


Szolgáltatások és alkalmazások (VITMM131)

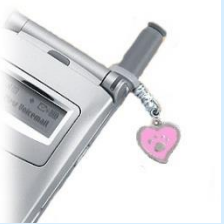
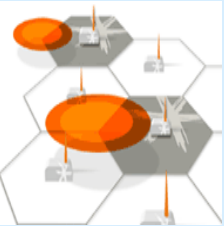
QoS az interneten

Vidács Attila
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék (TMIT)
I.E.348, vidacs@tmit.bme.hu

Átviteli szolgáltatás-minőség az interneten

□ Megoldások:

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



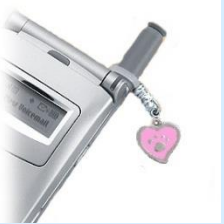
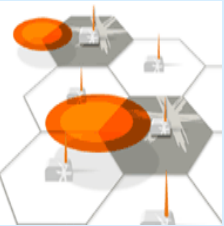
Integrált szolgáltatás (IntServ)

- **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) **folyamankénti 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

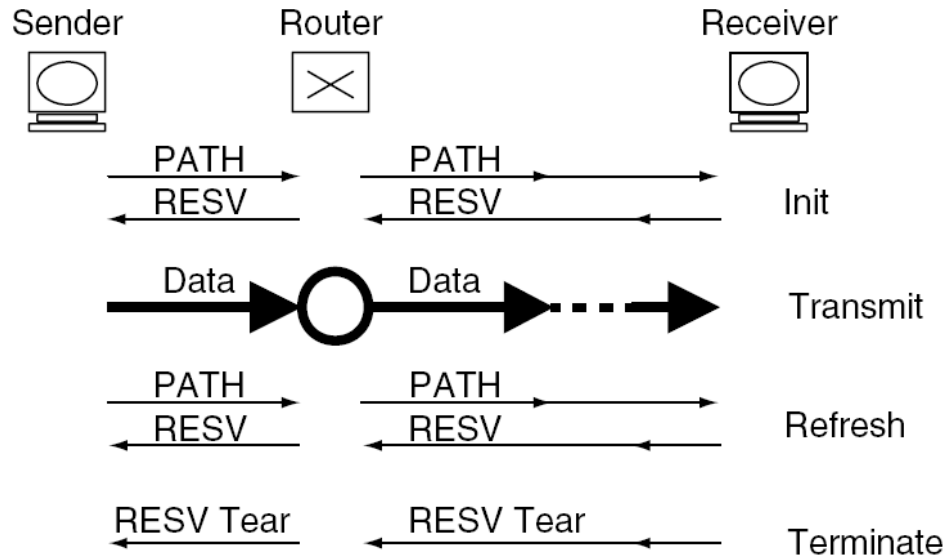


RSVP Resource Reservation Protocol

- 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
 1. Az adatküldő hirdeti a QoS követelményeket.
 2. A hirdetés üzenet megkeresi az útvonalat a hálózaton keresztül a célig (vevő).
 3. 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)

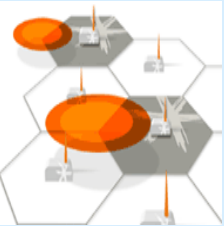
RSVP – biztosított szolgáltatások

□ Két átviteli szolgáltatást biztosít:

- Guaranteed Service (**garantált szolgáltatás**)
- Controlled Load Service (**kontrollált terhelés szolg.**)
- (lehetne többet is definiálni, egyik sem szabványosított)

□ **Garantált szolgáltatás** (Guaranteed Service)

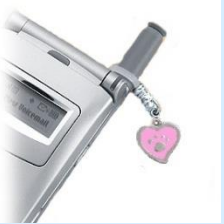
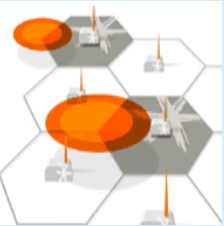
- biztos (matematikailag igazolható) határértékeket garantál a vég-vég csomag sorbanállási késleltetést tekintve;
- *sávszélességre és késleltetésre* egyaránt garanciát biztosít;
- intoleráns, *valósídejű* alkalmazásokhoz megfelelő;
- NEM garantál minimális vagy átlagos késleltetést, dzsittert, stb.
- 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.

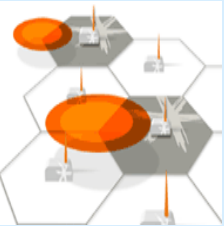
- **RSVP konklúzió**
 - IntServ nem nyújt QoS-alapú útvonalválasztási képességet.
 - Gerinchálózatokban nem nyújt megfelelő megoldást (skálázhatóság hiánya)



Átviteli szolgáltatás-minőség az Interneten

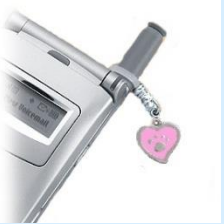
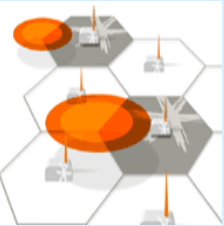
□ Megoldások:

- 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
- 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**).
- **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.



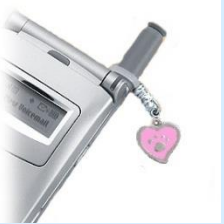
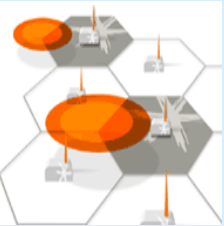
DiffServ útválasztók

□ 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.

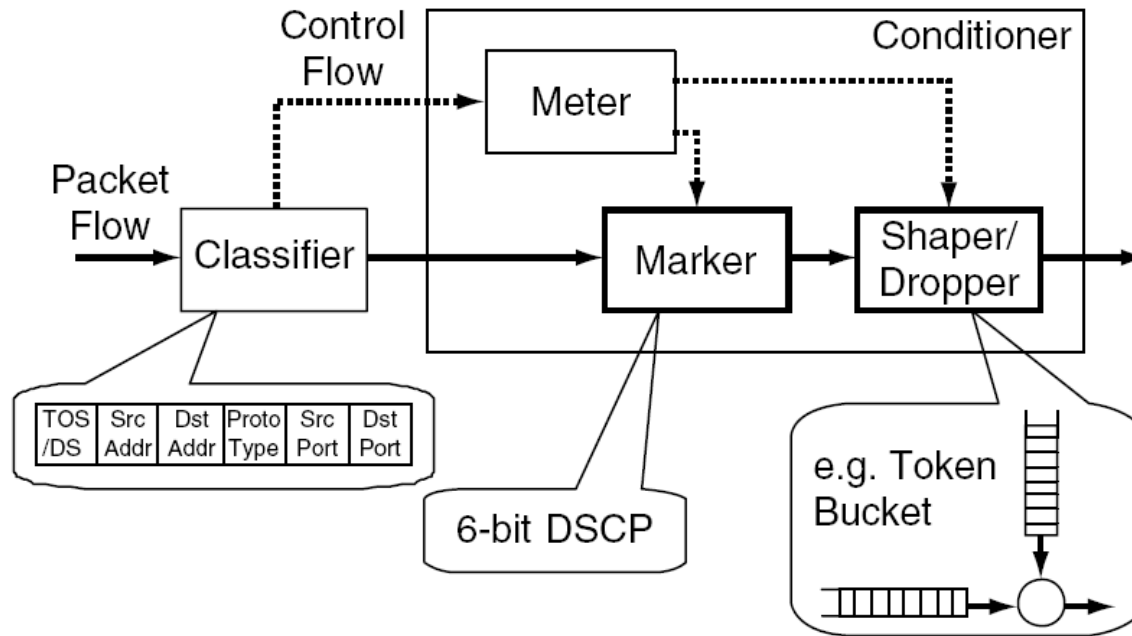


Policing & shaping

- **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, puffereles segítségével (azaz a rövidtávú változékonyság kisimításával a folyamon belül).



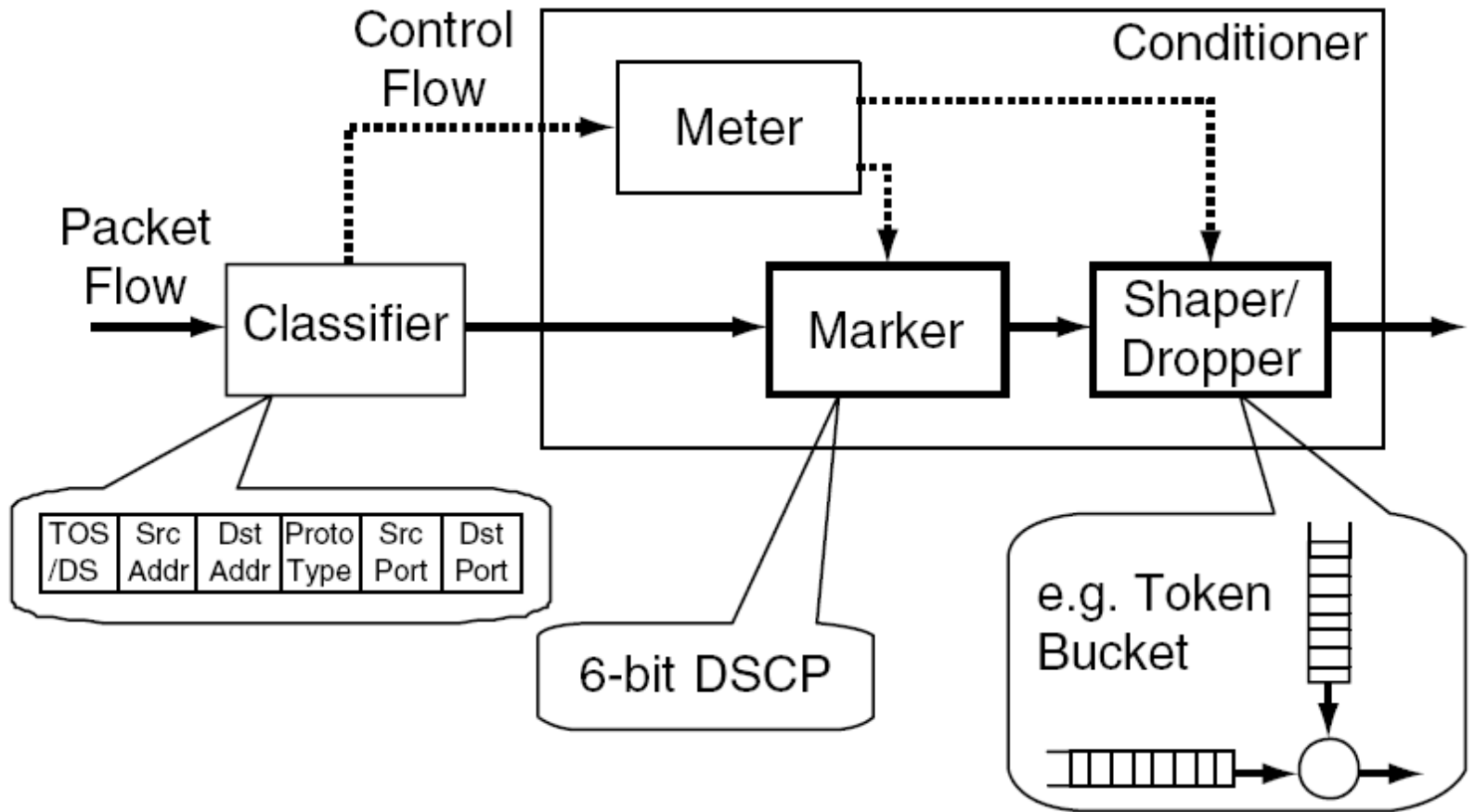
DiffServ határ-útválasztó



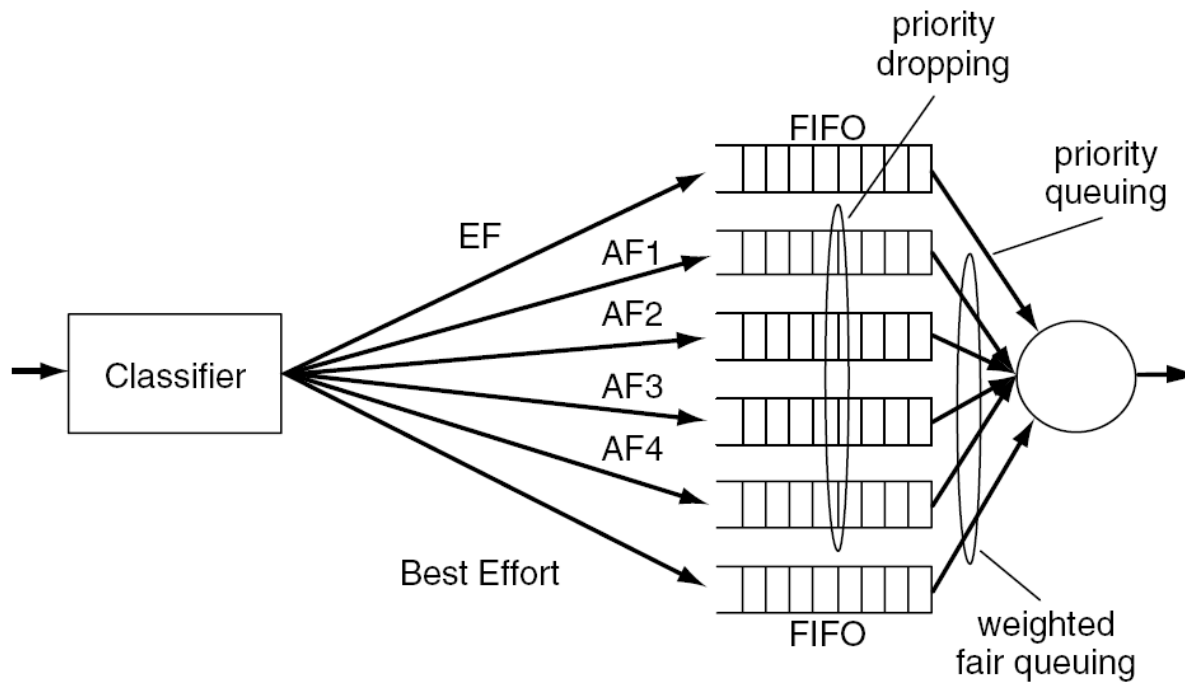
A DiffServ határ-útválasztó...

- ❑ **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 határ-útválasztó



DiffServ mag-útválasztó

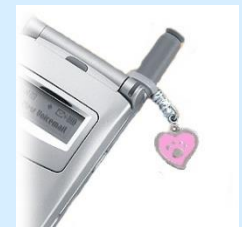
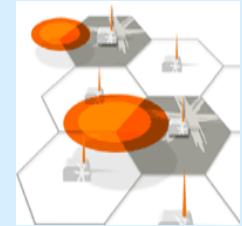


- A csomagokat egyedül a DSCP érték alapján osztályozza,
- a csomagokat külön sorokba helyezi a *helyi DSCP-PHB leképezésnek* megfelelően.

(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
 - Expedited Forwarding (**gyorsított továbbítás**) PHB (EF)
 - Assured Forwarding (**biztosított továbbítás**) PHB (AF)
 - (best-effort PHB – az alap IP viselkedés)
- **Class Selector 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 PHB**
 - egyszerű magas prioritású továbbítás;
 - *„Az útválasztóknak legalább olyan gyorsan kell kiszolgálniuk a csomagokat, mint ahogyan az EF PHB csomagok érkeznek.”*



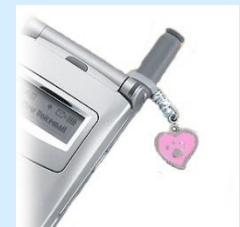
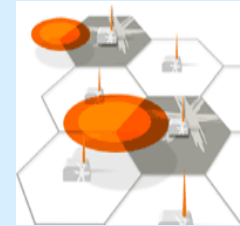
DiffServ szabványosított PHB-k (folyt.)

□ 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.

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



DiffServ átviteli szolgáltatások

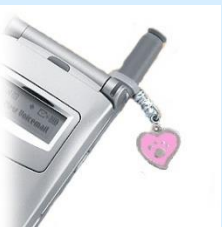
- Garantált átviteli szolgáltatás biztosításához szükség van beengedés-vezérlésre (**admission control function**) is.
- A beengedés-vezérlést egy QoS menedzsmint rendszer végzi (más néven QoS kiszolgáló vagy sáv szélesség bróker (**Bandwidth Broker**)).
- A QoS kiszolgáló...
 - hívásbeengedés-vezérlést (**CAC**) végez a forgalmi osztályokon;
 - ismeri az útvonalválasztó táblákat, és módosítani is képes azokat (QoS routing(!));
 - ismeri az összes *foglalást* 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)

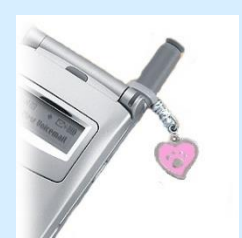
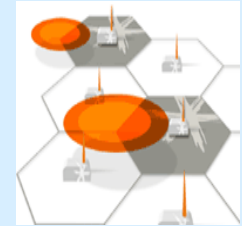
- sávszélesség garancia, korlátos késleltetés, meghatározott dzsitter, csomagvesztés nélkül;
- *EF PHB segítségével;*
- *a folyamatok szigorú felügyelete (azaz a felügyelő eldobja az összes nem-konform csomagot);*
- *beengedés-vezérlés szükséges (ellenőrizendő, hogy van-e még elegendő szabad kapacitás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



DiffServ példa szolgáltatás (folyt.)

□ Assured Service (biztosított szolgáltatás)

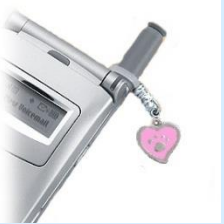
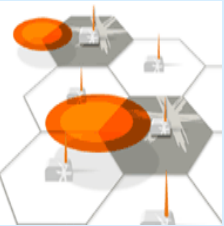
- biztosított sávszélesség garancia, közel nulla csomagvesztés a konform csomagokra;
- AF PHB segítségével;
- kétszínű jelöléssel a határ útválasztónál:
 - a megállapodás szerinti rátával érkező csomagokat zöldre, a ráta feletti csomagokat sárgára festi.
- hívásbeengedéskor a „beígért” sebességet veti össze a rendelkezésre álló szabad sávszélességgel;
- 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 rosszabul skálázódik(!),
 - nem feltétlenül megvalósítható maghálózatokban.

□ Általánosságban, a DiffServ gerinchálózatokban hasznos, ahol egyedi alkalmazás folyamatok helyett forgalom aggregátumoknak biztosít garanciát.

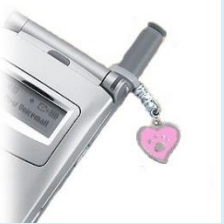
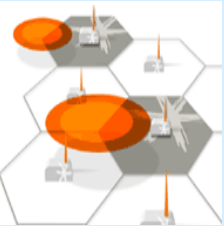
- (*Megjegyzés: a DiffServ nyitott definíciója túl sok és túl flexibilis megoldást tesz lehetővé. Épp ezért nehéz egy általánosan elfogadott megoldást létrehozni különböző gyártók hardver és szoftver eszközeivel!*)



Átviteli szolgáltatás-minőség az Interneten

□ Megoldások:

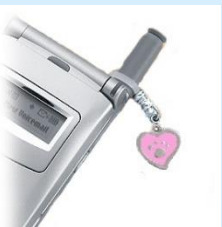
- alap IP
- integrált szolgáltatás
(Integrated Services – IntServ)
- differenciált szolgáltatás
(Differentiated Services – DiffServ)
- **Multi-protokoll címkekapcsolás**
(Multi-Protocol Label Switching – MPLS)



Multi-Protocol Label Switching (MPLS)

- Az MPLS nem kimondottan egy QoS technológia, de támogathatja a QoS biztosítását az IP routing kiterjesztéseként.

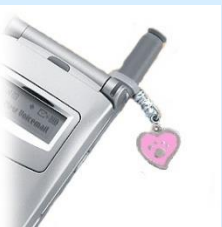
- MPLS alkalmazásakor...
 - csomagokat megcímkézzük, amikor belépnek a hálózatba, amelyek ezek után
 - egy fix LSP-t (**Label Switched Path** - **címkekapcsolt útvonal**) követnek.



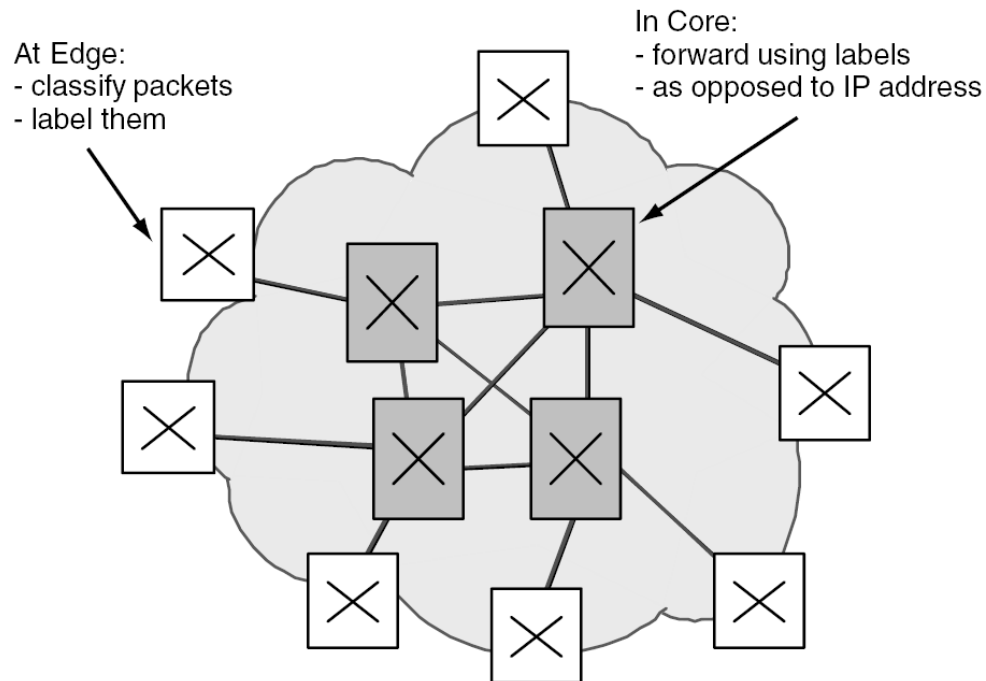
Multi-Protocol Label Switching (MPLS)

- Az MPLS főbb sajátosságai: Az IP csomagok egy rövid címke alapján kerülnek továbbításra (címkekapcsolás - **label switching**) a leghosszabb prefix cím keresés (IP routing) helyett, így
 - a továbbítás *egyszerű* és *gyors*;
 - a címkének csak link-szintű jelentősége van,
 - a címke minden csomópontban megváltoztatható az útvonalon.

- LSP-khez a csomagok flow szinten rendelhetők.
 - pl., egy forrás-cél páros között több LSP is lehetséges, eltérő QoS karakterisztikával.



MPLS architektúra



- A határ csomópontoknál a csomagokat *osztályozzák és felcímkézik*.
- csomagok a helyi LSR (**címkekapcsoló útválasztó - Label Switching Router**) konfiguráció alapján továbbítódnak a következő csomóponthoz.
- A maghálózatban csak a címke használható az útvonal megtalálásához.

MPLS és QoS

- MPLS használható QoS biztosítására, ha egyéb QoS technológiákkal kombináljuk.
 - Pl.1, MPLS leképezi az LSP-ket ATM virtuális kapcsolataira, így IP QoS-t biztosítva LSP-nként az ATM QoS-re alapozva.
 - Pl.2, MPLS + DiffServ: különböző LSP-k használata szolgáltatási osztályonként, így lehetővé téve az osztályok egymástól független útválasztását.



MPLS összegzés

- Az MPLS önmagában nem egy QoS technológia, de nyújt olyan funkcionalitást amely megkönnyíti a QoS biztosítását. QoS könnyebben biztosítható az útvonalak rögzítésével.
- A hálózatot monitorozva és a forgalom elterelése a torlódásos szakaszokról bizonyos szintű minőséget biztosít önmagában is.
- Másrésztől megkérdőjelezhető, hogy jó döntés-e még egy járulékos réteget hozzáadni az IP alá(?!)
 - menedzsment komplexitását növeli;
 - a hálózati rétegnek is többletköltséget jelent;
 - IP-re támaszkodik (jelzés a címkék terjesztéséhez és útválasztó protokollokhoz).

