

Internet szolgáltatások és alkalmazások

SLA, QoS (QoE), átviteli minőség...

Tartalom

- Szolgáltatásminőség (QoS)
 - QoS-től a QoE-ig (Quality of Experience)

- Átviteli szolgáltatásminőség az interneten
 - alap IP
 - integrált szolgáltatás (Integrated Services – IntServ)
 - differenciált szolgáltatás (Differentiated Services – DiffServ)
 - Multi-protokoll címkekapcsolás (Multi-Protocol Label Switching – MPLS)

QoS-től a QoE-ig (Quality of Experience)

Tartalom

- Szolgáltatásminőség (QoS)
 - QoS attribútumok, emberi tényezők, QoS zónák
 - QoS kezelése abnormális helyzetekben
 - **QoS-től a QoE-ig (Quality of Experience)**

QoS trendek

- Ha maradunk az alapvető médiatípusoknál, az **emberi tényező előbb-utóbb dominálni fog.**
- Ennek következtében hosszú távon a **QoS követelmények technológia-függetlenné válhatnak.**
- ...DE létező rövidtávú hatás új technológiák esetében, hogy rosszabb minőséget is elfogadunk kezdetben.
 - Pl., Mobil telefónia hangminősége a kezdeti GSM korszakban, Internet telefónia, stb.
- Megjegyzés: Nem akadályoz meg semmi egyetlen SLA-t sem abban, hogy szigorúbb előírásokat szabjon meg, mint amit az emberi tényezők megkövetelnének.
 - Pl., távgyógyászat röntgen, HiFi hang PC kártyán...

QoS-től QoE-ig

- Internet szolgáltatások fejlődése
- Az Internet mint „**legjobb szándék**” szolgáltatás indult.
 - minden csomag egyenlő;
 - megosztott alternatíva a drága bérelt vonalak helyett.
- Amint megjelentek a multimédia szolgáltatások, a csomagok már nem voltak többé egyenlők.
 - → „legjobb szándék” helyett jött a **QoS**
- A felhasználók tapasztalt vevőkké váltak.
 - → QoS helyett **Quality of (user) Experience**
- Def: *QoE (tapasztalt minőség) egy szubjektív mérték a felhasználó szemszögéből a nyújtott szolgáltatás átfogó értékességéről.*

QoE

- A QoE...
 - *felhasználó függő;*
 - a felhasználói *terminál* is befolyásolja (Pl., alacsony felbontású kontra HD TV)
 - a *környezet* is befolyásolja (Pl., autóban kontra otthon)
 - a felhasználó *elvárásaitól* is függ (Pl. mobil kontra vezetékes telefon)
- *Habár a QoS egy szubjektív mérték, mégis ez az egyetlen, ami a felhasználóknak számít a szolgáltatással kapcsolatban!*
- Az operátornak nagy segítségére van, ha képes valahogyan szabályozottan mérni, hogy megérthesse mi a baj a szolgáltatásával.
 - *„Az egyedüli megoldás hogy tudd, a felhasználók mennyire értékelik a tevékenységed, az, ha az ő szemükkel nézed azt.”*
(Daniel R. Scoggin)

QoE folyt.

- A QoE a szaknyelvben „érezelt QoS” (**Perceived Quality of Service** – PQoS) néven is ismert.
- QoE méréséhez megkérdezhetjük: **„Hogy tetszett?”**
 - P1: „Hasznos volt ez a segítség?”
 - P12: „Kérjük pontozza a hangminőséget (1-poor, 5-good)”



QoS-től a QoE-ig

- „**Ki a főnök?**” (– üzleti szemmel nézve)
- Amikor a bérelt vonalak domináltak...
 - mérnökök adták meg a specifikációkat, de
 - az **üzleti részleg** vásárolta meg a szolgáltatást...
 - kis számú szolgáltató közül választva.
- Az Internet „legjobb szándék” napjaiban...
 - az üzleti részleg állta a számlát, de
 - a **hálózati operátor** határozta meg a szabályokat...
 - megpróbálván fair-nek maradni mindenki felé.



QoS-től a QoE-ig (folyt.)

- „**Ki a főnök?**” (– üzleti szemmel nézve)
- ...
- A QoS érában...
 - a **mérnökök** állították be a Type of Service (ToS) biteket, szabták meg az „ingres”, sorbanállási és puffer-vezérlési algoritmusokat, valamint az IP hálózati implementáció összes paraméterét.
- A QoE érában...
 - az irányítás a mérnököktől a **felhasználókhöz** került.



Átviteli szolgáltatásminőség

IP, IntServ, DiffServ, MPLS

Tartalom

- **Átviteli szolgáltatásminőség az interneten**
 - alap IP
 - integrált szolgáltatás (Integrated Services – IntServ)
 - differenciált szolgáltatás (Differentiated Services – DiffServ)
 - Multi-protokoll címkekapcsolás (Multi-Protocol Label Switching – MPLS)

Átviteli szolgáltatás minőség az interneten

- Hogyan garantálható a (gyakran QoS-ként emlegetett) **átviteli szolgáltatás minősége**?
- Megoldások:
 - alap IP
 - Integrált szolgáltatás - Integrated Services (IntServ)
 - Differenciált szolgáltatás - Differentiated Services (DiffServ)
 - Multi-Protocol Label Switching (MPLS)

Alap IP

- Az alap IP szolgáltatást „**legjobb szándék alapúnak**” is nevezik, mivel nem nyújt sávszélesség vagy kézbesítési garanciákat. Pontosabban, ...
 - ...**fair** elbánást garantál abban az értelemben, hogy egyik csomag sem megkülönböztetett a többihez képest;
 - ...a TCP (**Transmission Control Protocol**) biztosítja a fair elbánást a TCP session-ök által felhasznált sávszélességet tekintve.
 - *Megjegyzendő, hogy ez a fair elbánás sérül, ha egy alkalmazás több TCP folyamatot is indít párhuzamosan az átvitelhez (pl. fájlletöltésnél), vagy különböző TCP megoldásokat alkalmaznak.*

Alap IP (folyt.)

- Az IP architektúra meglehetősen **robosztus** csomópont- és link-meghibásodással szemben.
 - pl., az átviteli szolgáltatás helyreáll a meghibásodást követően dinamikus útvonalválasztó protokollok segítségével.
- A sávszélesség úgy-ahogy garantálható az átviteli kapacitás túlméretezésével (over-provisioning).
 - Ez nem mindig lehetséges! (pl., optikai link kontra rádiós átvitel)

IntServ

RSVP

Tartalom

- Átviteli szolgáltatásminőség az interneten
 - alap IP
 - **integrált szolgáltatás (Integrated Services – IntServ)**
 - differenciált szolgáltatás (Differentiated Services – DiffServ)
 - Multi-protokoll címkekapcsolás (Multi-Protocol Label Switching – MPLS)

Integrált szolgáltatás (IntServ)

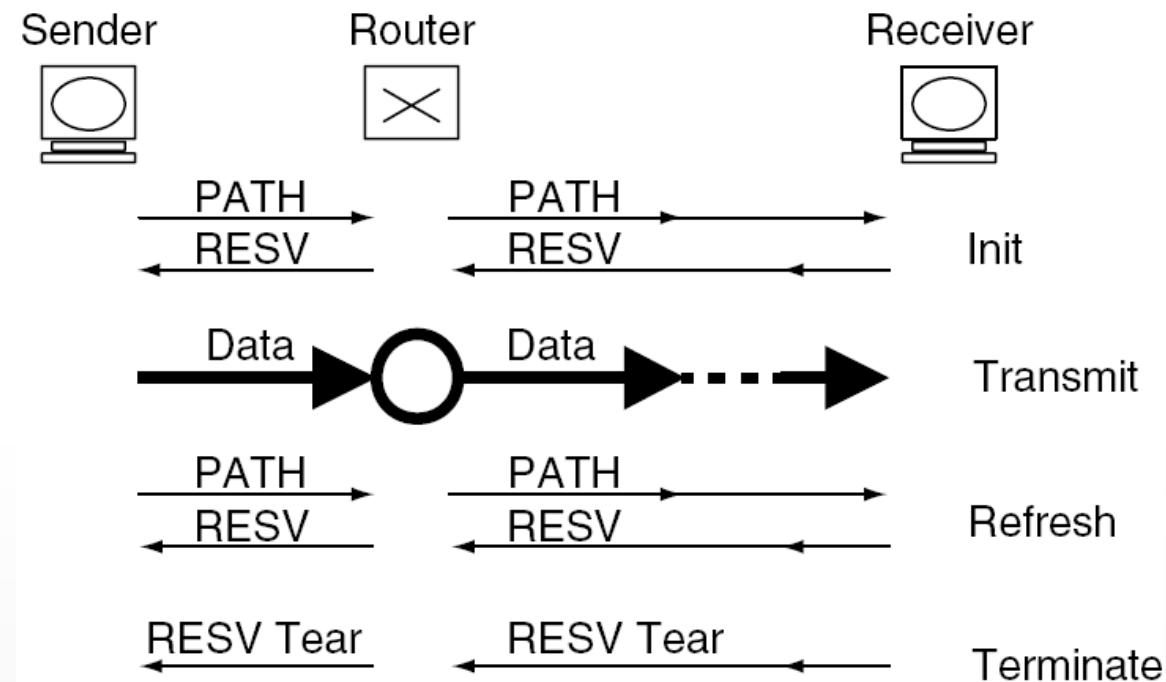
- **IntServ** (**integrált szolgáltatás**) volt az első próbálkozás (1994-ben) a QoS biztosítására IP hálózatokban.
- Alapötlet: egyedi alkalmazás példányok erőforrásokat igényelnek a hálózattól.
- Következmény: az alkalmazás forgalmi útvonalán minden útválasztó (router) **folyamkénti forgalomkezelést** kell alkalmazzon.
 - *Megjegyzés: ez a megoldás NEM skálázható!*
- Egy IntServ folyam (flow) definíciója: Azonos QoS kezelést megkövetelő csomagok osztályozható halmaza a forrástól a célig.
- Az IntServ jelzésátviteli protokollja az **RSVP** (**Resource Reservation Protocol** – erőforrásfoglaló protokoll)
 - az *egyedüli* IP-alapú jelzésátviteli protokoll

RSVP Resource Reservation Protocol

- Erőforrás foglalást állít fel egy egyirányú adatfolyamnak.
- „*Hop-by-hop*” protokoll
 - Az útvonal mentén az összes útválasztóval kommunikál.
- Független az útvonalválasztó protokolltól
 - így nem implementálható QoS-alapú útvonalválasztás(!)
- *Vevő-orientált* jelzésátviteli protokoll
 - Az adatküldő hirdeti a QoS követelményeket.
 - A hirdetés üzenet megkeresi az útvonalat a hálózaton keresztül a célig (vevő).
 - A lefoglalás visszafelé a vevőtől kiindulva történik.
- Legnagyobb problémája: **állapotmenedzsment szükséges**
 - „soft-state” megközelítés: az állapotokat frissíteni kell.

RSVP működése

- A PATH üzenet tartalmazza a QoS követelményeket.
- A RESV foglalja le ténylegesen az erőforrásokat *minden egyes* csomópontban.
- Periódikus frissítések szükségesek a foglalás fenntartásához.
- **RSVP problémái:**
 - meglehetősen komplex (pl., többesadás támogatás)
 - skálázhatósági problémák (nagy folyamatszám esetében)



RSVP – biztosított szolgáltatások

- Két átviteli szolgáltatást biztosít:
 - Guaranteed Service (**garantált szolgáltatás**)
 - Controlled Load Service (**kontrollált terhelés szolg.**)
- **Garantált szolgáltatás (Guaranteed Service)**
 - **biztos (matematikailag igazolható) határértékeket garantál a vég-vég csomag sorbanállási késleltetést tekintve;**
 - *sávszélességre és késleltetésre* egyaránt garanciát biztosít;
 - intoleráns, *valós idejű* alkalmazásokhoz megfelelő;
 - NEM garantál minimális vagy átlagos késleltetést, dzsittert, stb.
 - szolgáltatási paraméterek: küldési sebesség, borsztméret, megkövetelt késleltetési határérték.
 - gyakorlatilag nem tesz lehetővé multiplexálást(!).

RSVP – biztosított szolgáltatások (folyt.)

- **Kontrollált terhelés szolgáltatás (Controlled Load Service)**
 - „a terheletlen hálózatban tapasztalható szolgáltatáshoz hasonló értékeket garantál” (azaz a hálózatban nincs torlódás)
 - Lehetővé teszi az alkalmazások számára, hogy „jó” szolgáltatást kapjanak, de nem „teljes mértékben” garantált az átvitel.
 - Magasabb szintű multiplexelést tesz lehetővé.

- RSVP konklúzió
 - IntServ nem nyújt QoS-alapú útvonalválasztási képességet.
 - Gerinchálózatokban nem nyújt megfelelő megoldást (skálázhatóság hiánya)

DiffServ

edge, core, shaping, policing...

Tartalom

- Átviteli szolgáltatásminőség az interneten
 - alap IP
 - integrált szolgáltatás (Integrated Services – IntServ)
 - **differenciált szolgáltatás (Differentiated Services – DiffServ)**
 - Multi-protokoll címkekapcsolás (Multi-Protocol Label Switching – MPLS)

Differenciált szolgáltatás (DiffServ)

- **DiffServ** – Válasz az IntServ skálázhatósági problémájára
- **Ötlet:** A forgalmat forgalmi osztályok egy halmazába képezzük le a DiffServ hálózat határán.
- **Cél:** A költséges adat-sík funkciókat a hálózat peremén (edge) végezzük el, a mag (core) útválasztók funkcionalitását nagyon egyszerűnek meghagyva.
- DiffServ (**megkülönböztetett szolgáltatású**)...
 - feladja a vég-vég megkötést;
 - egyszerűbb, inkrementális a meglévő internethez;
 - nem egyedi folyamatokkal foglalkozik, hanem...
 - ún. **szolgáltatási osztályokkal** (CoS – **Classes of Service**).

DiffServ útválasztók

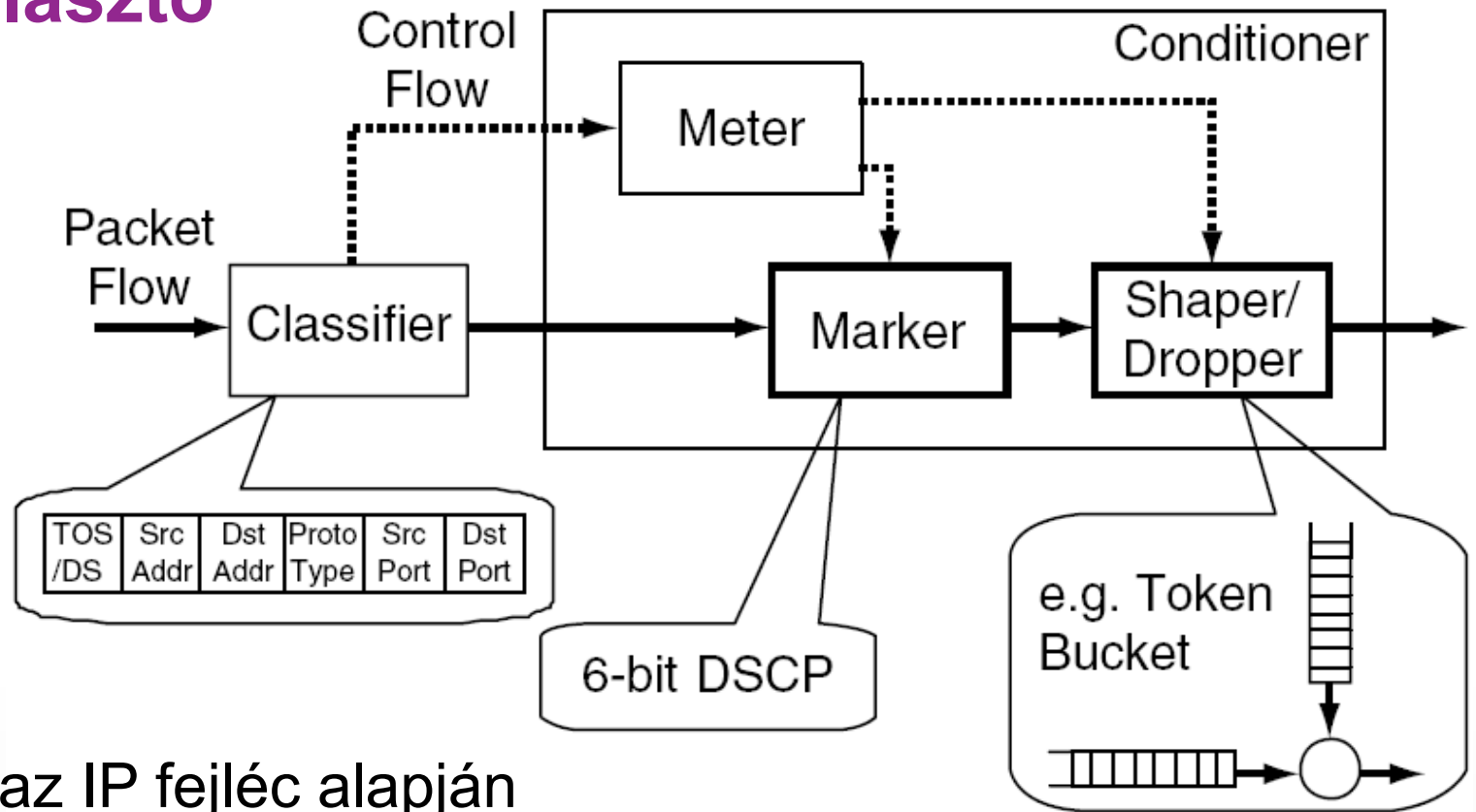
- A **mag** (**core**) útválasztók...
 - kis számú forgalmi osztályt kezelnek
 - előre definiált útválasztónkénti viselkedést leíró PHB-k (Per Hop Behavior) segítségével.

- A **határ** (**edge**) útválasztók...
 - A bejövő csomagokat szolgáltatási osztályokba sorolják,
 - felügyeleti (**policing**) és formázási (**shaping**) feladatokat végrehajtva.

Policing & shaping

- **Felügyelet (policing)**: annak ellenőrzése, hogy a forgalom-folyam megfelel-e az előzetesen kialakított rátának, és ha nem, a folyam csomagjainak eldobása.
- **Formázás (shaping)**: annak biztosítása, hogy a forgalom a megállapodásnak megfelelő legyen, puffereelés segítségével (azaz a rövidtávú változékonyság kisimításával a folyamon belül).

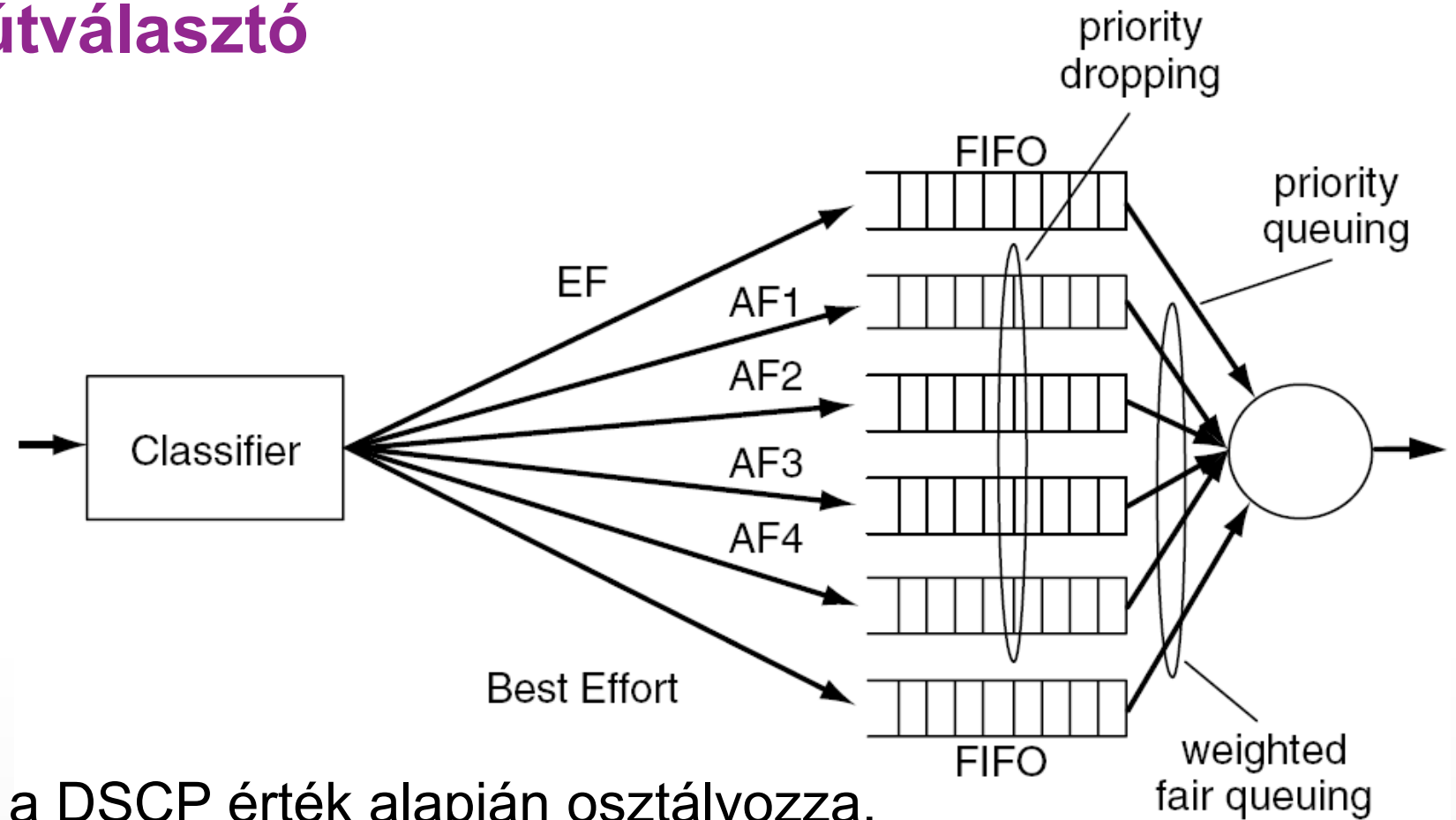
DiffServ határ-útválasztó



A DiffServ határ-útválasztó...

- **osztályozza** a csomagokat az IP fejléc alapján
 - (forrás/cél cím/port, protokoll típus);
- **megjelöli** az IP csomagokat az ún. DSCP (**DiffServ Code Point - kódpont**) segítségével az IP fejlész ToS mezőjében;
- ezután a forgalmat **felügyeli és formázza**.

DiffServ mag-útválasztó



- A csomagokat egyedül a DSCP érték alapján osztályozza,
- a csomagokat külön sorokba helyezi a helyi DSCP-PHB leképezésnek megfelelően.

(Pl., EF csomagokat kiemelt prioritással kezeli, az öt további AF sor pedig osztozik a maradék sávszélességen, a súlyozott round-robin (weighted round-robin) ütemezéssel.)

DiffServ szabványosított Per-Hop viselkedés

- Három PHB szabványosított:
 - **Class Selector (osztályválasztás) PHB**
 - Visszafelé kompatibilis a IP fejlécben szereplő ToS mező definíciójával;
 - *„Az útválasztóknak biztosítaniuk kell az azonos vagy magasabb valószínűségű, időzített továbbítást a csomagok számára az alacsonyabb osztályválasztó értékkel rendelkezőkhöz képest.”*
 - **Expedited Forwarding (gyorsított továbbítás) PHB (EF)**
 - egyszerű magas prioritású továbbítás;
 - *„Az útválasztóknak legalább olyan gyorsan kell kiszolgálniuk a csomagokat, mint ahogyan az EF PHB csomagok érkeznek.”*
- ...(folyt.)

DiffServ szabványosított PHB-k (folyt.)

- **Assured Forwarding PHB**
 - valójában a PHB-k *egész csoportja(!)*;
 - a *csoportban* lehet négy PHB osztály, osztályonként három dobás elsőbbségi szint (**drop precedence level**) definiált;
 - az osztály egy adott szolgáltatási osztályt definiál a határon;
 - a dobás elsőbbségi szint határozza meg a csomagok eldobási sorrendjét.
 - Példa: a csomagokat megjelölhetjük zöld, sárga vagy piros „színnel” (=szintek). A piros csomagok nagyobb valószínűséggel kerülnek eldobásra a sárgákhoz képest, stb.
- (**Best-effort PHB** – az alap IP viselkedés)

e2e DiffServ

- Kérdés: *De hogyan definiálható vég-vég szolgáltatásminőség lokális PHB-k segítségével?*

DiffServ átviteli szolgáltatások

- Kérdés: *De hogyan definiálható e2e QoS lokális PHB-k segítségével?*
- Garantált átviteli szolgáltatás biztosításához szükség van **beengedés-vezérlésre** (**admission control function**) is.
- A beengedés-vezérlést egy QoS menedzment rendszer végzi (más néven QoS kiszolgáló vagy **sávszélesség bróker** (**Bandwidth Broker**)).
- A Bandwidth Broker...
 - hívásbeengedés-vezérlést (**CAC**) végez a forgalmi osztályokon;
 - ismeri az útvonalválasztó táblákat, és módosítani is képes azokat (QoS routing(!));
 - ismeri az összes foglalatást ami az adott forgalmi osztályt illeti;
 - felelős az útválasztók QoS-sel kapcsolatos konfigurálásáért (pl., forgalom formázók, osztályozók, ütemezők).

DiffServ példa szolgáltatás

- **Premium Service** (prémium szolgáltatás)
 - sávszélesség garancia, korlátos késleltetés, meghatározott dzsitter, csomagvesztés nélkül;
 - *EF PHB segítségével;*
 - *a folyamatok szigorú felügyelete* (azaz a felügyelő eldobja az összes nem-konform csomagot);
 - *beengedés-vezérlés szükséges* (ellenőrizendő, hogy van-e még elegendő szabad kapacitás az új igény befogadására);
 - *a hálózat globális ismeretét követeli meg* (útválasztó táblák, hálózati erőforrások, aktuális foglalások).

DiffServ példa szolgáltatás (folyt.)

- **Assured Service** (biztosított szolgáltatás)
 - biztosított sáv szélesség garancia, közel nulla csomagvesztés a konform csomagokra;
 - AF PHB segítségével;
 - kétszínű jelöléssel a határ útválasztónál:
 - a megállapodás szerinti rátával érkező csomagokat zöldre, a ráta feletti csomagokat sárgára festi.
 - hívásbeengedésnél a „beígért” sebességet veti össze a rendelkezésre álló szabad sáv szélességgel;
 - ha egy linken torlódás lép fel, a sárga csomagokat dobja el.

DiffServ példa szolgáltatás (folyt.)

- **Better than Best-Effort Service** (legjobb szándéknál jobb)
 - tipikus relatív garantált szolgáltatás, azaz nincs kvantitatív garancia;
 - a legkönnyebben megvalósítható Class Selector PHB alkalmazásával;
 - a forgalom magasabb prioritású mint a best effort.

- Megjegyzés: további szolgáltatások is lehetségesek a komponensek tetszőleges kombinálásával.

DiffServ - összefoglaló

- Alap DiffServ...
 - nagyon jól skálázódik;
 - nem nyújt lehetőséget bizonyos típusú QoS biztosításához;
 - legtöbbször QoS menedzsment rendszerrel együtt kell megvalósítani
 - ...ez a megoldás azonban jelentősen rosszabbul skálázódik(!),
 - nem feltétlenül megvalósítható maghálózatokban.
- **Általánosságban, a DiffServ gerinchálózatokban hasznos, ahol egyedi alkalmazás folyamatok helyett forgalom aggregátumoknak biztosít garanciát.**
- *(Megjegyzés: a DiffServ nyitott definíciója túl sok és túl flexibilis megoldást tesz lehetővé. Épp ezért nehéz egy általánosan elfogadott megoldást létrehozni különböző gyártók hardver és szoftver eszközeivel!)*