

Specifikace QoS v IP

Vladimír Smotlacha, Sven Ubik
CESNET

Použití QoS

- zákazník - dohoda o poskytování služby
- uživatel - aktivace služby, žádost o její poskytnutí
- aplikace - přenos dat s využitím služby

Zaručené parametry

- zpoždění - absolutně nebo kvantil v časovém intervalu
- rozptyl zpoždění (jitter) - absolutně nebo kvantil v časovém intervalu
- ztráta paketů - poměr ztracených paketů vůči vyslaným, vztaženo na časový interval
- propustnost - množství přenesených dat za jednotku času

Identifikace toku dat

- značka - DSCP, skupina DSCP
- zdroj - adresa, skupina adres, skupina prefixů
- cíl - adresa, skupina adres, skupina prefixů
- aplikace - protokol, protokol + port

Parametry popisu toku

- peak rate p (bit/s)
- token bucket rate r (bit/s)
- bucket depth b (byte)
- MTU (byte)
- min. packet size (byte)

Zjišťování konformity - dvouhodnotové třídění

- token bucket (b,r) - test, zda datový tok vyhovuje modelu token bucket s danými parametry
- token bucket + peak rate (b,r,p) - model token bucket doplněn o maximální rychlost
- MTU - test velikost paketů

Zjišťování konformity- vícehodnotové třídění

Single Rate Tri Color Marker - srTCM (RFC 2697)

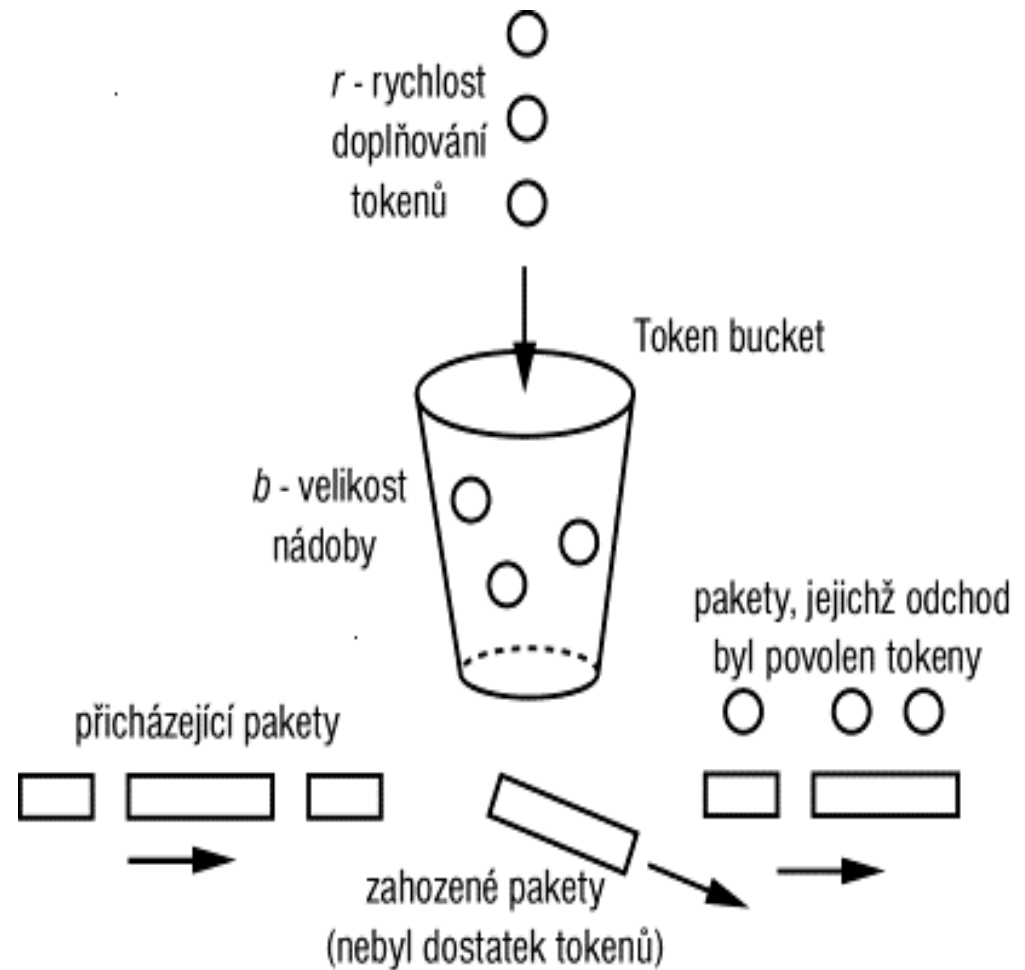
- 3 skupiny (zelená, žlutá a červená)
- CIR (Committed Information Rate), CBS (Committed Burst Size), EBS (Exceed Burst Size)

Two Rate Tri Color Marker - trTCM (RFC 2698)

- 3 skupiny (zelená, žlutá a červená)
- CIR (Committed Information Rate), PIR (Peak Information Rate)

Token Bucket

- metoda měření vlastností datového toku
- rozhoduje, zda paket splňuje stanovené podmínky
- dvojice (r, b) popisuje datový tok: průměrná rychlost vysílání dat a maximální množství dat, které převyší v daný čas průměrný tok
- činnost:
nádoba velikosti b
tokeny přicházejí rychlostí r
paket velikosti n akceptován, pokud lze odebrat n tokenů



Ovlivňování datového toku

Akce před testem konformity

- marking - dvouhodnotové, DSCP, tri-color marker
- shaping

Traffic conditioning

- drop
- shape
- remark

Integrated Services - IntServ

- napodobuje QoS v ATM
- služba zajištěna pro jednotlivé datové toky
- aplikace oznámí požadavky na přenos dat, síť akceptuje nebo odmítne (admission control)
- pomocí rezervačního protokolu (např. RSVP) se vytvoří spoj a rezervují zdroje
- průběžná kontrola charakteristiky datového toku
- 3 druhy služeb - best-effort
 - služby s kontrolovanou zátěží
 - zaručené služby
- RFC 1633

IntServ (2)

Služby se zaručenou kvalitou - Guaranteed Services (RFC 2212)

- garance maximální hodnoty zpoždění
- velikost změny zpoždění není zaručena
- analogií služby je dedikovaný kanál

Služby s kontrolovanou zátěží - Controlled-Load Services (RFC 2211)

- stejná kvalita služeb jako nezatížená síť best-effort
- zajistí, že dohodnuté toky dat nezahltí síťové prvky
- datové toky popsány parametry modelu token bucket

Differentiated Services - DiffServ

- princip relativních vztahů agregovaných datových toků
- pakety klasifikovány do tříd (agregací) při vstupu do domény
- nejsou vytvářeny spoje
- prostředky přiděleny třídě přenosu
- RFC 2475

DiffServ - základní pojmy

- PHB (Per-Hop-Behavior) - externě pozorovatelné vlastnosti zpracování paketů v uzlu
- Codepoint - atribut paketu, určující PHB
- DSCP - pole v hlavičce IP paketu obsahující Codepointy (oktet TOS)
- doména - oblast se shodnou interpretací DSCP (mapování Codepoint -> PHB)
- vstupní / výstupní uzel (Ingress / Egress Node) - uzel zpracovávající datový tok při vstupu / výstupu do/z domény
- SLA (Service Level Agreement) - dohoda mezi provozovatelem a uživatelem na druhu služby
- TCA (Traffic Condition Agreement) - pravidla pro značkování paketů a kontrolu dat. toku (metering, marking, policing, shaping)

Standardní PHB

Assured Forwarding (AF PHB) - RFC 2597

- třídy zaručeného forwardování, každá se zvlášť přidělenými prostředky
- 4 třídy, 3 úrovně pravděpodobnosti zahození paketu
--> 12 kombinací AF

Expedited Forwarding (EF PHB) - RFC 2598

- emulace virtuálního okruhu
- nízká ztrátovost paketů, malá variance zpoždění
- v každém uzlu je pro EF PHB definována min. výstupní rychlost, nezávisle na zatížení uzlu
- agregovaná vstupní rychlost nesmí převýšit min. výstupní rychlost (traffic shaping, traffic policing)

Oktet TOS

RFC 2474 (Diffserv)

- DHCP - 6 bitů z oktetu TOS (hlavička IP paketu)
- 32 standardizovaných hodnot codepoint, 32 experimentálních

RFC 791 - relativní priority

- 8 úrovní precedence, 3 druhy priority (zpoždění, propustnost, spolehlivost)
- lze mapovat do AF PHB

RFC 1349 - značení paketů podle služeb

- 8 úrovní precedence, 4 typy služeb (min. zpoždění, max. propustnost, max. spolehlivost, min. cena)
- neodpovídá koncepci DiffServu

Service Level Specification (SLS)

formální popis poskytovaných služeb QoS

- parametry služby
- parametry datového toku
- oblast definice služby - vstupní a výstupní body, topologie
- identifikace datového toku
- test konformity
- akce při nesplnění konformity
- časový plán

Kvantitativní a kvalitativní třída služeb

- kvantitativní - alespoň jeden parametr numerický
- kvalitativní - žádný parametr není numerický
(např: delay low/medium/high)

Příklady SLS (1)

virtuální okruh (real-time)

- token bucket, droping
- garantována propustnost, zpoždění a ztrátovost, příp. jitter

virtuální okruh (data)

- token bucket, marking
- garantována propustnost

rezervované pásmo s možným překročením

- 1:1, 1:N
- token bucket, remarking

Příklady SLS (2)

nálevka (funnel)

- N:1, all:1
- token bucket, droping

kvalitativní služba (Olympic)

- 1:1, 1:N, N:1
- průměrná rychlost (CAR), marking

best effort

Projekt Tequila

Traffic Engineering for Quality of Service
in the Internet at Large Scale

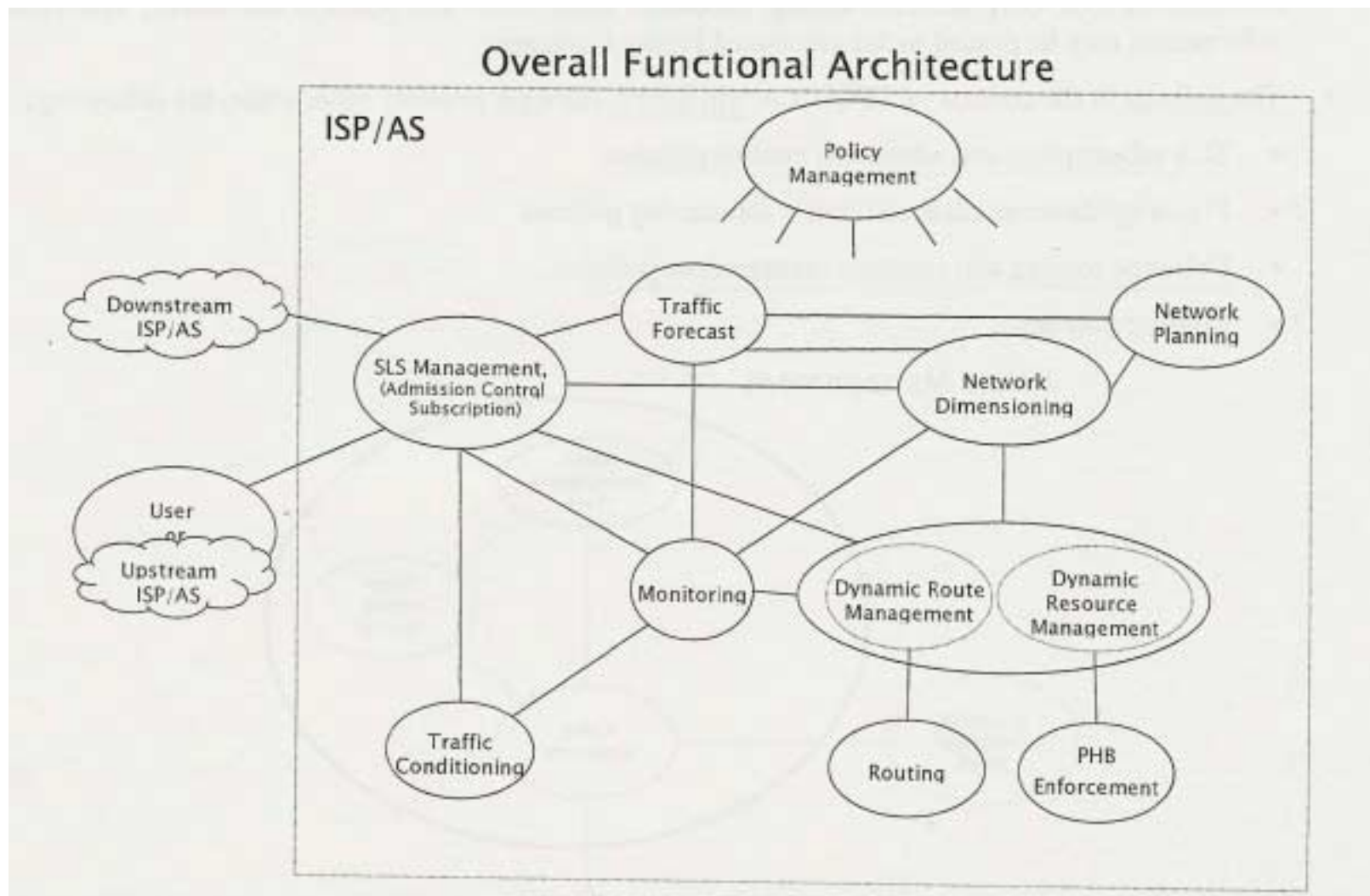
Cíl projektu:

navrhnout a vytvořit architekturu, algoritmy a protokoly
pro dohodnutí, monitorování a zajištění SLS

Tequila - oblast využití

- IP prostředí
- veřejná infrastruktura
- jen IPv4
- unicast
- diffserv, příp. intserv (alespoň místy)

Architektura



Projekt Aquila

Adaptive Resource Control for QoS Using
an IP-based Layered Architecture

Cíl projektu:

navrhnout dynamické end-to-end prostředí v IP síti pro aplikace s QoS požadavky

Implementace

PQ (Priority Queueing)

- absolutní přednost fronty s vyšší prioritou

CBQ (Class-Based Queueing)

- fronty obsluhovány cyklicky
- fronta buď vyprázdněna nebo odebráno definované množství dat

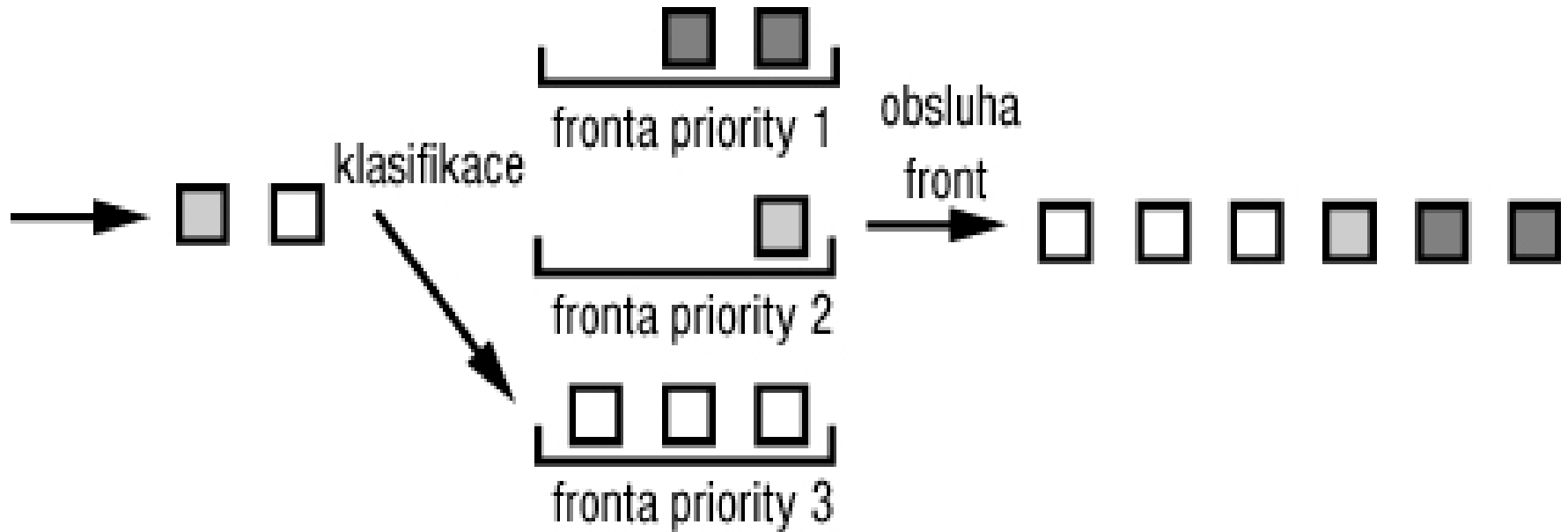
WFQ (Weighted Fair Queueing)

- není priorita
- přidělena část výstupní kapacity

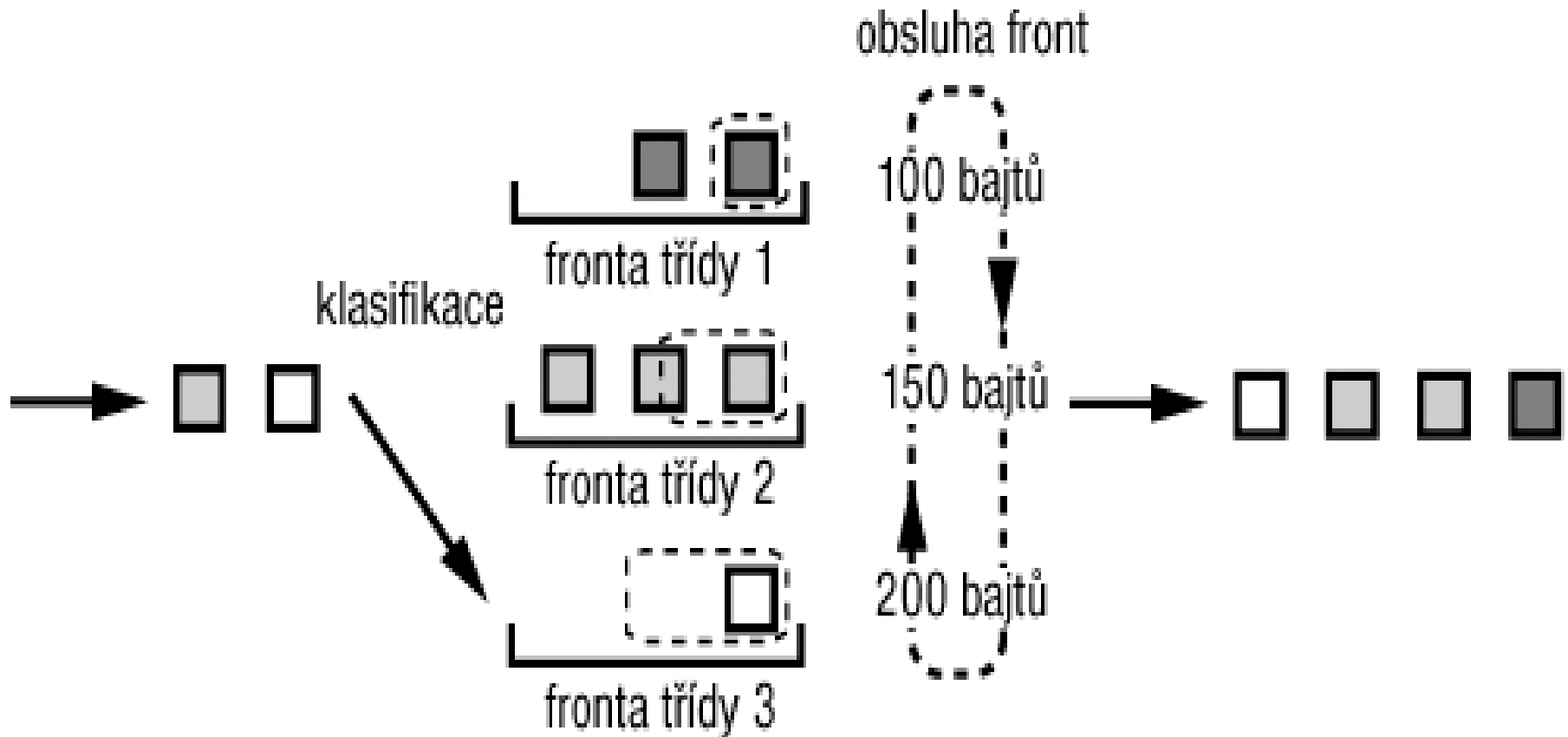
RED / WRED (Weighted Random Early Detection)

- metoda prevence zahlcení využívající vlastnosti TCP
- při blížícím se naplnění front náhodně zahazovány TCP pakety

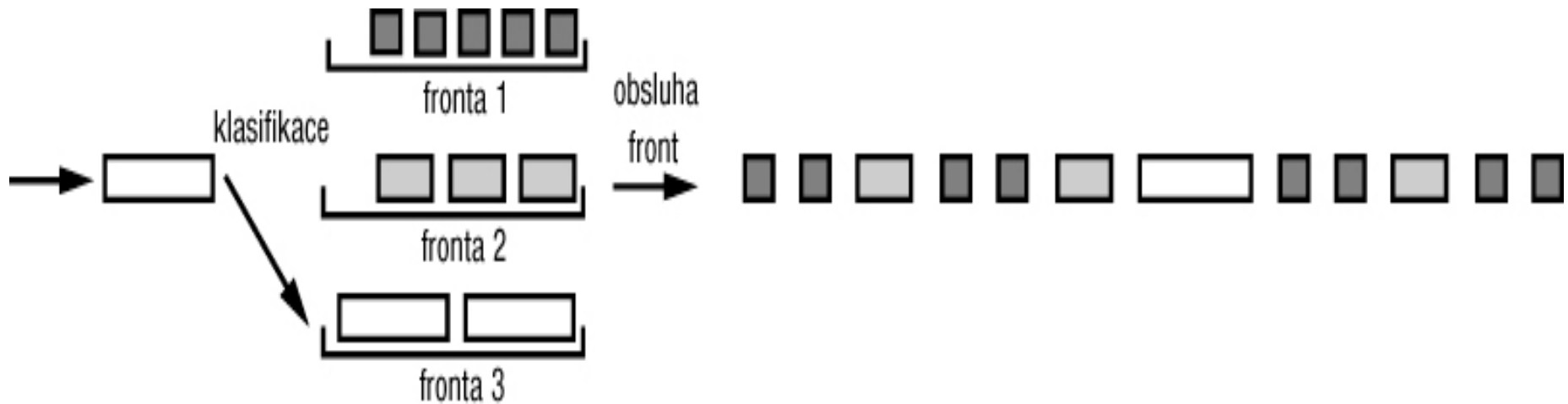
Priority queueing (PQ)



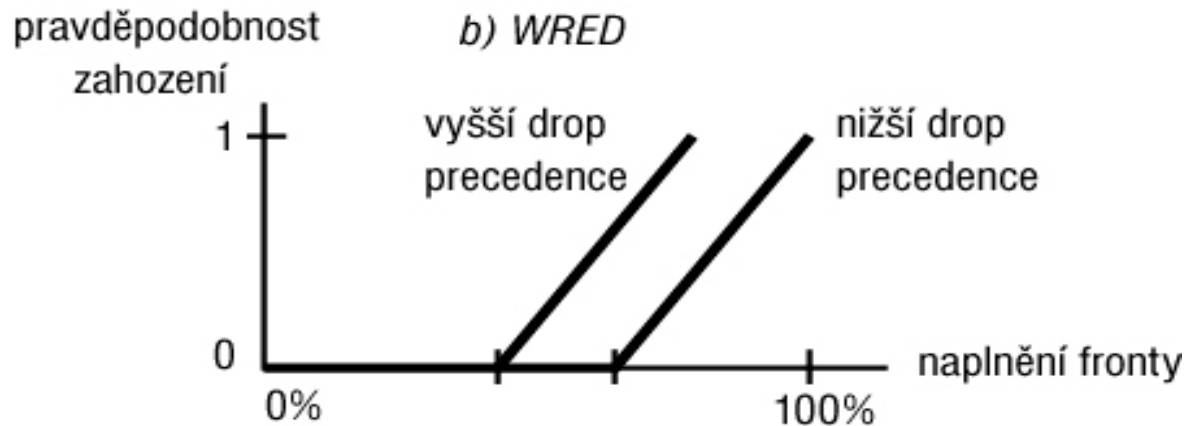
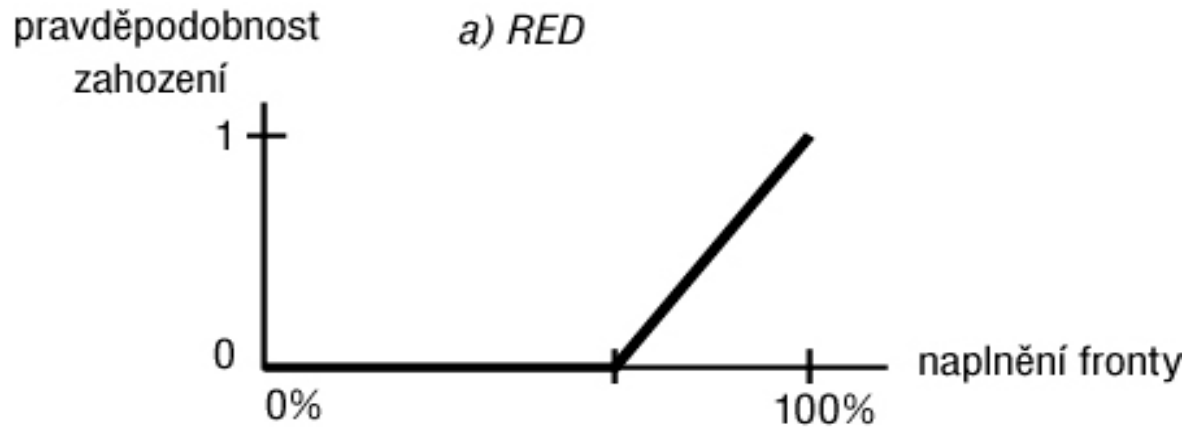
Class-based queueing (CBQ)



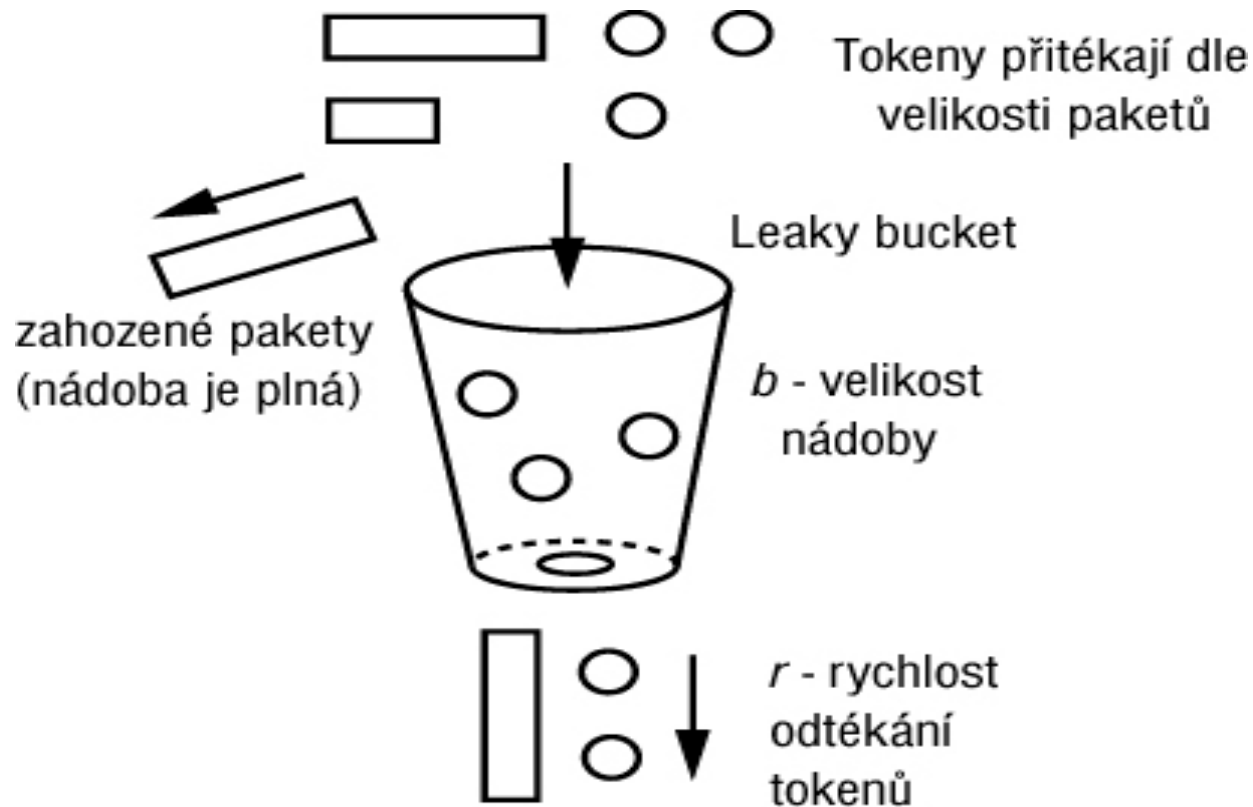
Weighted fair queueing (WFQ)



(Weighted-) Random Early Detection (RED/WRED)



Traffic shaping - leaky bucket



vs. token bucket - nástroj měření datového toku

Leaky bucket - implementace

- Vyhlazení datového toku s konečnou granularitou (obvykle minimum desítky ms)
- Nový parametr: B_c (burst committed) maximální velikost výstupní dávky dat, vystupující data lze popsat pomocí token bucket (r, B_c)

Traffic shaping v praxi

Cisco 7500, VIP4-80, Fast Ethernet

CIR (Committed Information Rate) = 5 Mb/s

Bc (Burst Committed) =

a) 1 Mb

b) 120 kb (10 paketů)

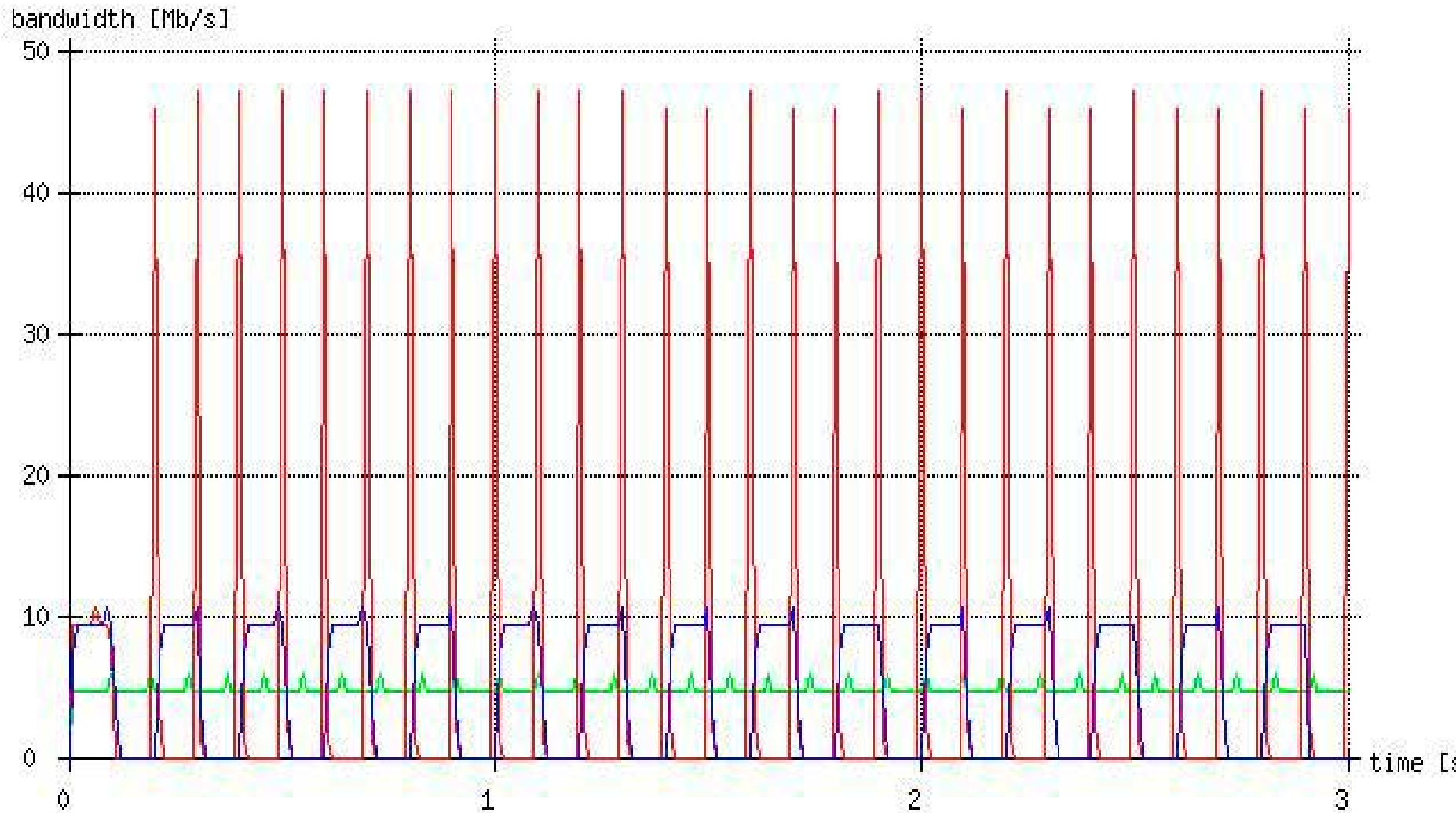
Vstupní tok dat:

a) konstantní tok 5 Mb/s

b) konstantní tok 10 Mb/s

c) 5 Mb/s v dávkách 10 Mb/s po 0.1s, mezera 0.1s

CIR=5 Mb/s, Bc=1 Mb



CIR=5 Mb/s, Bc=120 kb (10 paketů)

