



MPLS

(Podpora QoS)

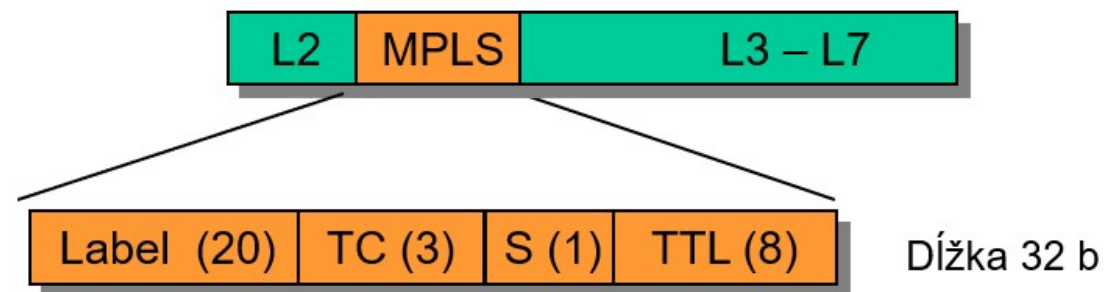
Martin Medvecký

martin.medvecky@adlerka.sk



Podpora QoS v MPLS

- Umožňuje plánovanie prevádzky (*Traffic Engineering–TE*)
- Podpora QoS prostredníctvom MPLS–DiffServ (*DiffServ-TE*)
(*Max. 8 tried TE*)

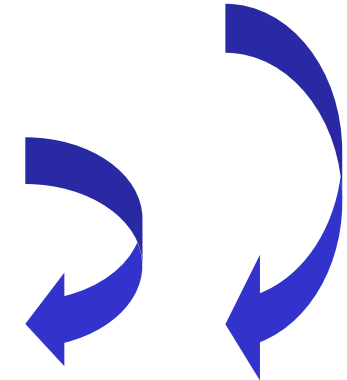


- Definované 3 BC (*Bandwidth Constraint*) modely
 - Maximum Allocation Model
 - Maximum Allocation Model with Reservation
 - Russian Dolls Model



Class of Service

- MPLS Traffic Engineering umožňuje poskytovať rôzne CoS (*Class of Service*)
- MPLS siete sú využívané pre rôzne účely (email, web, telefónia, video)



- Pakety môžu byť MPLS sieťou prenášané po rôznych LSP (s cieľom zabezpečiť požadovanú šírku pásma a oneskorenie) v závislosti na príslušnosti ku CoS.
- Pakety môžu byť v LSR spracovávané/radené rozdielne podľa ich príslušnosti ku CoS



MPLS Traffic Engineering

- TE - určovanie spôsobu prechodu prevádzky sieťou s cieľom efektívne využiť sieťové zdroje
- Cieľ - emulovať deterministické vlastnosti ATM sietí v IP prostredí
- Výsledok – sieť je efektívnejšia a poskytuje prediktívne služby
- TE umožňuje:
 - Poskytovať SLA (*Service Level Agreement*)
 - Poskytovať služby náročné na QoS prostredníctvom IP sietí

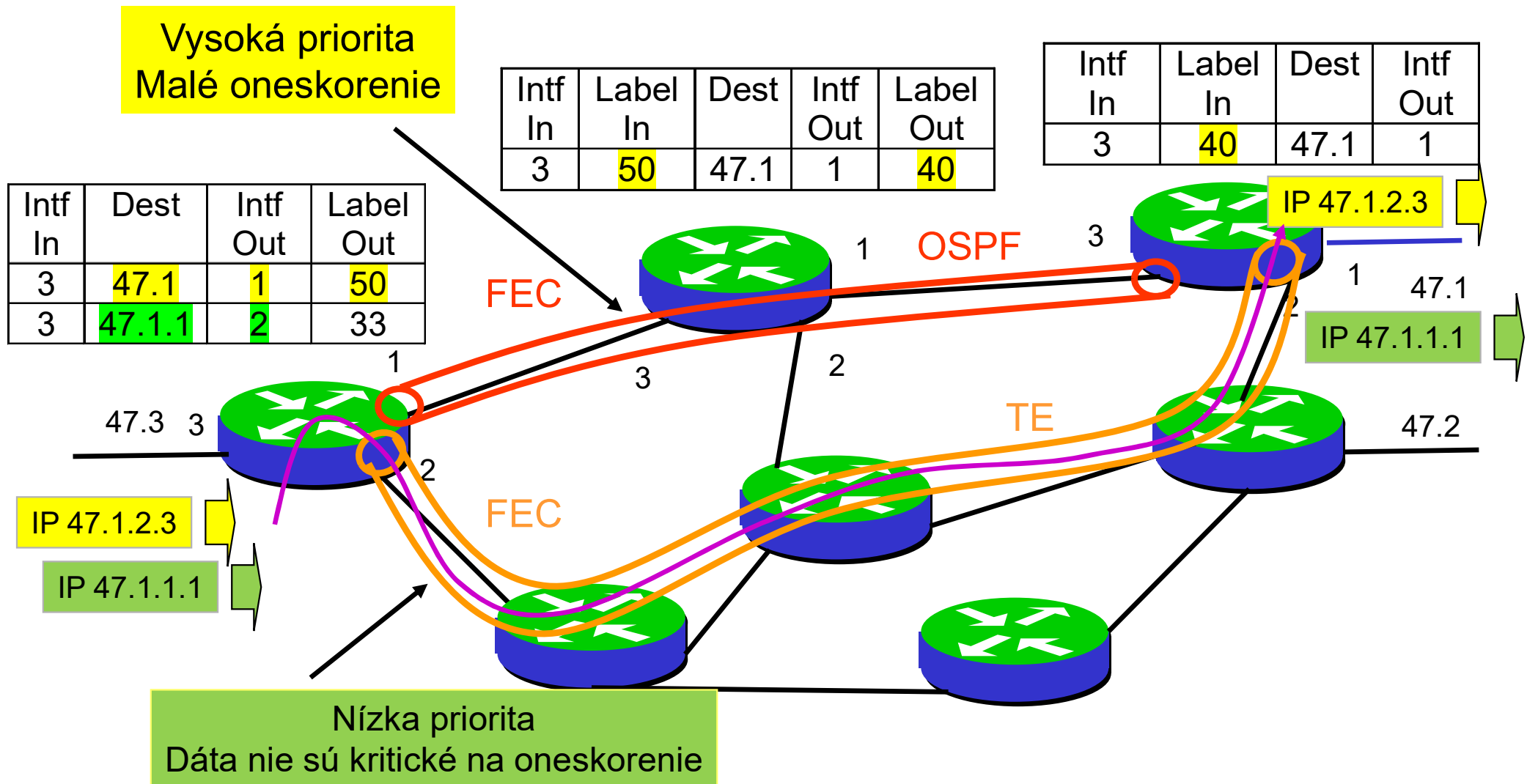


Vysoká priorita
Malé oneskorenie

Intf In	Label In	Dest	Intf Out	Label Out
3	50	47.1	1	40

Intf In	Label In	Dest	Intf Out
3	40	47.1	1

Intf In	Dest	Intf Out	Label Out
3	47.1	1	50
3	47.1.1	2	33





Diferencované služby

- Špecifikované v RFC 2475
- Využíva zlučovanie (agregáciu) dátových tokov do tried:
 - Okrajové smerovače (resp. koncové zariadenia) zadeľujú a označujú pakety do jednotlivých tried
 - Vnútorne smerovače spracovávajú pakety podľa ich označenia po skupinách tokov
- Definuje PHB (*Per-Hop-Behavior*) – *chovanie uzla podľa vopred definovaných kritérií sieťovej politiky*

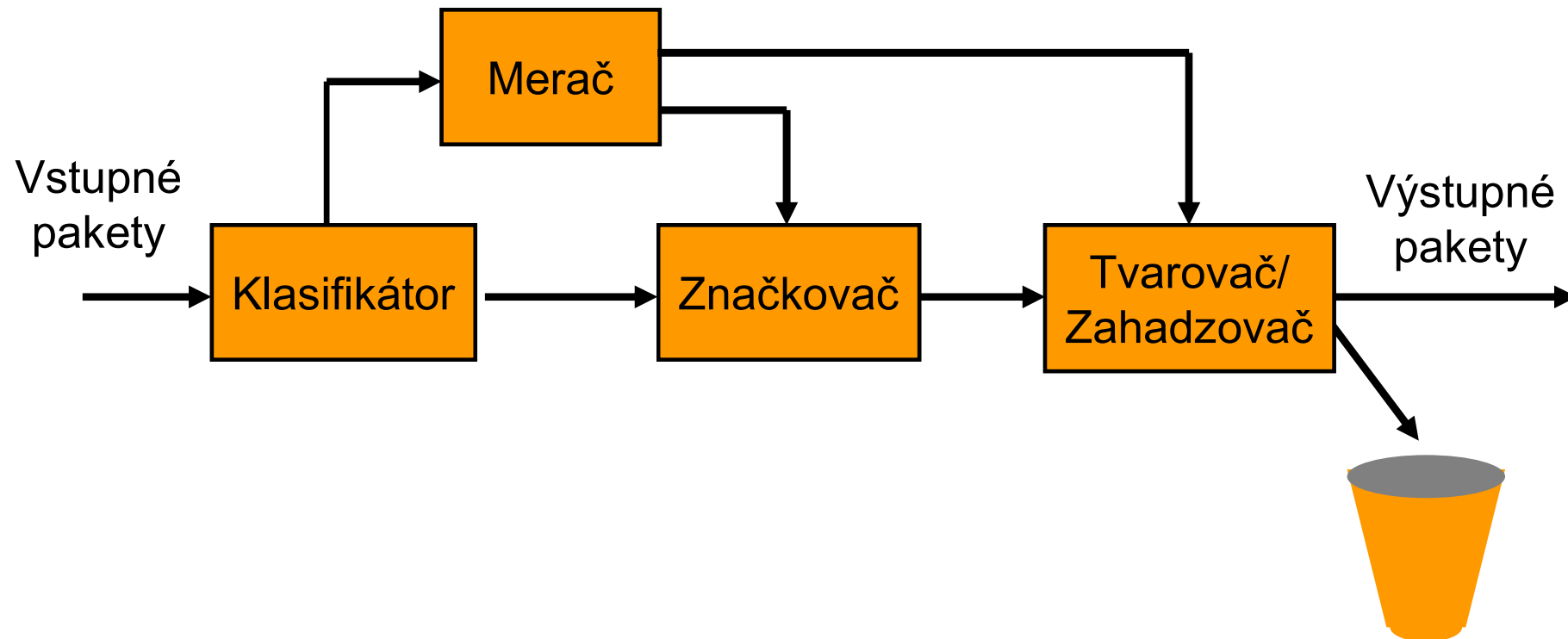


Komponenty DiffServ smerovača

- **Klasifikátor** (*Classifier*) – klasifikuje pakety podľa príslušnosti k danému toku, alebo podľa množiny hodnôt (*IP, TCP, UDP záhlavia, DSCP, zdrojová adresa, cieľová adresa, číslo portu*)
- **Merač** (*Meter*) - skúma dátový tok a podľa pravidiel SLA/TCA rozhoduje, či je paket v medziach, alebo mimo medze pridelennej triedy.
- **Značkovač** (*Marker*) – prideliť, prípadne prepisuje DSCP v poli DS.
- **Tvarovač/Zahadzovač** (*Shaper/Dropper*) –
 - *Tvarovač* - oneskoruje pakety v toku, ktoré nevyhovujú zvolenému profilu
 - *Zahadzovač* - odstraňuje všetky neprispôsobivé pakety



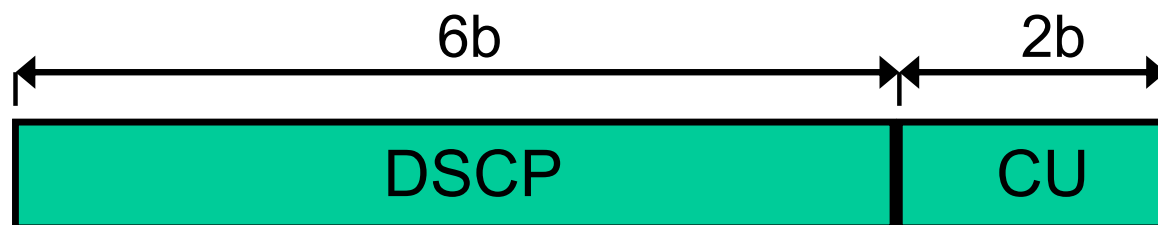
Bloková schéma DiffServ smerovača





Štruktúra DS poľa

- Pole DS (8 bitov) je prenášané v poli:
 - TOS (Type of Service) záhlavia paketu IPv4
 - Traffic Class záhlavia paketu IPv6



- **DSCP** (*Differentiated Services Codepoint*) – obsahuje kód triedy.
 - Pakety s rovnakým DSCP tvoria jednu triedu (tzv. *Behavior Aggregate - BA*).
 - Existuje 8 tried DSCP mapovaných do 3 úrovní priority PHB
- **CU** (*Currently Unused*) - nevyužívané



Per-Hop Behavior

- Určuje mechanizmus rozlišovania služieb a rezervácie zdrojov pre dátové toky v jednotlivých uzloch.
- Definované triedy PHB:
 - **Expedited Forwarding (EF)** - poskytuje najvyššiu možnú QoS. Zaručuje šírku pásma, nízku stratovosť paketov, malé oneskorenie a malé kolísanie oneskorenia.
 - **Assured Forwarding (AF)** - má 4 smerovacie triedy (AF1-AF4) a v každej triede 3 priority zahadzovania paketov.
 - **Class-Selector PHB** – je skupina PHB pre pakety s DSCP hodnotou vo forme xxx000, ktorá zachováva spätnú kompatibilitu s predchádzajúcou *IP Precedence* schémou.
 - **Default PHB** – je PHB charakterizujúca tzv. best-effort službu.



Per-Hop Behavior

- Určuje mechanizmus rozlišovania služieb a rezervácie zdrojov pre dátové toky v jednotlivých uzloch.
- Definované triedy PHB:
 - **Expedited Forwarding (EF)** - poskytuje najvyššiu možnú QoS. Zaručuje šírku pásma, nízku stratovosť paketov, malé oneskorenie a malé kolísanie oneskorenia. (Doporučená hodnota DSCP = 46)
 - **Assured Forwarding (AF)** - má 4 smerovacie triedy (AF1-AF4) a v každej triede 3 priority zahadzovania paketov.

Pravdepodobnosť zahodenia	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Nízka	AF11 (DSCP 10)	AF21 (DSCP 18)	AF31 (DSCP 26)	AF41 (DSCP 34)
Stredná	AF12 (DSCP 12)	AF22 (DSCP 20)	AF32 (DSCP 28)	AF42 (DSCP 36)
Vysoká	AF13 (DSCP 14)	AF23 (DSCP 22)	AF33 (DSCP 30)	AF43 (DSCP 38)



Per-Hop Behavior

- Definované triedy PHB (pokr.):

- Class-Selector PHB** –

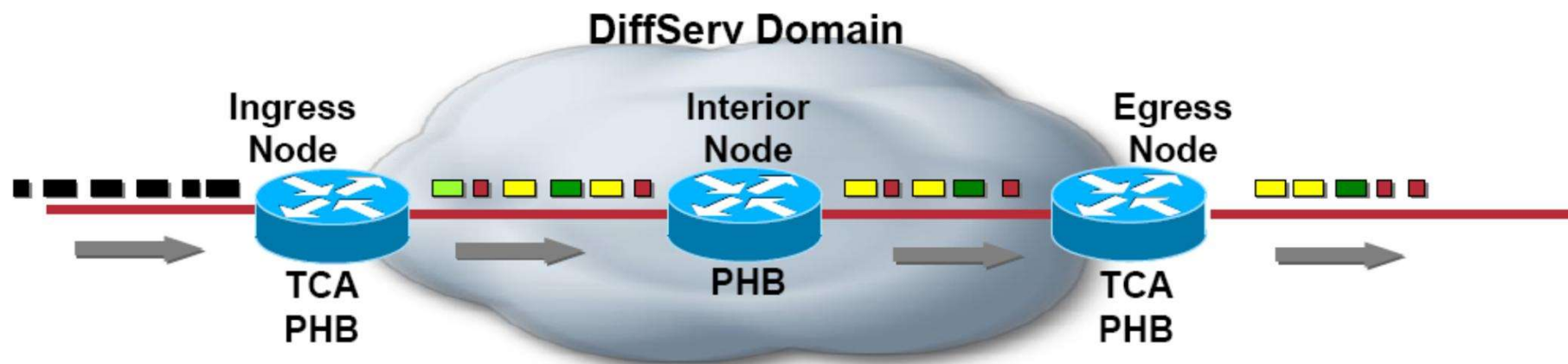
je skupina PHB pre pakety s DSCP hodnotou vo forme xxx000, ktorá zachováva spätnú kompatibilitu s predchádzajúcou *IP Precedence* schémou.

DSCP	Binárne	Dekadicky	Typické použitie
CS0	000 000	0	(Default)
CS1	001 000	8	Najnižšia priorita
CS2	010 000	16	OAM
CS3	011 000	24	Signalizácia
CS4	100 000	32	Realtime služby
CS5	101 000	40	Broadcast video
CS6	110 000	48	Riadenie siete
CS7	111 000	56	Najvyššia priorita

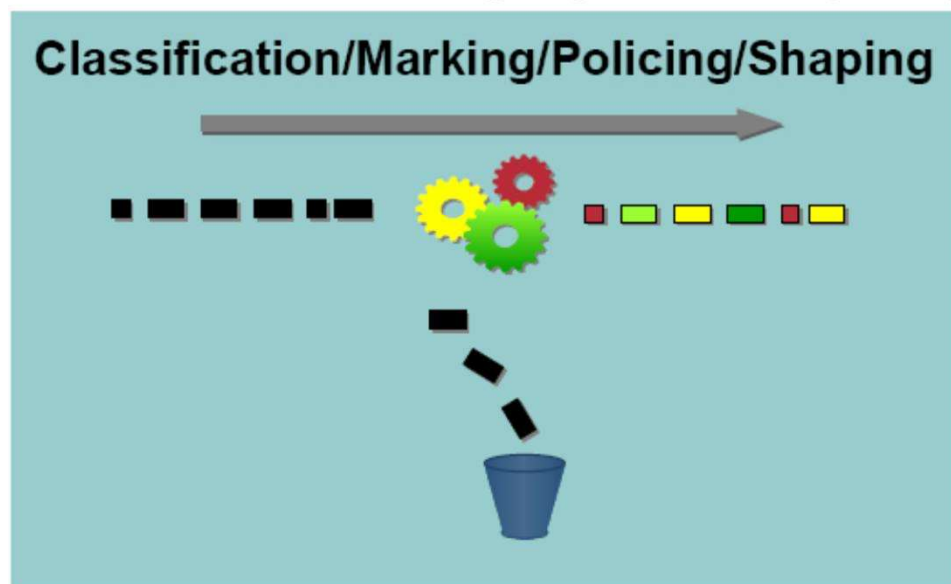
- Default PHB** – je PHB charakterizujúca tzv. best-effort službu.
(Doporučená hodnota DSCP = 0)



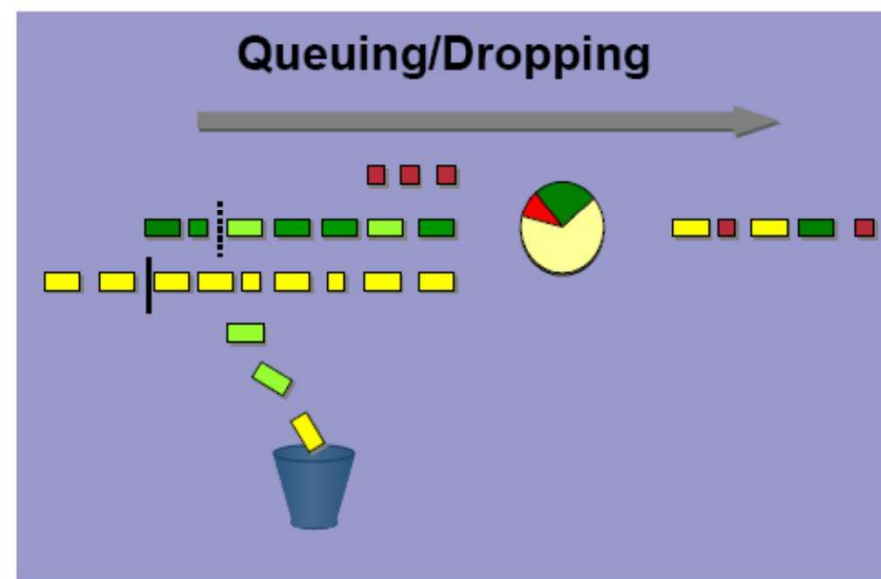
Funkcie zariadení v DiffServ



Traffic Conditioning Agreement (TCA)



Per-Hop Behavior (PHB)





MPLS-DiffServ

- Využíva kombináciu MPLS plánovania prevádzky a DiffServ pre zabezpečenie QoS (Quality of Service)
- MPLS-DiffServ (nazývaný tiež DiffServ-TE) definuje triedy riadenia prevádzky (**TE Classes**)
- **Trieda TE** (*TE- class*) je kombináciou CT a Priority
 - **Class-Type (CT)** – zoskupenie viacerých prevádzkových tokov, ktoré podliehajú špecifickým obmedzeniam na prenosové pásmo.
 - **Preemption** –priorita spracovania toku, resp. vytvorenia LSP prenášajúcej tok patriaceho do jedného z CT.



Rozdelenie TE tried - príklad

- DiffServ-TE podporuje max. 8 tried TE

P r i o r i t a		Class Type								Triedy TE	Služba
		ct0	ct1	ct2	ct3	ct4	ct5	ct6	ct7		
7										TE0 (ct0, 7)	Best Effort
6										TE1 (ct4, 7)	
5										TE2 (ct1, 6)	
4										TE3 (ct3, 4)	
3										TE4 (ct2, 3)	
2										TE5 (ct5, 2)	VoIP
1										TE6 (ct5, 1)	VoIP pre VIP
0										TE7 (ct6, 0)	Real Time

- IETF vyžaduje max. osem CT (*CT0 až CT7, best-effort = CT0*).
- IETF def. v rámci MPLS-TE max. 8 hodnôt preemption priority ($0 \leq p \leq 7$)



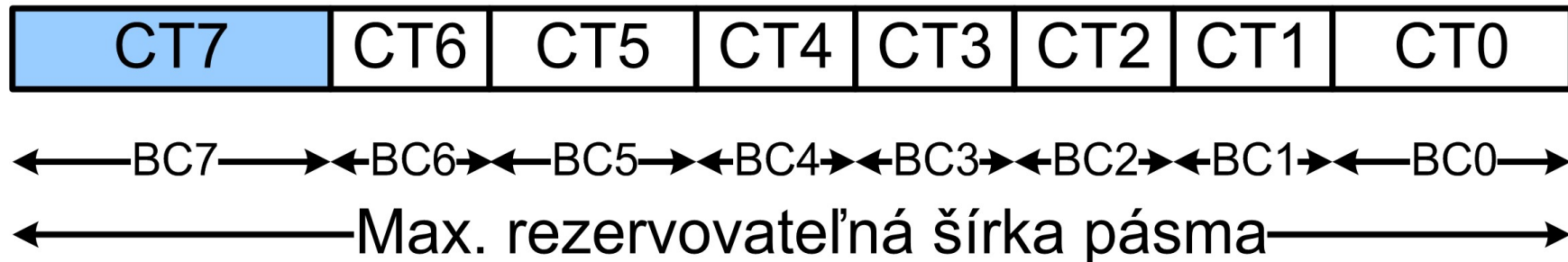
BC modely

- Bandwidth Constraint (BC) – obmedzenie, vyjadrené ako percento dostupnej šírky pásma (prenosovej kapacity), ktoré môže byť poskytnuté jednému CT, alebo skupine viacerých CT
- BC model definuje vzájomné vzťahy medzi rôznymi CT a prislúchajúcimi BC
- Definované modely:
 - Maximum Allocation Model (*RFC 4125*)
 - Maximum Allocation Model with Reservation (*RFC 4126*)
 - Russian Dolls Model (*RFC 4127*)

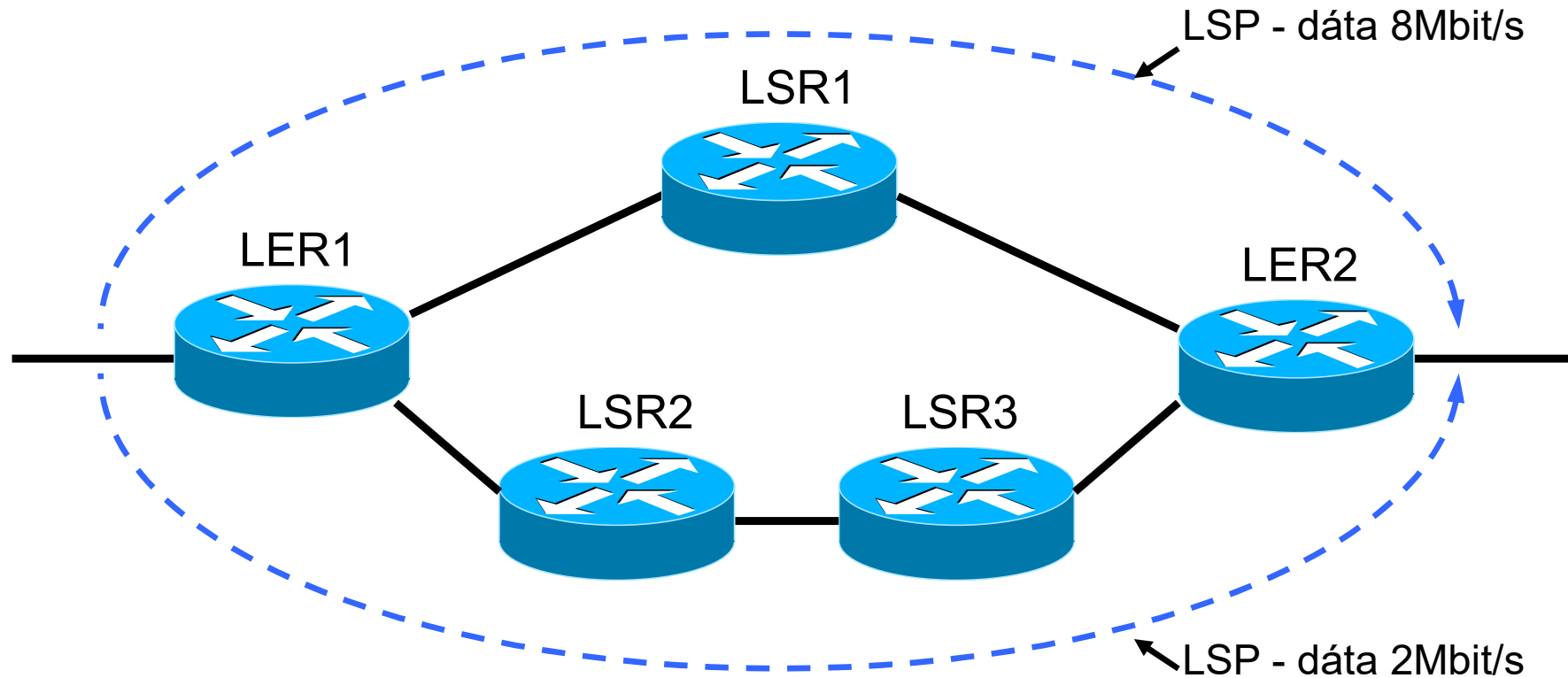


MAM Model

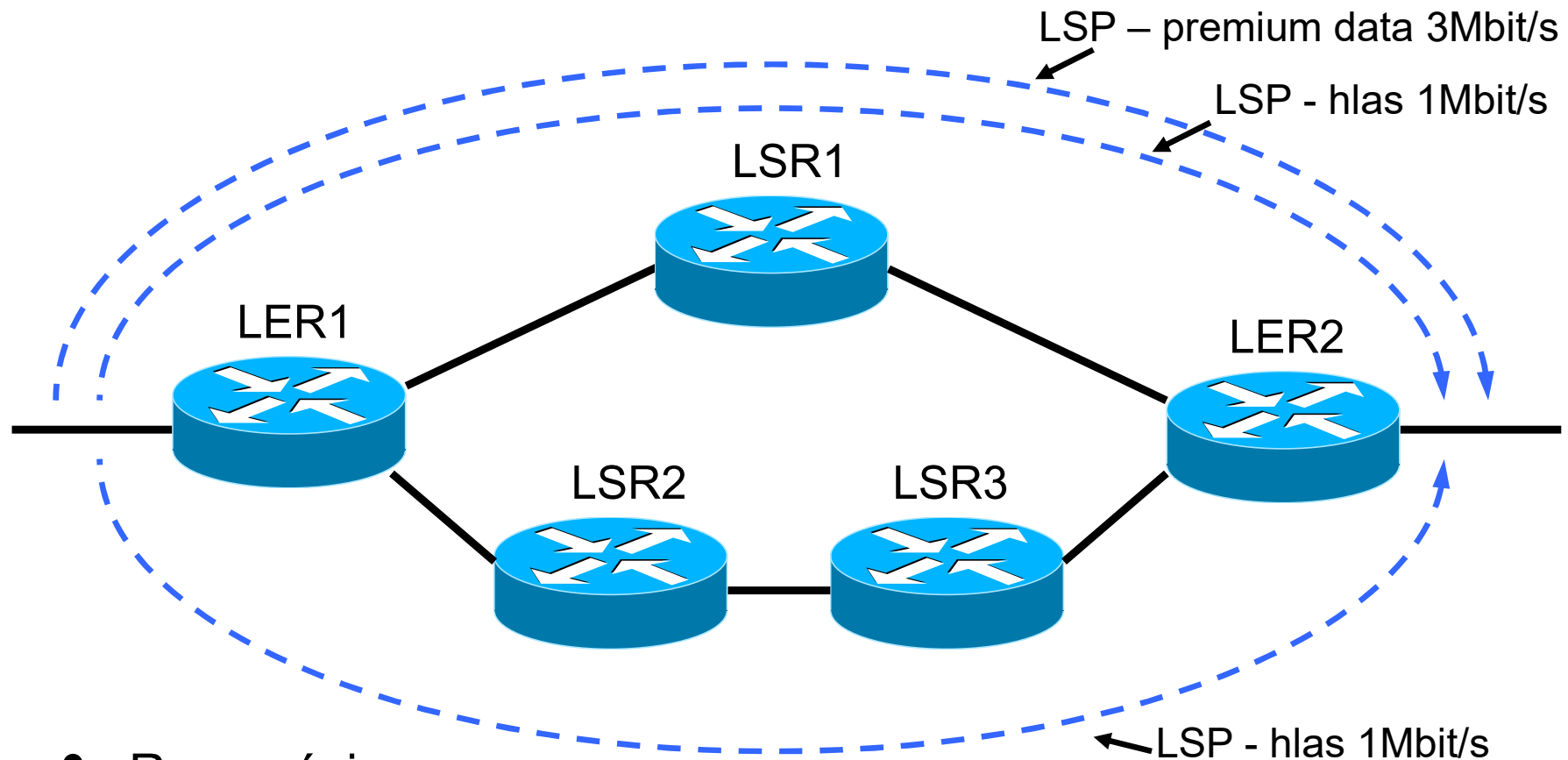
- Mapuje jedno BC na jeden CT



- Nevýhoda: plytvanie prenosovým pásmom a vytváranie neoptimálnych trás, pretože neumožňuje zdieľať nevyužitú šírku pásma medzi rôznymi CT.



- Rezervácia:
 - BC1 (pre CT1/Hlas) = 2 Mbit/s
 - BC0 (pre CT0/Dáta) = 8 Mbit/s
- Všetky linky sú 10 Mbit/s

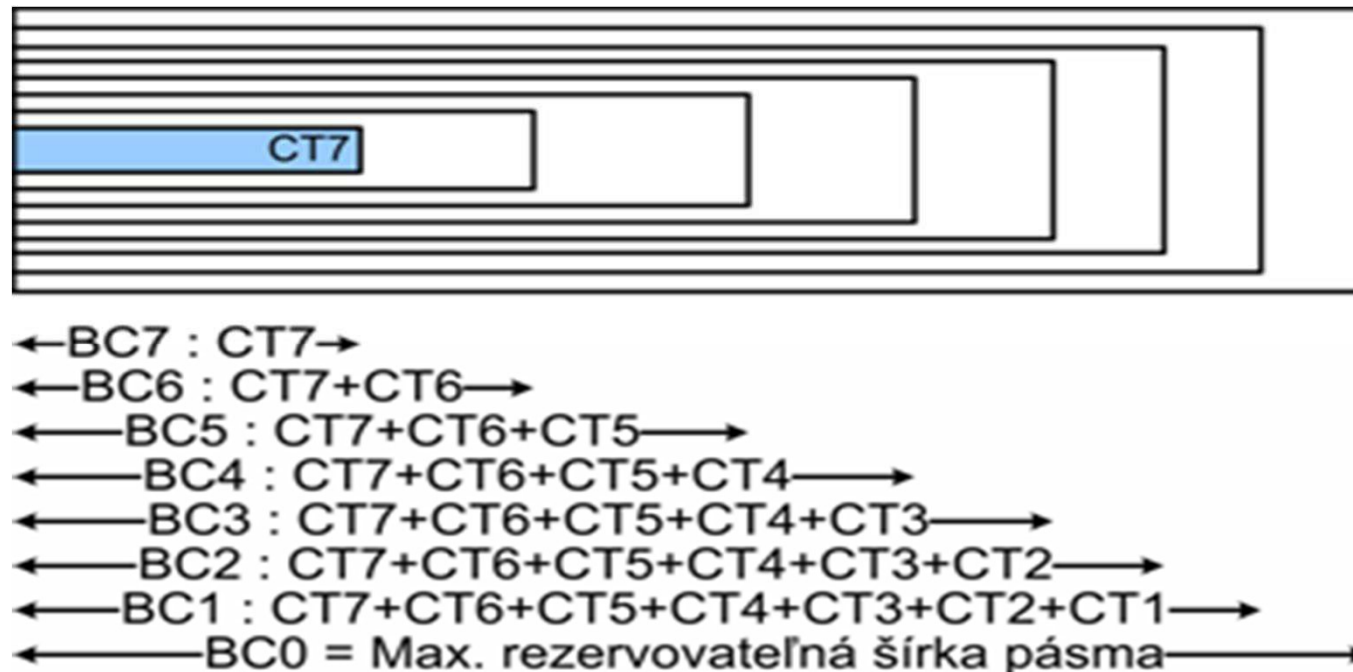


- Rezervácia:
 - BC2 (pre CT2/Hlas) = 1 Mbit/s,
 - BC1 (pre CT1/Premium dáta) = 3 Mbit/s,
 - BC0 (pre CT0/Best-Effort dáta) = 6 Mbit/s.
- Všetky linky sú 10 Mbit/s



RDM Model

- Umožňuje kumulatívne zdieľať prenosové pásmo medzi rôzne CT



- Nevýhoda: neexistujúce striktné oddelenie jednotlivých CT.
Je potrebné určiť prednostné právo pre všetky CT



Voice trunking s MPLS

