



HÁLÓZATI RENDSZEREK
ÉS SZOLGÁLTATÁSOK
TANSZÉK

Hálózattervezési és –elemzési laborok a FLEXPLANET szoftverrel

Hálózati szolgáltatások QoS elemzése



Tivadar Jakab jakab@hit.bme.hu
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
BME VIK

Budapest,
2021.04.21.

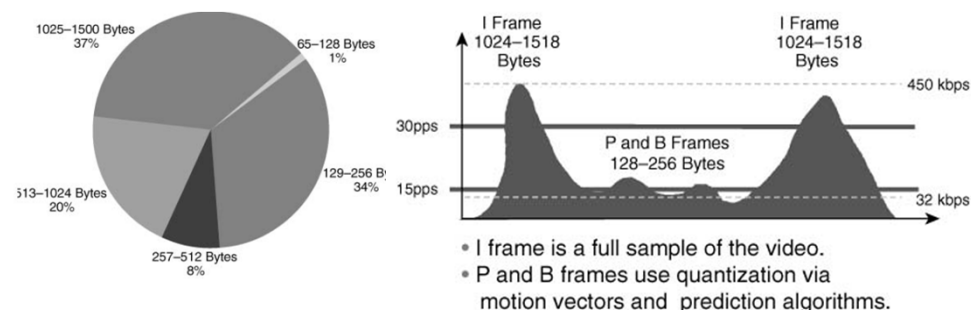


MIÉRT VAN SZÜKSÉG A HÁLÓZATBAN QOS KÉPESSÉGEKRE?

- Csomag alapú szolgáltatási platform
 - tárol és továbbít: pufferek, feldolgozás
 - sorok, késleltetés, csomageldobás
- Alapesetben Best Effort szolgáltatás
 - Azonos kiszolgálás minden forgalmi komponensnek
 - Korlátozott hálózati erőforrások mellett
- Különböző alkalmazásokból származnak a forgalmi komponensek
 - Ezek eltérő szolgáltatási követelményekkel továbbítandók
 - Eltérő az egyes komponensek időbeli viselkedése (átlagérték, burstok mérete, hossza, stb.) – eltérő az erőforrásigényük egy adott QoS követelmény teljesítéséhez
 - Elasztikus (TCP: forgalomvezérlés, torlódásvezérlés) vagy bitfolyam (UDP) jellegű forgalom
- Megfelelő képességekre, architektúráis megoldásokra van szükség az eltérő minőségi követelmények hatékony teljesítésére

• Interaktív videó

- adatvesztés $< 1\%$
- egyirányú késleltetés < 150 ms.
- jitter < 30 ms



• Streaming

- adatvesztés $< 5\%$
- késleltetés < 4 -5 másodperc (az alkalmazás képességeitől függően).
- Jitter: nincs szigorúan meghatározott követelmény

• Beszéd

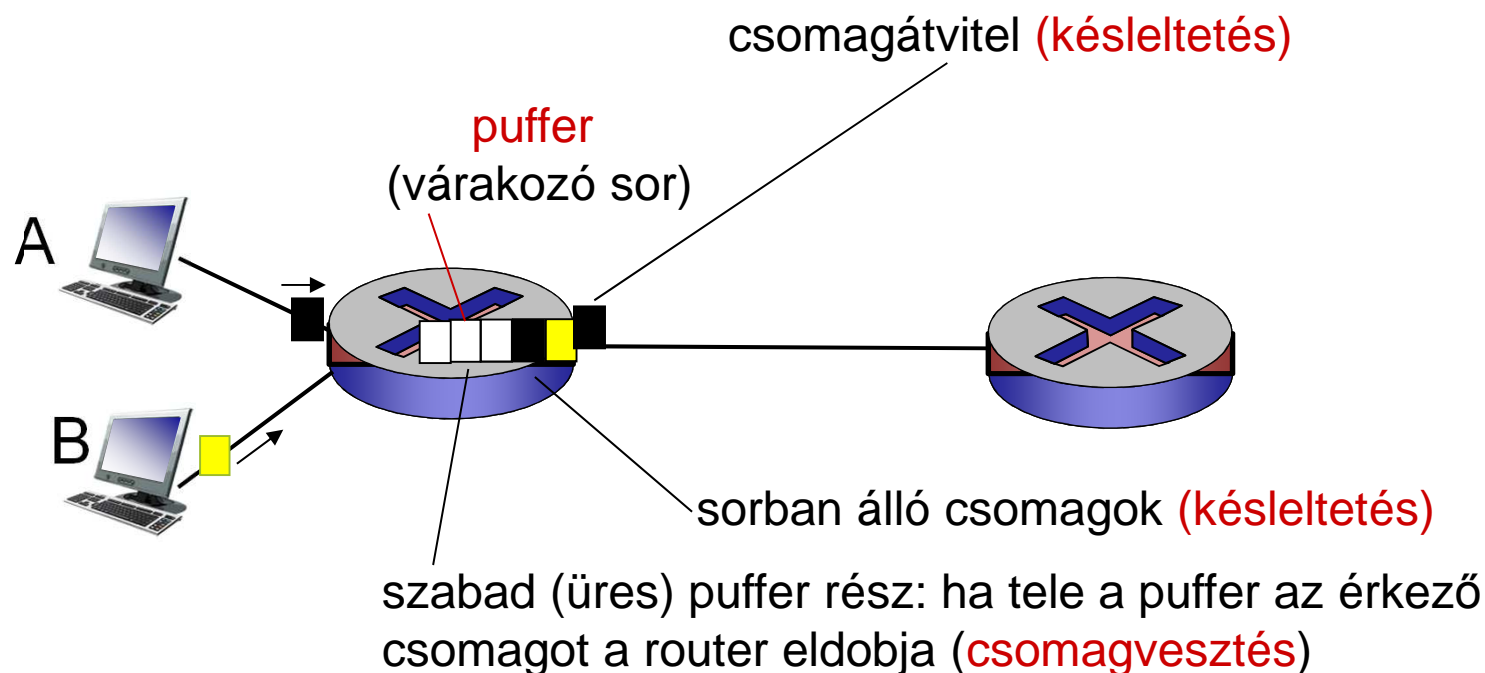
- adatvesztés $< 1\%$
- egyirányú késleltetés < 15 ms.
- jitter < 30 ms

• Data

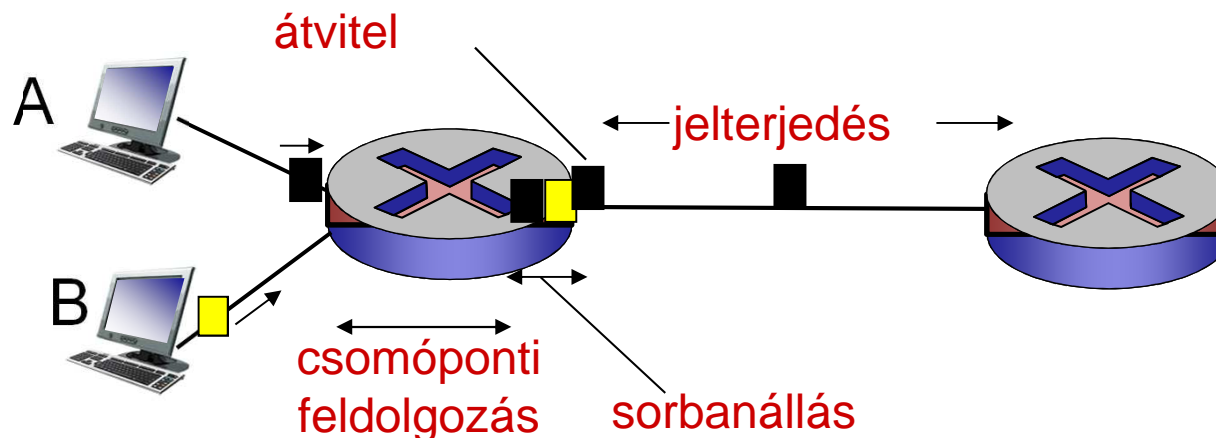
- az alkalmazási környezettől függően széles tartományban változó követelmények (pl. file transzfer vagy küldetéskritikus alkalmazás)

Csomagok tárolása a router pufferében

- az érkezési intenzitás (átmenetileg) meghaladja a kimenő interfész kapacitását
- A csomagok sor(ok)ban várnak a továbbításra



A késleltetés összetevői



$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{queue}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

d_{proc} : csp. feldolgozási késl.

- bithibák ellenőrzése
- kimenő link meghatározása
- tipikus érték < msec

d_{queue} : sorbanállási késl.

- átvitelre várakozás a kimenő linknél
- a routeren fennálló tortódás mértékétől függ (sorhosszak)

d_{trans} : átviteli késl.:

- L : csomagméret (bit)
- R : link sávszélesség (bps)
- $d_{\text{trans}} = L/R$

d_{prop} : terjedési késl.:

- d : a link hossza
- s : jelterjedési sebesség ($\sim 2 \times 10^8$ m/sec)
- $d_{\text{prop}} = d/s$

Check out the online interactive exercises for more examples:

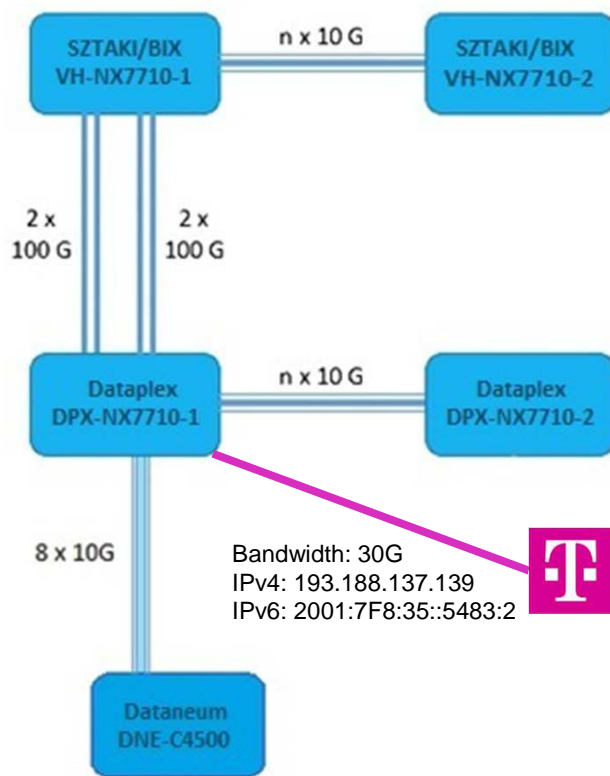
http://gaia.cs.umass.edu/kurose_ross/interactive/

*Check out the Java applet for an interactive animation on trans vs. prop delay

d_{trans} és d_{prop}
alapvetően
különböző

BIX Telekom linkterhelések

BIX topológia



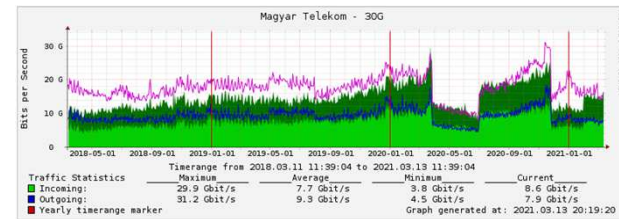
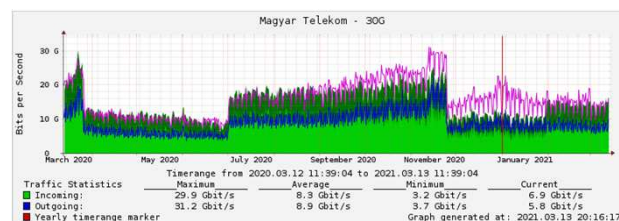
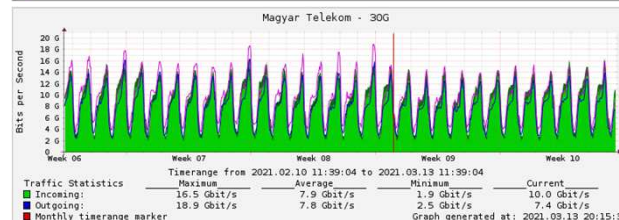
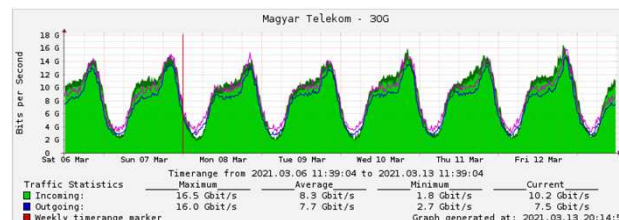
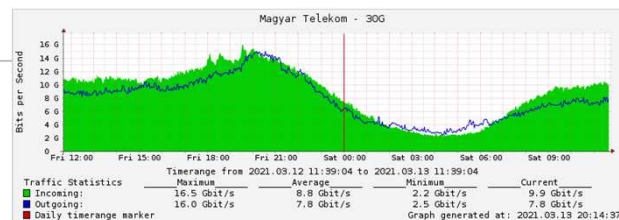
Venues:

[VH](#) H-1132 Budapest, Victor Hugo u. 18-22.

[Dataplex](#) H-1087 Budapest, Asztalos Sándor u. 13.

[Dataneum](#) H-1108 Budapest, Kozma u. 2.

Source: https://www.bix.hu/technologia/a_bix_infrastrukturaja



napi
5 min átlagok

heti
30 min átlagok

havi
2 órás átlagok

éves
1 napos átlagok

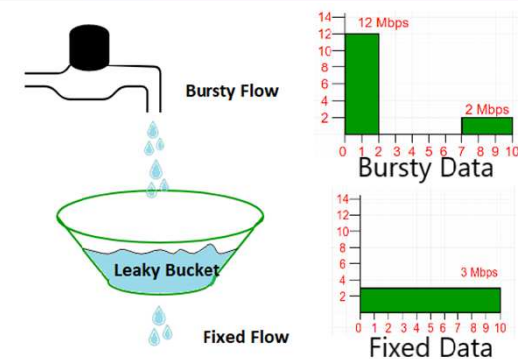
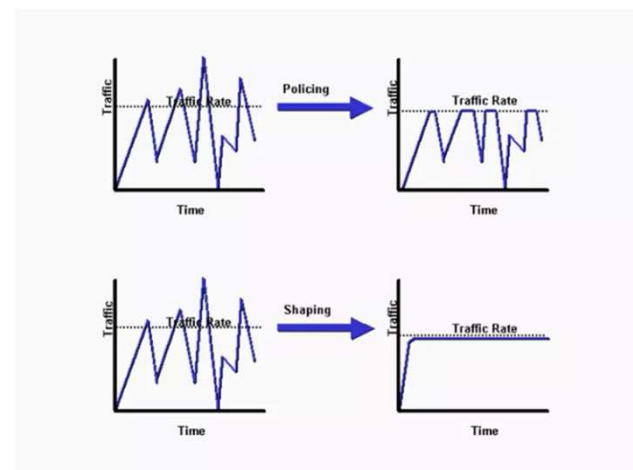
3 éves

Forrás: https://www.bix.hu/statisztika/magyar_telekom/a861b98f5e932a7cce5b3f60d1549883

Egy másik Telekom link (10G) https://www.bix.hu/statisztika/gts_hungary/Oa17f73632560b9a930f0d5c3da6e70

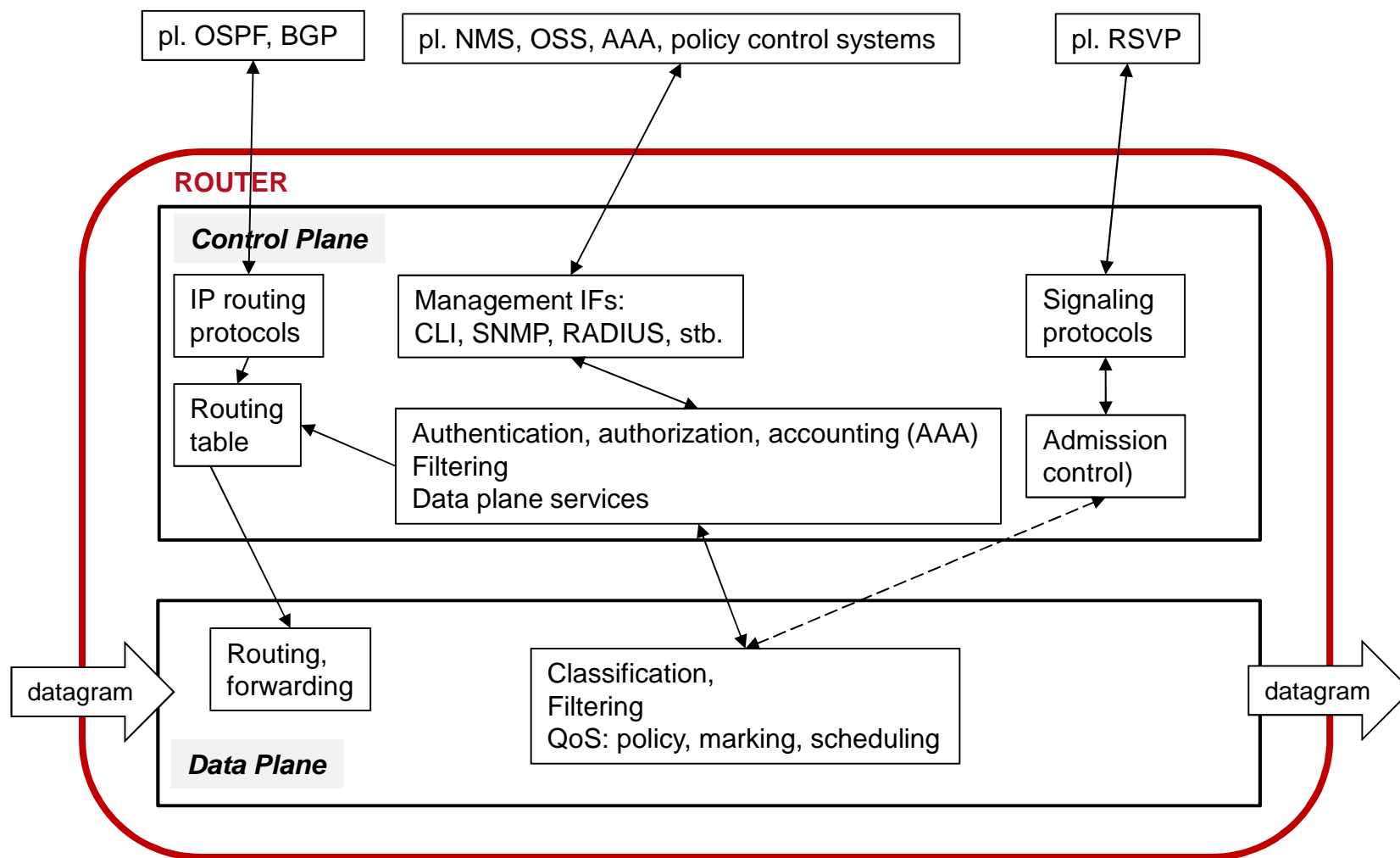
ESZKÖZKÉSZLET A QOS MEGVALÓSÍTÁSÁHOZ: FUNKCIÓK

- Csomagok megkülönböztetése (osztályozása)
- Elkülönítés (különböző sorok, ütemezés)
- Hívásfelépítés (beengedés, csak annyi forgalmat, amennyi az adott előírások mellett kiszolgálható)
- Policing, shaping
- Feltétel alapú explicit utak (IP/MPLS TE) arra menjen a forgalom, ahol van elegendő erőforrása a követelményeinek megfelelő kiszolgálására
- KPI-s (Key Performance Index) monitorozás, vezérlés
- Felügyelt (operátor) vagy automatikus beavatkozások (off-line/on-line Traffic Engineering) a szolgáltatás működtetése során



Források: <https://media.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/leakyTap-1.png>
<https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/quality-of-service-qos/qos-policing/19645-policevsshape.html>

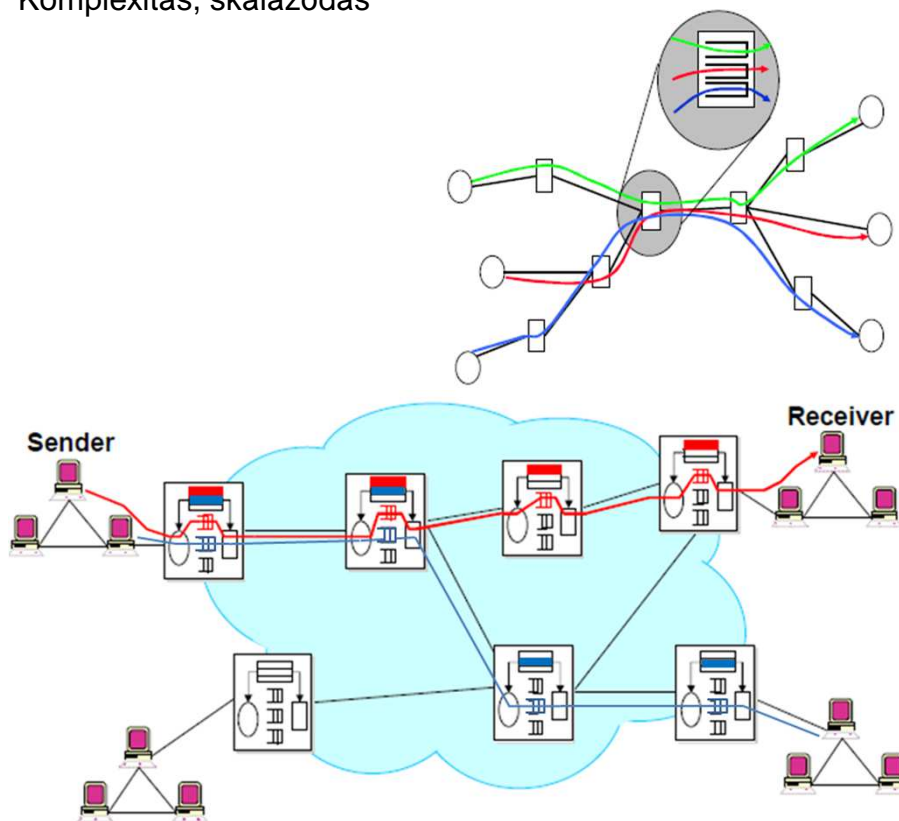
ESZKÖZKÉSZLET A QOS MEGVALÓSÍTÁSÁHOZ: ROUTER



QOS ARCHITEKTÚRÁK

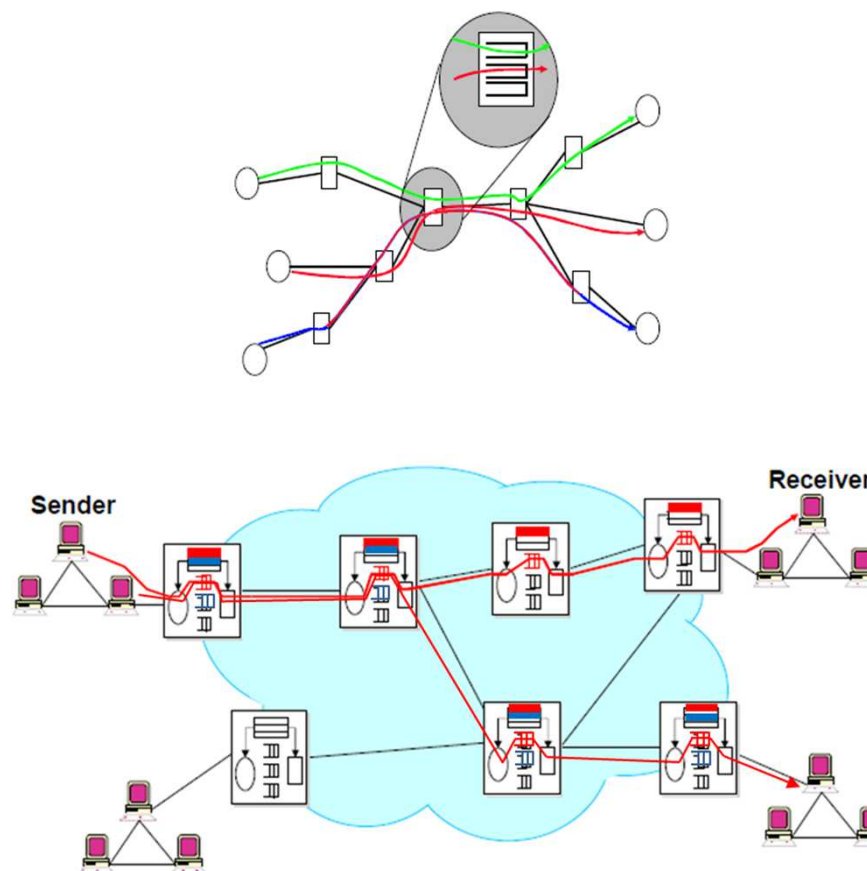
IntServ: per-flow QoS

- Egyedi alkalmazásforgalmankénti (flow) erőforrás lefoglalás a routerekben, ismétlődő állapotmegújítások (soft states)
- Garantált (hard) QoS (routerenkénti CAC az erőforrás lefoglalásakor, matematikai – tömegkiszolgálási - összefüggésekre alapozott garanciák: milyen forgalomnak milyen követelményekre mennyi erőforrás)
- Komplexitás, skálázódás



DiffServ: per-class QoS

- Aggregált alkalmazásforgalmankénti (class) erőforrás lefoglalás a routerekben
- Statisztikus (soft) QoS (forgalmi prognózison és tervezési megfontolásokon alapul)



- Hálózati szolgáltatások QoS elemzése:

- DiffServ architektúra
- Per Hop Behavior alapú modellezése
 - Linkenkénti, forgalmi osztályonkénti terhelés
 - QoS jellemzők továbbítási szakaszonkénti (hop) számítása
 - e2e (ingress-egress) worst case becslés

Megjegyzések

- i. Az alkalmazott modell csak nem túlterhelt linkre működik.
 - ii. A hop szintű modellezési megközelítés önmagában is worst case, mert az elvileg felajánlott forgalmat tekinti a terhelésnek
- Hibamentes (referencia) állapot – egy link kiesésének (hibájának) hatása
 - Megváltozott topológia, módosuló utak, eltérő linkterhelések, hatása a QoS jellemzőkre
 - A szolgáltatások e2e jellemzőinek változása mellett érdemes megnézni a megváltozott terhelésű linkek osztályonkénti jellemzőit is

**BEADÁSI HATÁRIDŐ: a szorgalmi időszak vége,
e-mail: jakab@hit.bme.hu**