0/1	10.0.0.200	Se0/1/0	10.20.0.200	06	00	18	1368
01BD /0 0		06AA /0 0	0.0.0.0			970	184.9
Fa0/1	10.0.0.200	Se0/1/0*	10.20.0.200	06	00	18	1368
01BD /0 0		06AA /0 0	0.0.0.0			970	184.9
FFlags: 01							
Se0/1/0	10.20.0.200	Fa0/0	172.17.1.1	11	00	10	5
0404 /0 0		0035 /0 0	0.0.0.0			62	4.3
Se0/1/0	10.20.0.200	Fa0/0*	172.17.1.1	11	00	10	5
0404 /0 0		0035 /0 0	0.0.0.0			62	4.3
FFlags: 01							
Fa0/0	172.17.1.1	Se0/1/0*	10.20.0.200	11	00	10	5
0035 /0 0		0404 /0 0	0.0.0.0			62	4.3
FFlags: 01							
Fa0/0	172.17.1.1	Se0/1/0	10.20.0.200	11	00	10	5
0035 /0 0		0404 /0 0	0.0.0.0			62	4.3
Se0/1/0	10.20.0.200	Fa0/1	10.0.0.200	06	00	18	1152

# Dílčí závěr

---

**Klasifikace a značkování slouží jako prvotní kroky k zajištění kvality hlasu, samy o sobě však nemění chování provozu.**

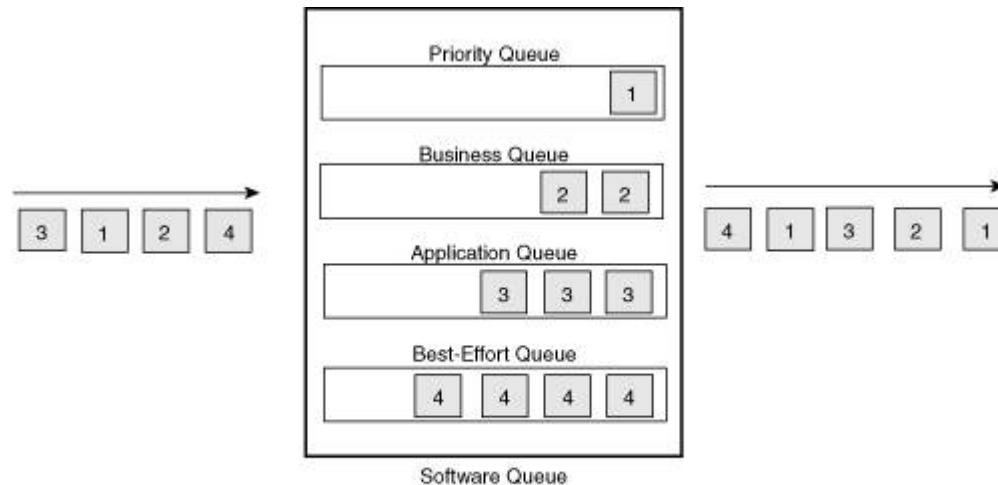
---

# 3. Metody řazení do fronty



# Necítíte se přetížení?

Neobsloužené požadavky ukládáme do vyrovnávací paměti. Směrovače obsahují hardwarové i softwarové fronty. Hardwarové fronty pracují metodou FIFO. Při zaplnění její kapacity se pakety ukládají do softwarových front, u kterých lze použít různé mechanismy řazení do fronty



A software queuing mechanism is only invoked after an interface hardware queue overflows.

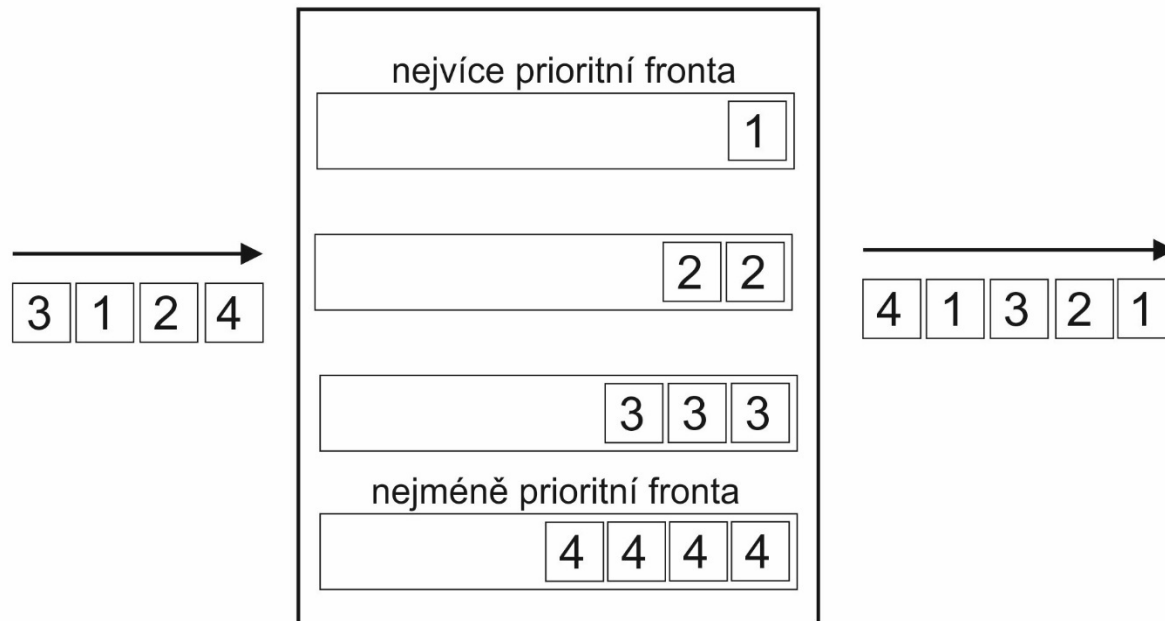
# Metoda řazení FIFO



FIFO queuing does not perform any packet reordering.

Hlasové pakety mohou být trhány velkými např. FTP pakety, což může vést k vyhladovění provozu a k značným pauzám ve hlasu.

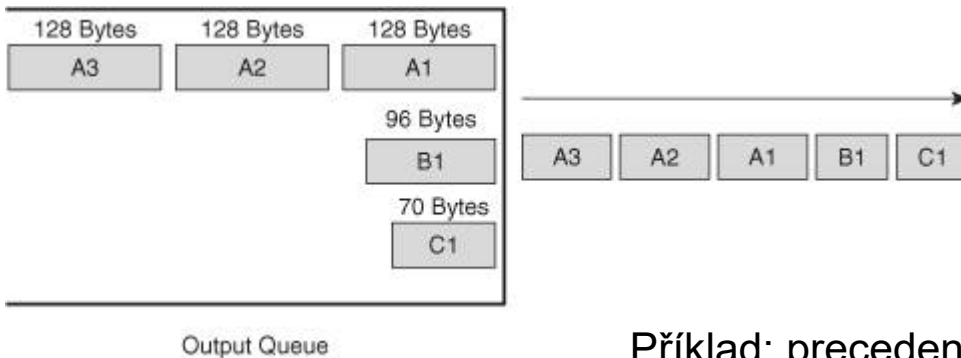
# Řazení PQ (priority Queuing)



Režim dokáže vyhladovět provoz s nízkou prioritou.

# Metoda WFQ (Weighted Fair Queuing)

Určena pro rozhraní s nízkými přenosovými rychlostmi (do 2 Mb/s).  
IP precedence slouží jako váha, ukazatel se posunuje byte po byte.

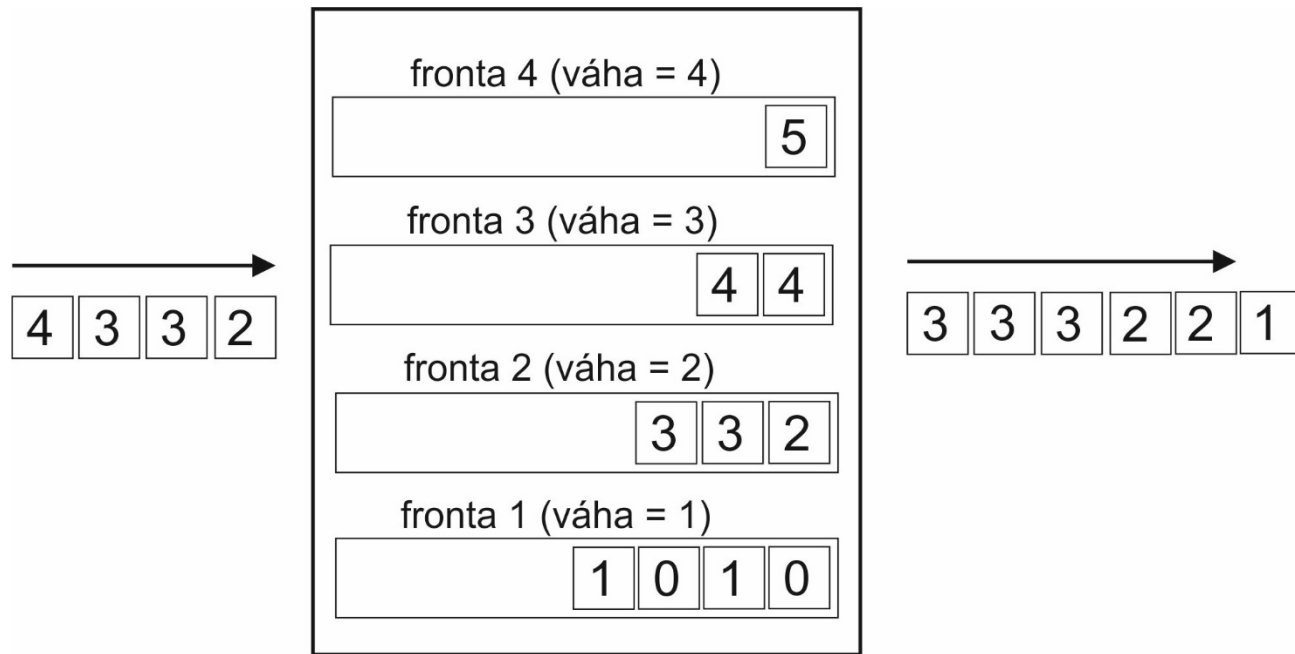


Příklad: precedence: 1, 2, 3, 4, 5

Součet precedencí:  $1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$

Šířky pásma budou  $1/15, 2/15, 3/15, 4/15, 5/15$

# Realizace WFQ u Cisco



$$\text{váha} = 32768 / (\text{IP Prec.} + 1)$$

# Řazení CB-WFQ

## (Class-Based Weighted Fair Queuing)

---

Mechanismus WFO na rozdíl od PQ zajišťuje, že žádný provoz nevyhladoví, čili není opomíjen. Ani jeden však nezajistí dostupnost pásma pro definované typy provozu. Pomocí mechanismu CB-WFQ lze naopak určit minimální šířku pásma a to pro 64 tříd provozu.

Nevyhladoví ani provoz s nižší prioritou, jako je tomu u PQ.

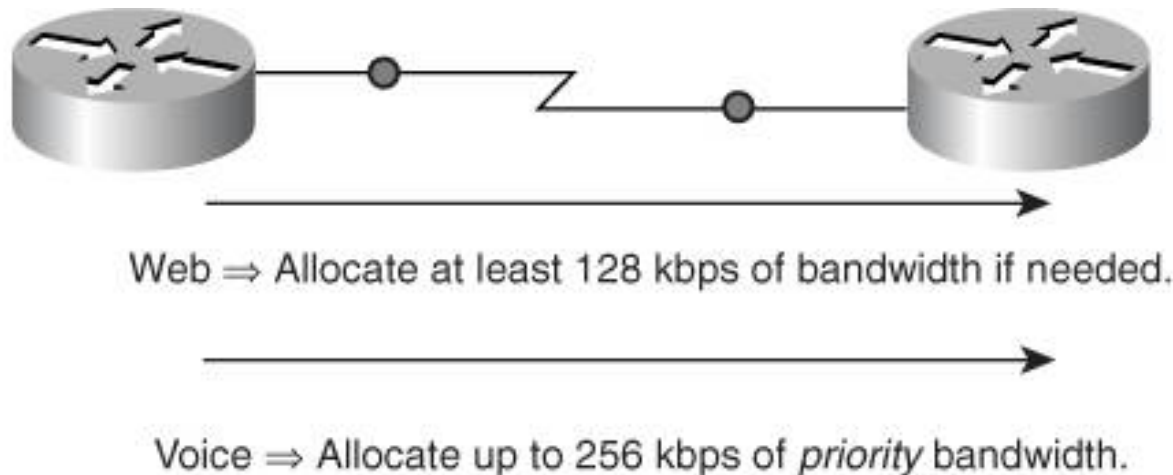
Jediná nevýhoda: nedostatek mechanismů pro prioritní řízení, to řeší drobná úprava řazení CB-WFO, která se nazývá LLQ.

LLQ může jedné nebo více třídám provozu nařídít provoz směřovat do prioritní fronty.

Je si ale třeba uvědomit, že umístěním paketu do prioritní fronty nepřidělujeme tomuto provozu pouze šířku pásma, ale také policing (omezení dostupné šířky pásma), aby provoz s nižší prioritou nevyhladověl.

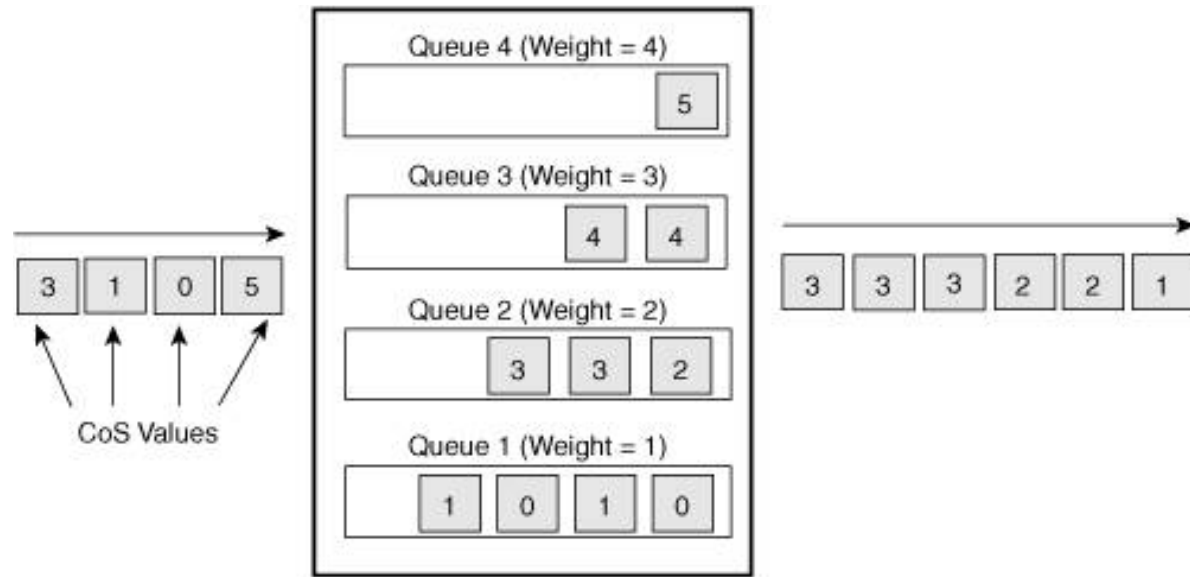
LLQ je typ řazení preferovaný pro provoz, citlivý na zpoždění.

# Od řazení CB-WFQ k LLQ (Low Latency Queuing)



While CB-WFQ allocates a specific bandwidth amount, LLQ can allocate *priority* bandwidth amounts for specified traffic classes.

# Řazení WRR (Weighted Round Robin) používané u přepínačů Catalyst



WRR *weights* queues to determine the relative amount of bandwidth available to each queue. In this example, Queue 4 has twice the available bandwidth of Queue 2.

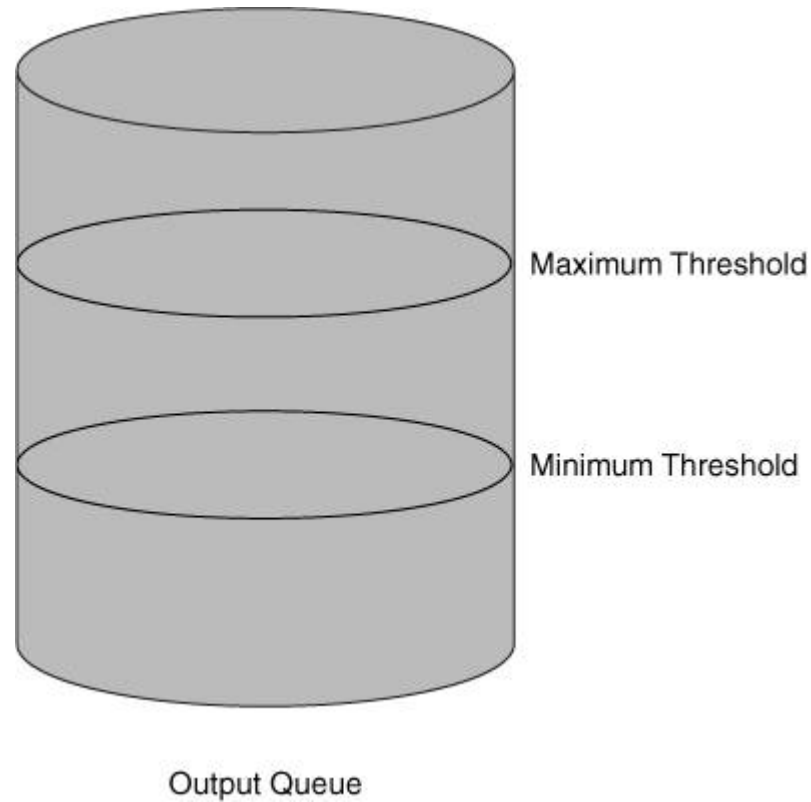
Priority a cyklická obsluha



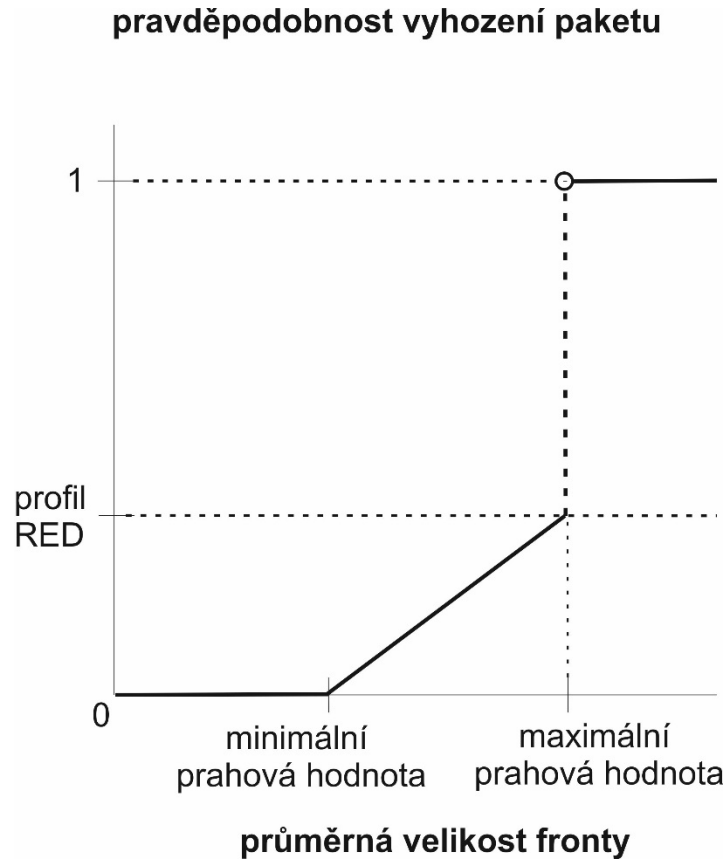
# Mechanismus RED

## (Random Early Detection)

---



# Rozsahy zahazování RED



Pravděpodobnost zahození:  $1/5 = 0,2 = 20 \%$

# WRED (Weighted RED)

---

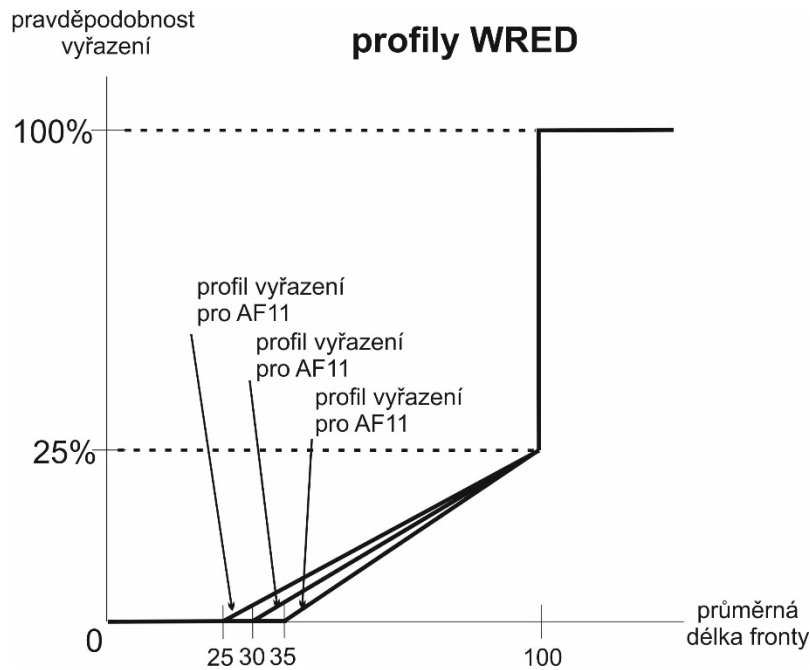
Na rozdíl od RED WRED vytváří profil pro každé značení priority.

Příklad:

Paket s precedencí 0 má minimální limit 20 paketů (začnou se zahazovat v případě přetížení dříve).

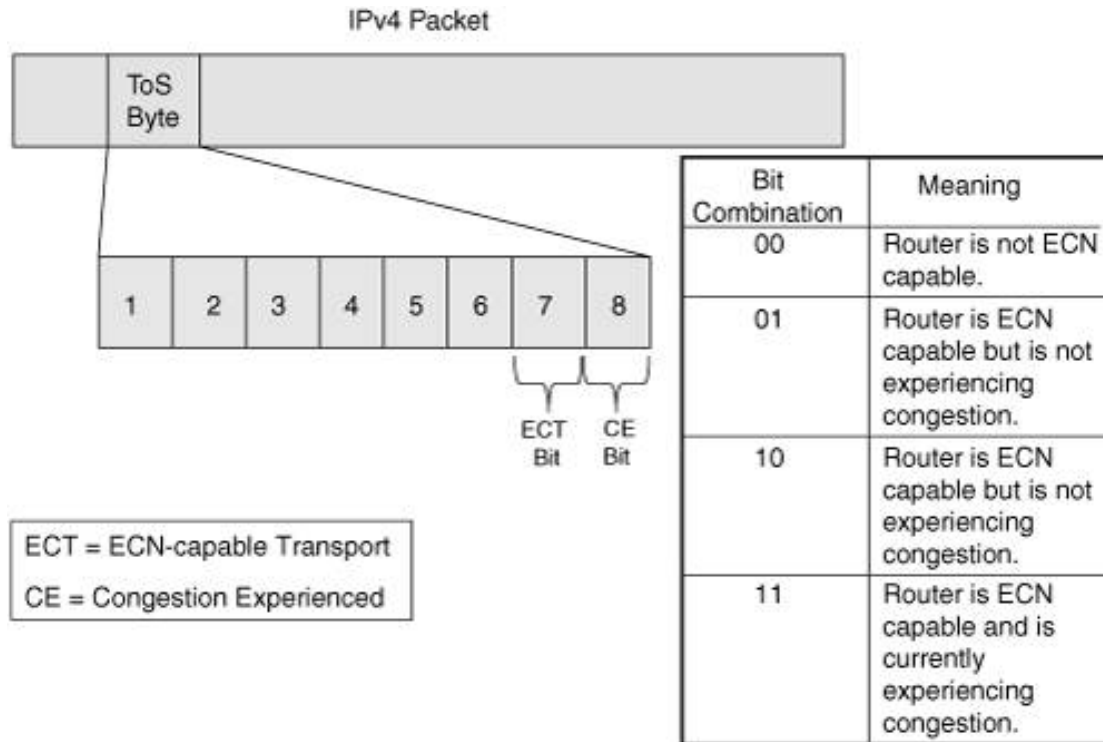
Paket s precedencí 1 má minimální limit 25 paketů.

# Ukázka použití mechanismu WRED



profil vyřazení je různý pro různé třídy provozu

# WRED (Weighted RED) a oznámení ECN (Explicit Congestion Notification)



ECN (Explicit Congestion Notification) je používáno směrovači jako nastavba WRED: signalizuje, že je třeba snížit rychlost.

# Usměrňovače provozu

---

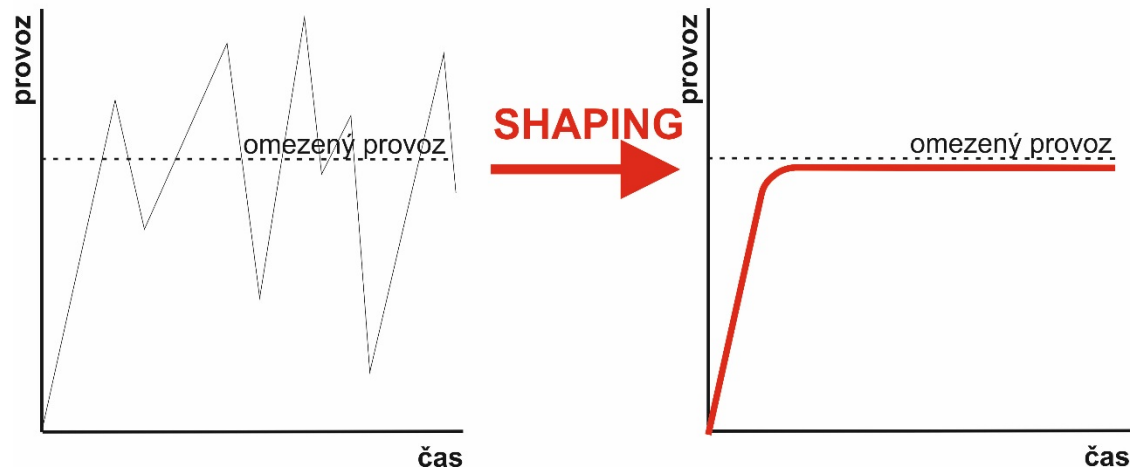
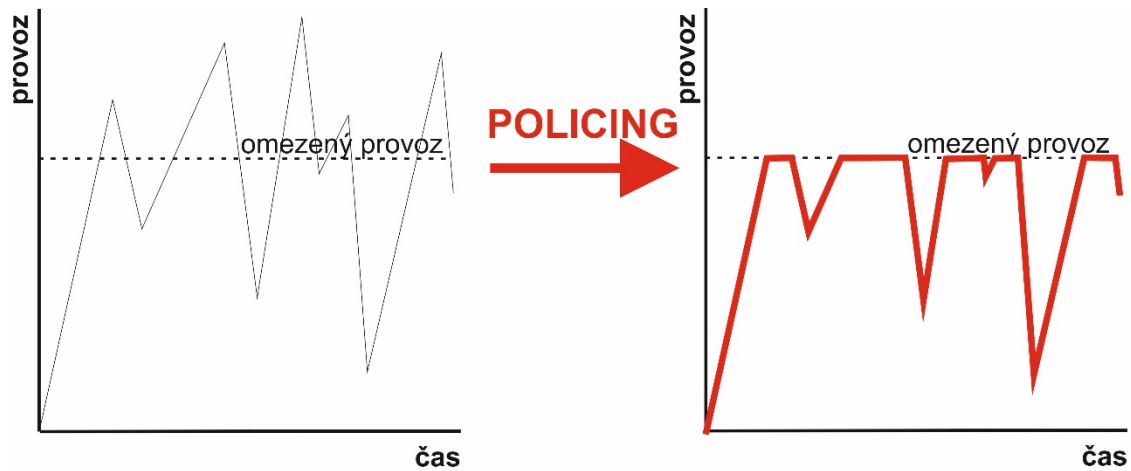
Jsou to mechanismy QoS, které limitují šířku pásma:

Policing: zahazuje – mechanismus lze uplatnit v příchozím i odchozím směru

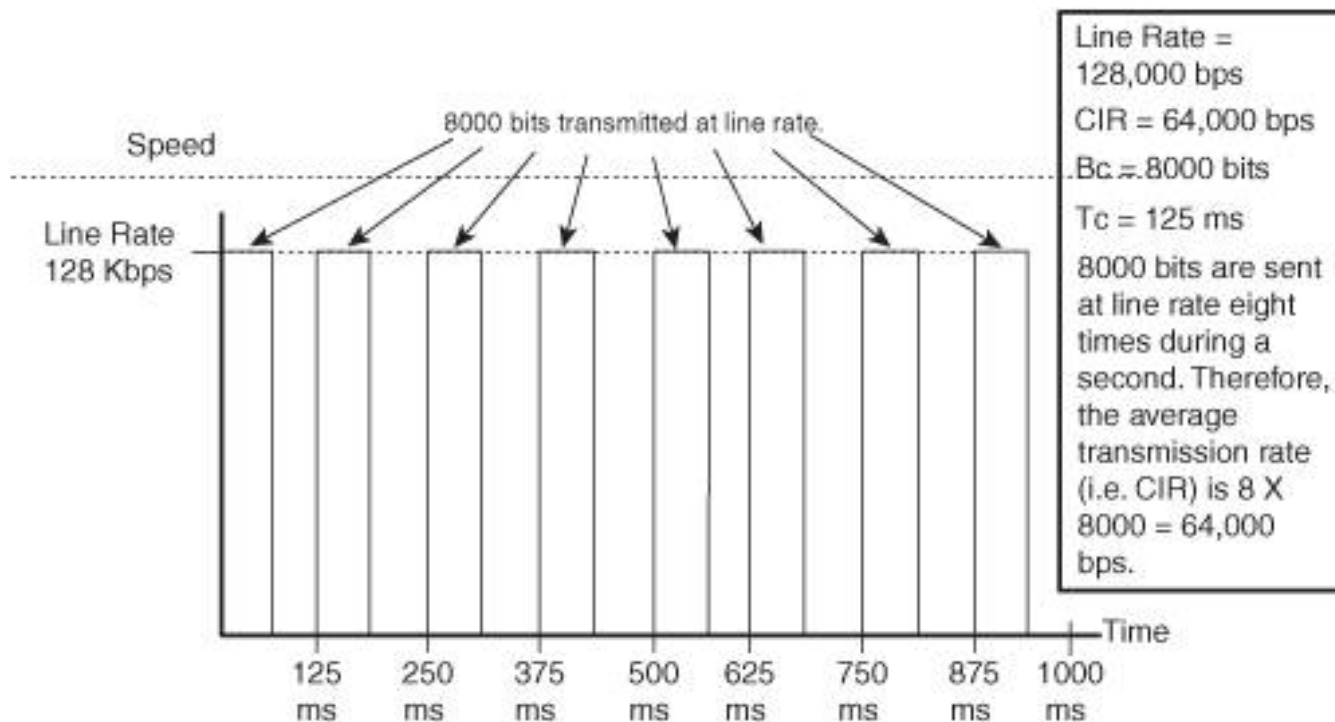
Shaping: ukládá do vyrovnávací paměti

- může vést ke zpoždění, proto je určeno pro rozhraní s nižšími přenosovými rychlostmi

# Rozdíl shaping – policing

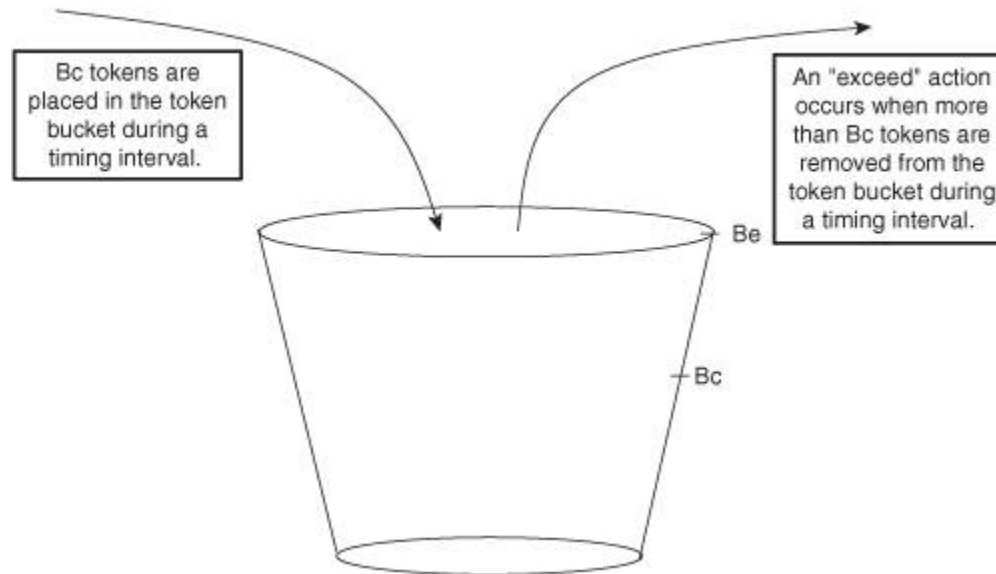


# Příklad metody sharpening (přenos 64kb/s přes linku 128 kb/s)

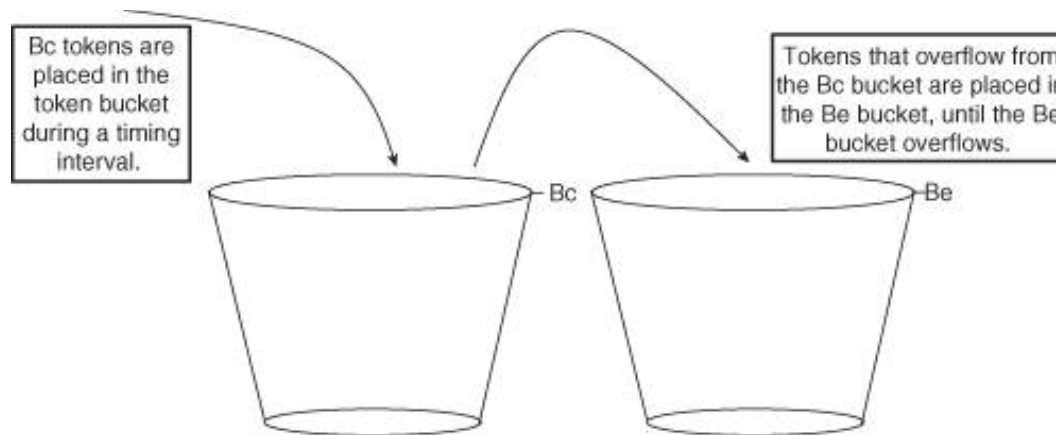




# Token Bucket

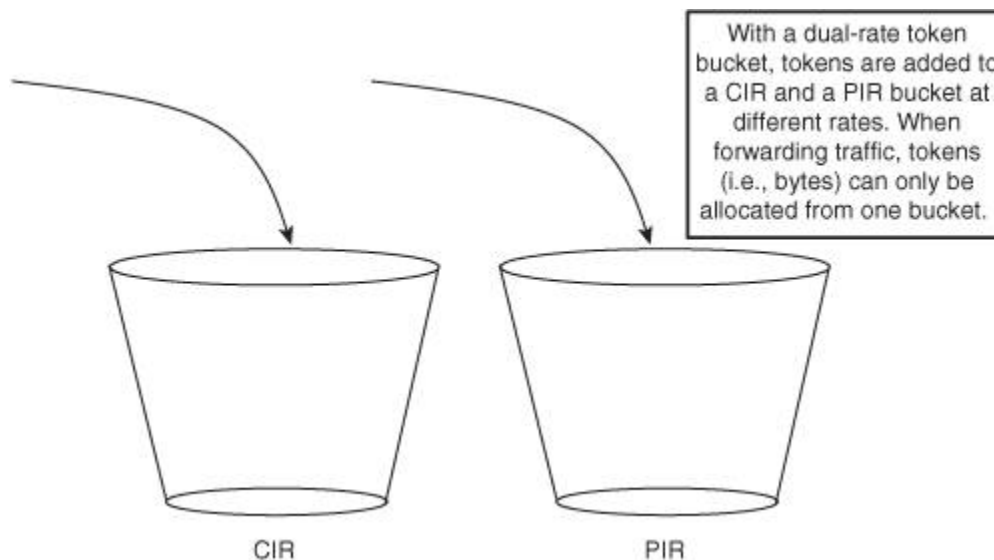


# Dvojitá nádoba s pověřenými



Lze-li paket přeměřovat pomocí bajtů z první nádoby, je vyhovující.  
Pokud je nutná i druhá nádoba, jde o nadměrný provoz.  
Pokud ani to, jde o porušující (violating) provoz

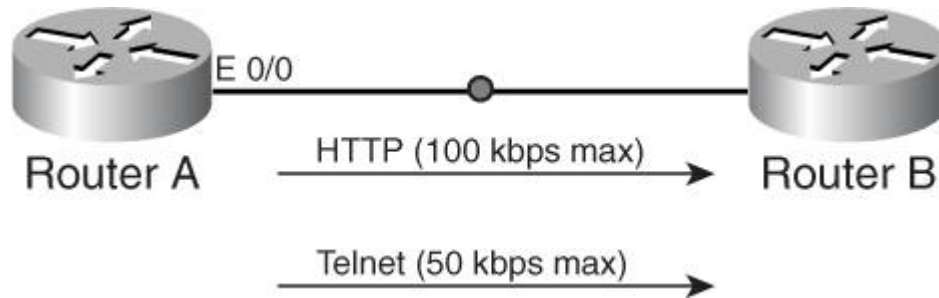
# Dvě nádoby pro dvourychlostní policing



PIR (Peak Information Rate) se naplňuje vyšší rychlostí  
S nadměrnými pakety se dělá akce překročení (např. se paket přenesse s DSCP AF11)

# Mechanismus policing

Omezení pro zajištění přenosu hlasu.



# Sharping na sítích Frame Relay

## Oznámení BECN

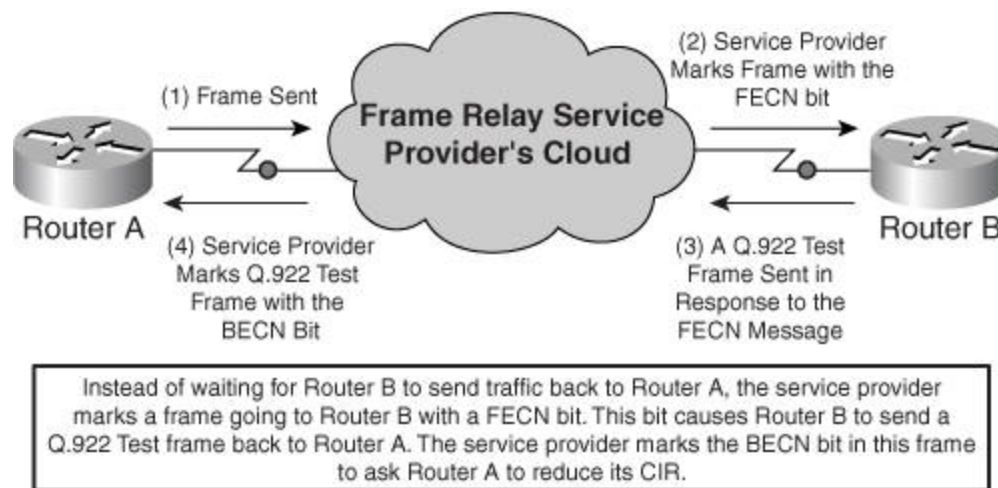


When Router A receives a frame marked with a BECN bit, it reduces its CIR by 25 percent.

Výchozí směrovač musí být nakonfigurován tak, aby reagoval na BECN.

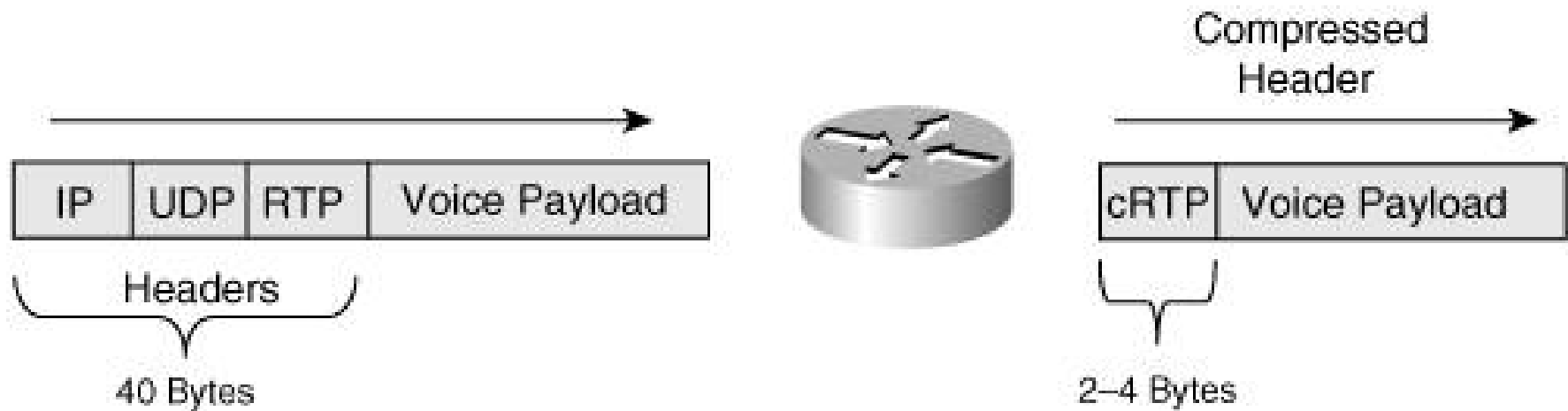
# Sharping na sítích Frame Relay

## Oznámení BECN



Cílový směrovač musí být nakonfigurován tak, aby reagoval na FECN:  
Pošle bezvýznamný rámec (testovací rámec Q.922).  
Zvýšení rychlosti je už opatrné:  $(B_e + B_c)/16$  bitů za časový interval.

# Komprimace záhlaví



# Fragmentace a prokládání (LFI - Link Frgmentation and Interleaving)



Tři mechanismy LFI:

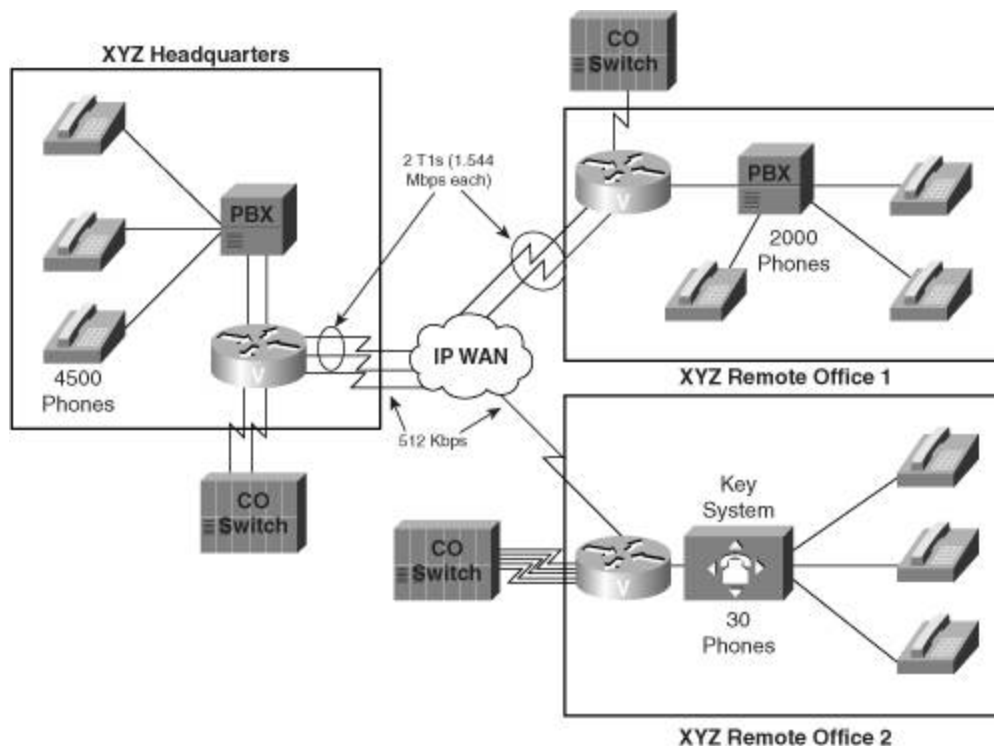
- MLPP (také označení MP, MPL, MPPP či Multilink)
- FRF.12 - VoIPoFR
- FRF.11 Annex C – u linek VoFR

Při konfiguraci mechanismu LFI musí být zpoždění serializace v rozsahu od 10 do 35 ms

Příklad: Rámec 512 B na lince o 128 kb/s má zpoždění serializace  
 $(512 * 8) / 128 = 32$  ms, neboli nevyhovuje požadavku



# Příklad: Navrhované řešení pro firmu XYZ



Doporučení: Ústředí společnosti XYZ – vzdálená pobočka 1: LLQ nebo WRED  
Ústředí společnosti XYZ – vzdálená pobočka 2: LLQ, WRED, c RTP, MLP

# Příklad: Implementace QoS pro domácí ADSL připojení do Internetu

---

Vytvoříme si třídu protokolů typu P2P a do ní zařadíme protokoly BitTorrent, FastTrack, Gnutella, Kazaa, and Napster. Pojmenujeme třídu jako p2p.

```
pepa (config)# class-map match-any p2p
pepa (config-cmap)# match protocol bittorrent
pepa (config-cmap)# match protocol fasttrack
pepa (config-cmap)# match protocol gnutella
pepa (config-cmap)# match protocol kazaa2
pepa (config-cmap)# match protocol napster
```

# Konfigurujeme ostatní třídy

---

```
pepa (config)# class-map match-any voip
pepa (config-cmap)# match protocol sip
pepa (config-cmap)# exit
pepa (config)# class-map match-any important
pepa (config-cmap)# match protocol icmp
pepa (config-cmap)# exit
pepa (config)# class-map match-any high-priority
pepa (config-cmap)# match protocol secure-http
pepa (config-cmap)# match protocol ssh
pepa (config-cmap)# match protocol dns
pepa (config-cmap)# match protocol ntp
pepa (config-cmap)# exit
pepa (config)# class-map match-any normal
pepa (config-cmap)# match protocol http
pepa (config-cmap)# match protocol ftp
pepa (config-cmap)# match protocol pop3
pepa (config-cmap)# match protocol smtp
pepa (config-cmap)# exit
```

# Definujeme politiku s využitím IP precedencí

```
pepa (config)# policy-map ma_politika
pepa (config-pmap)# class voip
pepa (config-pmap-c)# set ip precedence 6
pepa (config-pmap-c)# exit
pepa (config-pmap)# class important
pepa (config-pmap-c)# set ip precedence 6
pepa (config-pmap-c)# exit
pepa (config-pmap)# class high-priority
pepa (config-pmap-c)# set ip precedence 5
pepa (config-pmap-c)# exit
pepa (config-pmap)# class normal
pepa (config-pmap-c)# set ip precedence 3
pepa (config-pmap-c)# exit
pepa (config-pmap)# class p2p
pepa (config-pmap-c)# police 10000 5000 5000 conform-action set-prec-
transmit 2 exceed-action set-prec-transmit 1
```

U P2P přenosů je do 10 kb/s přidělována priorita 2, při překročení je snížena na 1.

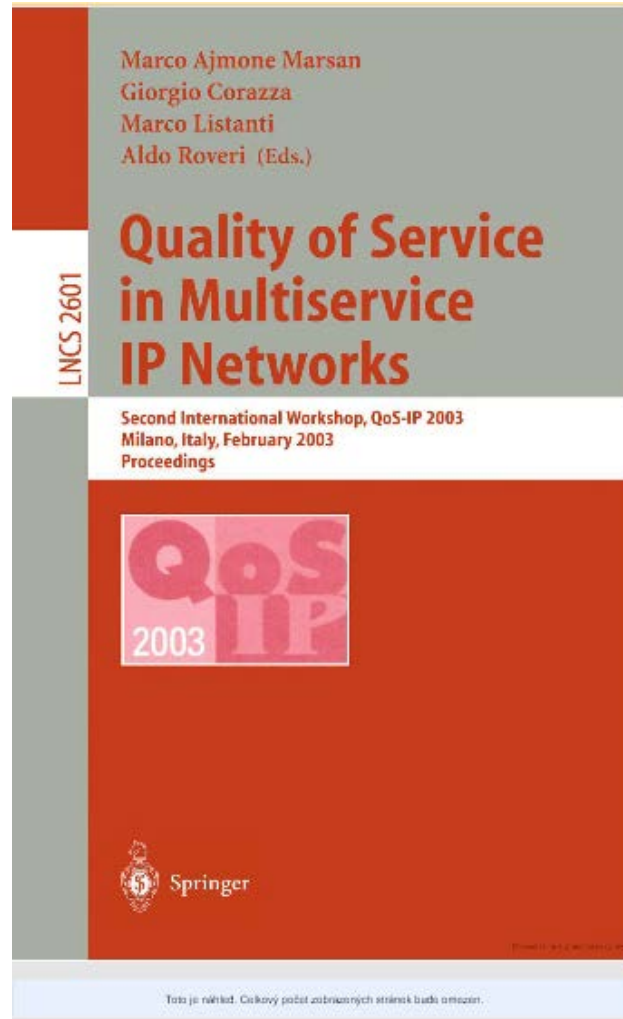
# Přiřadíme politiky na rozhraní

---

```
pepa (config)# interface FastEthernet0  
pepa (config-if)# service-policy input ma_politika  
pepa# wr mem
```

Ověříme správnost nastavení pomocí stahování většího souboru pomocí BitTorrent a sledování použitého pásma, pak dáme ping anebo zavoláme a měla by rychlost stahování souboru poklesnout.

# Doporučená literatura



# Doporučená literatura

---

## Deploying IP and MPLS QOS for Multiservice Networks

Theory and Practice

**John Evans**  
Cisco Systems, London, UK

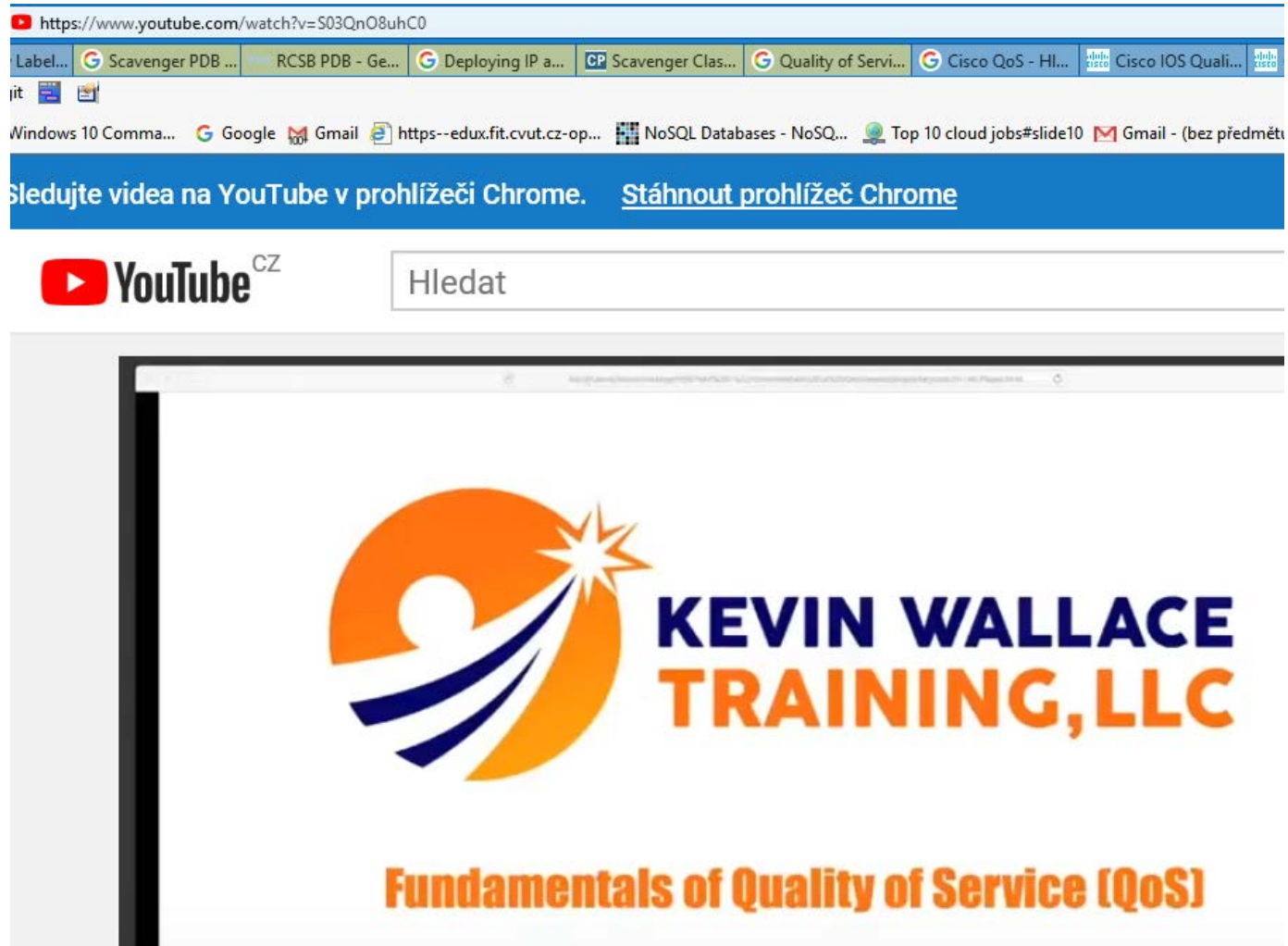
**Clarence Filstils**  
Cisco Systems, Brussels, Belgium



AMSTERDAM • BOSTON • HEIDELBERG • LONDON  
NEW YORK • OXFORD • PARIS • SAN DIEGO • SAN  
FRANCISCO • SINGAPORE • SYDNEY • TOKYO  
Morgan Kaufmann Publishers is an imprint of Elsevier



# Doporučený zdroj





The image shows a screenshot of a web browser displaying a YouTube video player. The browser's address bar shows the URL <https://www.youtube.com/watch?v=S03QnO8uhC0>. The browser's tab bar contains several tabs, including "Scavenger PDB...", "RCSB PDB - Ge...", "Deploying IP a...", "Scavenger Clas...", "Quality of Servi...", "Cisco QoS - HI...", and "Cisco IOS Quali...". The browser's search bar contains the text "Hledat". The video player displays a logo for "KEVIN WALLACE TRAINING, LLC" and the title "Fundamentals of Quality of Service (QoS)".

Label... Scavenger PDB ... RCSB PDB - Ge... Deploying IP a... CP Scavenger Clas... Quality of Servi... Cisco QoS - HI... Cisco IOS Quali...

Windows 10 Comma... Google Gmail https--educ.fit.cvut.cz-op... NoSQL Databases - NoSQ... Top 10 cloud jobs#slide10 Gmail - (bez předmět

Sledujte videa na YouTube v prohlížeči Chrome. [Stáhnout prohlížeč Chrome](#)

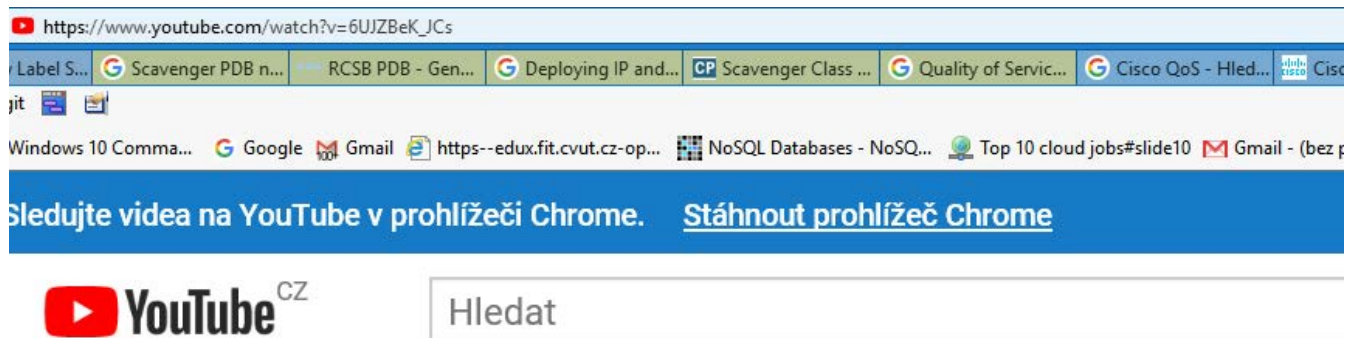
 YouTube<sup>CZ</sup>

 **KEVIN WALLACE  
TRAINING, LLC**

**Fundamentals of Quality of Service (QoS)**



# Doporučený zdroj




https://www.youtube.com/watch?v=6UJZBeK\_JCs

Label S... Scavenger PDB n... RCSB PDB - Gen... Deploying IP and... Scavenger Class ... Quality of Servic... Cisco QoS - Hled... Cisco

Windows 10 Comma... Google Gmail https--educ.fit.cvut.cz-op... NoSQL Databases - NoSQ... Top 10 cloud jobs#slide10 Gmail - (bez p

Sledujte videa na YouTube v prohlížeči Chrome. [Stáhnout prohlížeč Chrome](#)

 YouTube<sup>CZ</sup>

**Cisco Catalyst 3560 and  
3750 QoS Simplified...**

**Seriously!**

by

**Kevin Wallace**

**CCIE#7945, CCSI#20061**

# Doporučený zdroj

https://www.youtube.com/watch?v=xePZcobaJUY

Label Spec... Scavenger PDB netw... RCSB PDB - Gene Vi... Deploying IP and M... Scavenger Class > Q... Quality of Service in ... Cisco QoS - Hleda

jit

Windows 10 Comma... Google Gmail https--educ.fit.cvut.cz-op... NoSQL Databases - NoSQ... Top 10 cloud jobs#slide10 Gmail - (bez předmětu) -

Sledujte videa na YouTube v prohlížeči Chrome. [Stáhnout prohlížeč Chrome](#)



Hledat

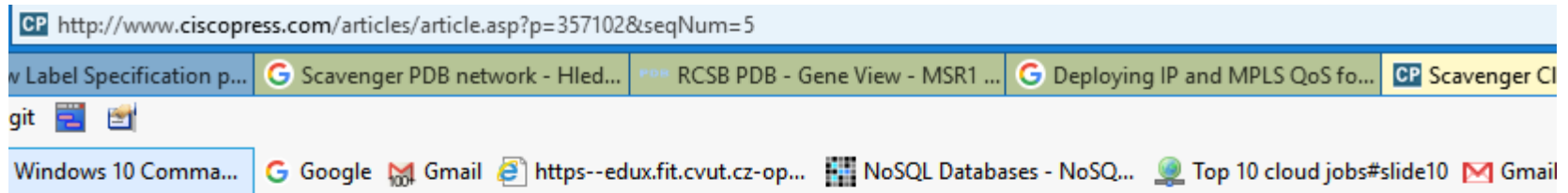
## Cisco QoS: Design and Best Practices for Enterprise Networks

Presenters:

Ken Briley  
Technical Lead,  
Cisco Systems, Inc.

Patrick Hubbard  
Head Geek, SolarWinds Worldwide, LLC

# Doporučený zdroj



Home > Articles > Quality of Service Design Overview

## Quality of Service Design Overview

By [Tim Szigeti](#), [Christina Hattingh](#).

Sample Chapter is provided courtesy of [Cisco Press](#).

Date: Dec 17, 2004.

# Doporučený český zdroj

The screenshot shows the website [www.samuraj-cz.com](http://www.samuraj-cz.com) with a navigation menu on the left and a main article. The navigation menu includes: [aktuality](#), [články](#), [články - série](#), [články - krátký seznam](#), [fotogalerie](#), [kontakt](#), and a [přihlásit](#) button. The main article is titled **Cisco QoS 5 - QoS na switchi, MLS, SRR, Auto QoS** and is dated **Sobota, 14.02.2009 14:55**. The author is [Samuraj - Petr Bouška](#) and the category is [Cisco admin](#). The article text begins: "Konfigurace, které byly popsány v předchozích dílech, byly primárně určen routery, i když se dají (občas v nějaké omezenější formě) použít i na swi... V tomto díle se budu věnovat speciálním příkazům a konfiguracím určeným p... Z principu činnosti, kdy switch často připojuje koncové klienty, je na ně řešit jiné operace než na routeru."

- [Cisco QoS 1 - úvod do Quality of Service a DiffServ](#) [18.01.2009 14:55]
- [Cisco QoS 2 - Classification and Marking, Modular QoS CLI](#) [26.01.2009 14:55]
- [Cisco QoS 3 - omezování rychlosti - Policing, Shaping](#) [01.02.2009 14:55]
- [Cisco QoS 4 - garance rychlosti - řazení do front - Queuing](#) [14.02.2009 14:55]
- [Cisco QoS 5 - QoS na switchi, MLS, SRR, Auto QoS](#) [14.02.2009 14:55]
- [Cisco QoS 6 - praktické příklady použití QoS](#) [28.02.2009 16:00]