

# Internet szolgáltatások és alkalmazások

---

SLA, QoS (QoE), átviteli minőség...

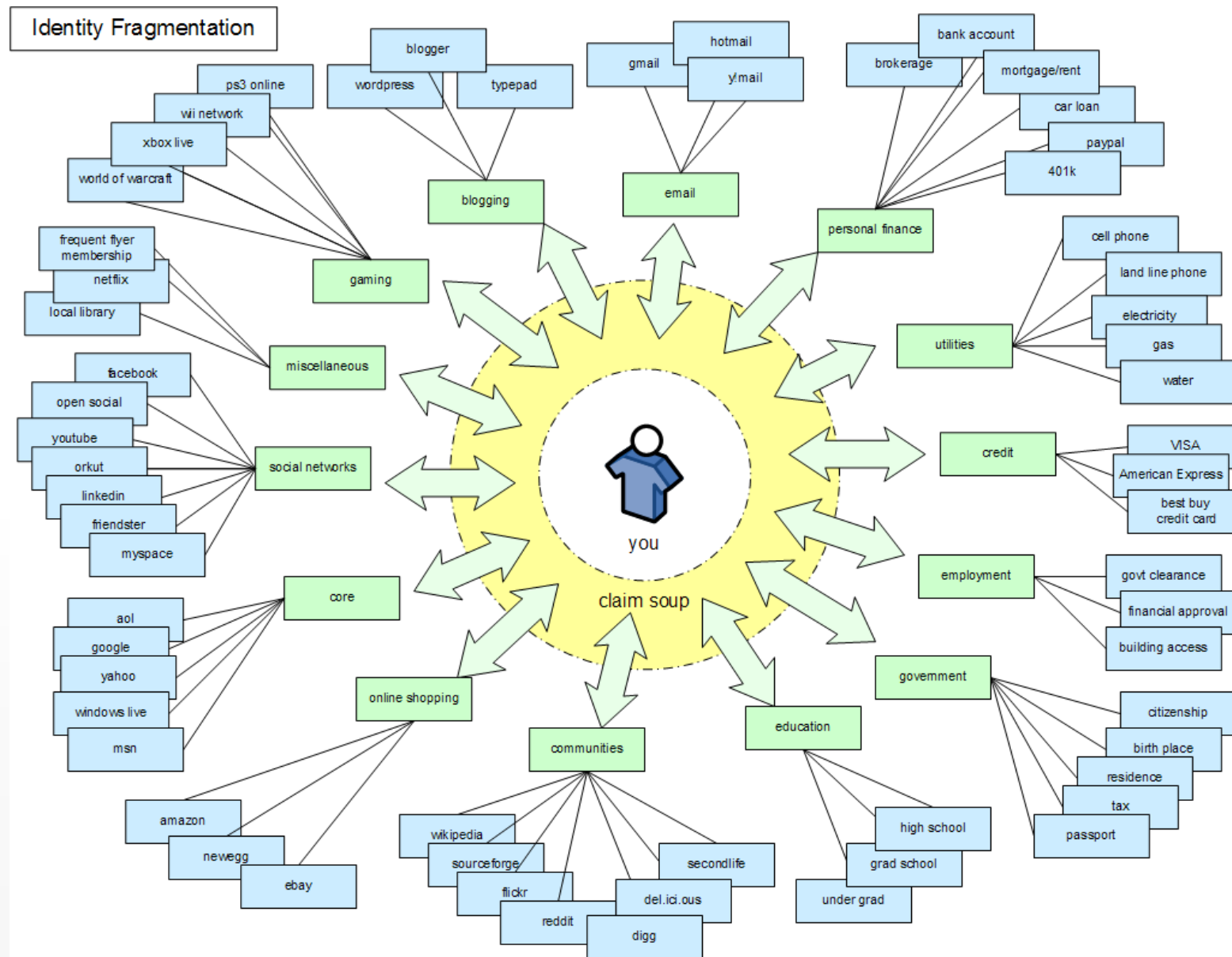
# Tartalom

- Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA – Service Level Agreement)
- Szolgáltatásminőség (QoS)
  - QoS attribútumok, emberi tényezők, QoS zónák
  - QoS kezelése abnormális helyzetekben
  - 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)

# Emlékeztető...

- A szolgáltatások képességeket nyújtanak a **végfelhasználónak**

→ a középpontban a végfelhasználó áll, nem a hálózat!



# Az internet és QoS

- Az internet technológia hatása a kommunikációs szektorra ÓRIÁSI!!

- De mi az internet?

technológiai szemlélet

„világméretű IP hálózat”,  
vagy  
„minden, ami az IP felett van (pl. email, WWW)”

felhasználói szemlélet

- Amikor „internet szolgáltatás”-ról beszélünk, meg kell különböztetnünk az...
  - **átviteli** szolgáltatásokat (mint például IntServ, DiffServ, stb.),
  - **vég-rendszer** szolgáltatásokat (Web szolgáltatások, email, beszéd szolgáltatások, stb.)

# Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA)

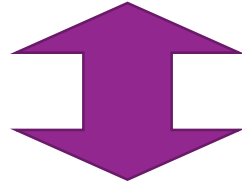
---

# Tartalom

- **Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA – Service Level Agreement)**
- Szolgáltatásminőség (QoS)
  - QoS attribútumok, emberi tényezők, QoS zónák
  - QoS kezelése abnormális helyzetekben
  - 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)

# Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA)

- Megjegyzés: A piac liberalizációja és a szolgáltatások fejlődése nagyban befolyásolta annak definícióját is, hogy mit értünk „szolgáltatás” alatt!
- „Korábban” egy szolgáltatással szemben támasztott követelményeket (pl. telefónia) **szabványok definiálták**, akár központilag megszabott tarifákkal együtt.



- Manapság a szolgáltatások nem feltétlenül szigorúan definiáltak, így a felhasználók és szolgáltatók **szerződésekben specifikálják** a követelményeket és a tarifákat.
- **SLA** (**Service Level Agreement** – **szolgáltatás szintű megállapodás**)

# Szolgáltatás szintű megállapodás (folyt.)

- SLA-k specifikálják...
  - szolgáltatás **korlátait**,
  - a biztosított **szolgáltatásminőséget** (QoS),
  - a szolgáltatás **árát**.
- PI, egy SLA meghatározza az...
  - árakat;
  - kapcsolatok típusát (pl., hang, videó, protokollok);
  - mennyiséget (pl., csatornák számát vagy kapacitását [bit/s]);
  - adatátvitel megbízhatóságát (pl., elviselhető bithiba-arányt);
  - rugalmasságot (responsiveness) (pl., kapcsolat felépítési idő, szerver válaszidő);
  - elérhetőséget (pl., 24/7 max. évenkénti x másodperces kieséssel)



# Gigantikus száguldás

# 1000 Mbps



\*A szolgáltatás és az akció 2014. július 15-től érhető el és visszavonásig érvényes, 24 hónapos határozott időtartamú szerződés vállalása mellett. Az ár a TV és telefon szolgáltatás előfizetési díját nem tartalmazza. Sáv szélesség: 1000/100 Mbps, garantált le- és feltöltési sebesség: 300/50 Mbps. Érdeklődését jelezze a 1272-es telefonszámon vagy ügyfélszolgálatainkon. A szolgáltatás igénybevételehez előzetes technikai felmérés szükséges. A tájékoztatás nem teljeskörű.

**100 Ft-tól/már**  
Okos csomagban  
TV+telefon mellé

kábeles internet konstrukciókhoz képest. Mindezt fantasztikusan alacsony áron!

**HAMAROSAN  
IGÉNYELHETŐ**

Érdeklődjön 1272-n  
és az Ügyfélszolgálatainkon!

\*A szolgáltatás és az akció 2014. július 15-től érhető el és visszavonásig érvényes, 24 hónapos határozott időtartamú szerződés vállalása mellett. Az ár a TV és telefon szolgáltatás előfizetési díját nem tartalmazza. Sáv szélesség: 1000/100 Mbps, garantált le- és feltöltési sebesség: 300/50 Mbps. Érdeklődését jelezze a 1272-es telefonszámon vagy ügyfélszolgálatainkon. A szolgáltatás igénybevételehez előzetes technikai felmérés szükséges. A tájékoztatás nem teljeskörű.



*\* A doboz legalább 500 ml tejet tartalmaz. A garantált zsírtartalom legalább 1,4%. A tájékoztatás nem teljes körű.*

# Szolgáltatás szintű megállapodás (folyt.)

- Egy **SLA** egy szerződés a...
  - szolgáltató és az előfizető, vagy...
  - két szolgáltató (service provider) között.
  
- Egy **SLA két szolgáltató között** egyszerűsítheti a szolgáltatás menedzsment feladatokat, partícionálva a problémát elkülönített régiókra.
  - Így elkerülhető a szolgáltatás menedzsmenthez szükséges információk megosztása szolgáltatók között, de...
  - ennek ára, hogy a szolgáltatók közötti kapcsolódási pontokat monitorozni kell az SLA betartásának ellenőrzésére.

# Szolgáltatásminőség (QoS)

---

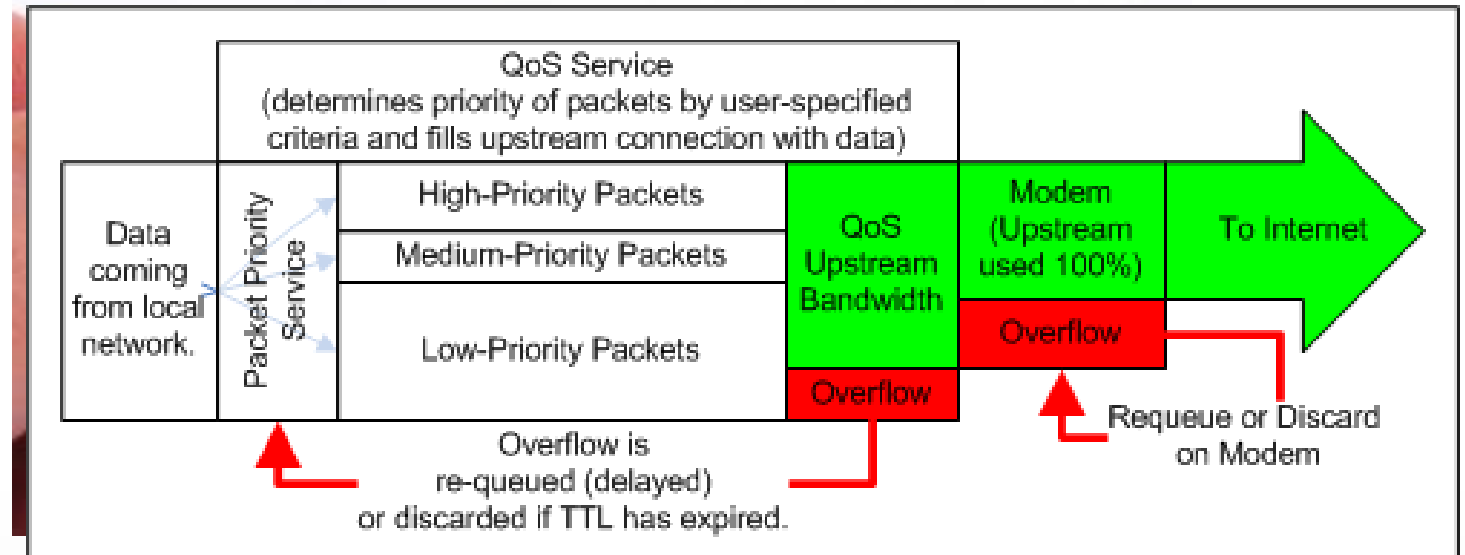
QoS attribútumok, emberi tényezők, QoE

# Tartalom

- Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA – Service Level Agreement)
- **Szolgáltatásminőség (QoS)**
  - **QoS attribútumok, emberi tényezők, QoS zónák**
  - QoS kezelése abnormális helyzetekben
  - 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)

# Szolgáltatásminőség (QoS)

- Megjegyzés: QoS alatt a hálózaton kívüli felhasználók által mérhető **vég-vég QoS-t** értünk.



- (QoS megadható lenne egy hálózat belső pontjaiban, vagy két hálózati szolgáltató kapcsolódási pontján (pl. egy SLA keretében).
- Def: **QoS** definiálható **minőségi** és **időzítés** jellemzőkkel, amelyek betartása szükséges a szolgáltatás funkcionalitás és a végfelhasználói elégedettség egy szintjének eléréséhez.

# QoS attribútumok

- Legfőbb **minőség attribútumok**:
  - **Hűség** (*fidelity*): a forrás tartalom mennyire pontosan és hűen reprodukált.
    - Ez általában a rendelkezésre álló sávszélesség, mintavételi felbontás és kódolás függvénye.
  - **Vesztés** (*loss*): a digitális jelfolyam elveszett csomagjai a forrás tartalomban elveszett részeket eredményez(het)nek.
  - **Rontás** (*corruption*): bitek vagy csomagok megváltozása a forrás tartalom módosulását eredményez(het)i.
  - **Biztonság** (*security*): annak biztosítása, hogy a forrás tartalom illetéktelen vevőkhöz ne kerülhessen.

# QoS attribútumok (folyt.)

- Legfőbb **időzítés** attribútumok:
  - **Késleltetés** (*delay*, aka. *latency*): az átlagos eltelt idő a forrás adat elküldésétől a megjelenítésig a címzettnél.
  - **Késleltetés ingadozás** (*jitter*): az aktuális késleltetés átlagtól való eltérésének mértéke.
    - Pl., a dzsitter egy mérték arra, hogy a minimum és maximum (csomag)késleltetés mennyire tér el az átlagtól egy média folyam esetén..
  - **Szinkronizáció** (*synchronization*): késleltetés különbség egynél több médiafolyam esetén, amelyeket együtt kell továbbítani (pl., hang és videó).
  - **Felépülési idő** (*set-up time*): mennyi ideig tart a szolgáltatás felépülése.
    - (Pl., telefon tárcsahang a kézibeszélő felemelése után)
  - **Lebontási idő** (*tear-down time*): mennyi ideig tart a hozzáférés lezárása és az erőforrások felszabadítása, míg egy újabb felépülés kezdeményezhető.



# Tipikus QoS kompromisszumok

- Egy vagy több QoS paraméter javítása gyakran *kihatással van más QoS attribútumokra* (ha nem feltételezünk extra sávszélességet és processzási kapacitást hozzá).
  - Pl., A vesztes csökkentése elérhető újraküldési protokollok használatával, ami általában a késleltetést növeli.
  - Pl., A dzsitter és szinkronizáció javítható a bejövő folyamatok pufferelemével, amely szintén növeli a késleltetést.
- Általánosságban, a **késleltetés** tűnik az örök szenvedő QoS attribútumnak.
  - Különösen IP hálózatokban!

# QoS attribútumok, emberi tényezők, QoS zónák

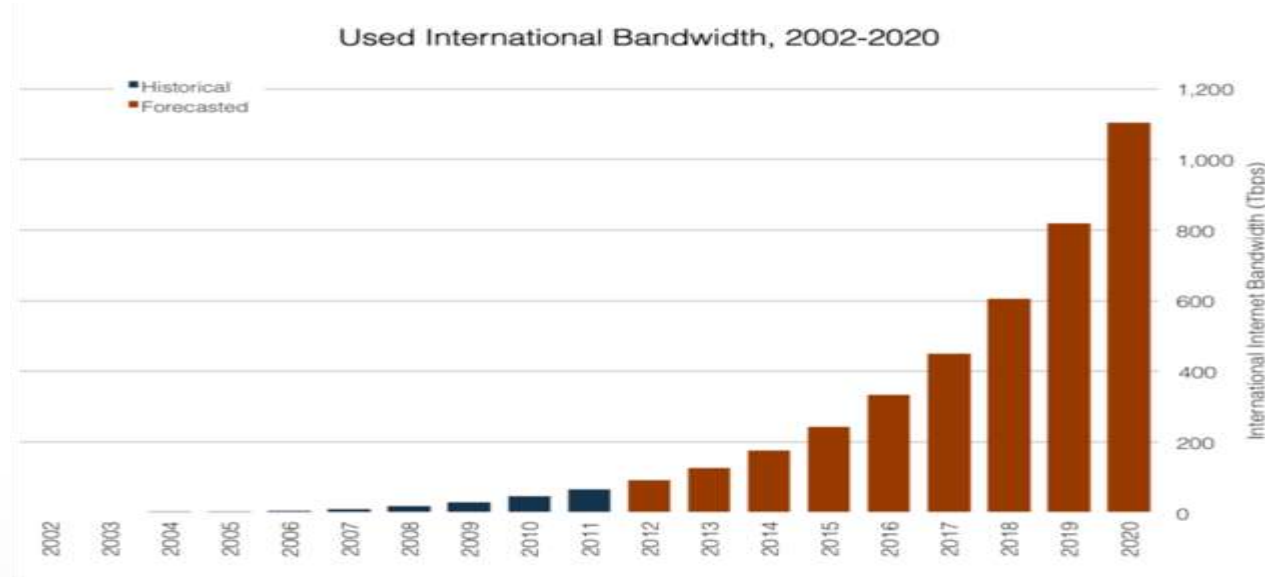
---

# Tartalom

- Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA – Service Level Agreement)
- Szolgáltatásminőség (QoS)
  - QoS attribútumok, **emberi tényezők, QoS zónák**
  - QoS kezelése abnormális helyzetekben
  - 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)

# Emberi tényező és QoS

- Sokszor mondják, hogy „a QoS követelmények folytonosan szigorodnak, mivel a **felhasználók mindig többet és gyorsabban akarnak**”...



- DE az **emberi tényezők** – a technológiával ellentétben – jól megértett és **nem változó dolgok**.
  - Pl., Videó esetén a szükséges képek száma másodpercenként (24-30) elégséges a szem tehetetlenségének és az agy képalkotásának következtében. Ez a szabvány már kb. 100 éve megállja a helyét!

# Szolgáltatás típusok a QoS függvényében

- A szolgáltatások **négy kategóriába sorolhatók** a késleltetés alapján, ha a *QoS-t az emberi tényezők szemszögéből* nézzük:
  - Ezt a modellt az ITU-T Recommendation G.1010 (End-User Multimedia QoS Categories) megalkotásánál használták.
- **Észlelés** (perceptual)
  - Az emberi érzékszervi (pl. hallás, látás) rendszer korlátaiból következő határok.
  - Ezek a korlátok a legszigorúbbak a késleltetést tekintve, tipikusan **200 msec**-nél kisebbek.
- **Megismerés/megértés** (cognitive)
  - Határok a rövidtávú memória és a természetes figyelem fenntartásának korlátaiból adódóan, kb. **0.25-3 másodperces** intervallumban.

# Szolgáltatás típusok a QoS függvényében (folyt)

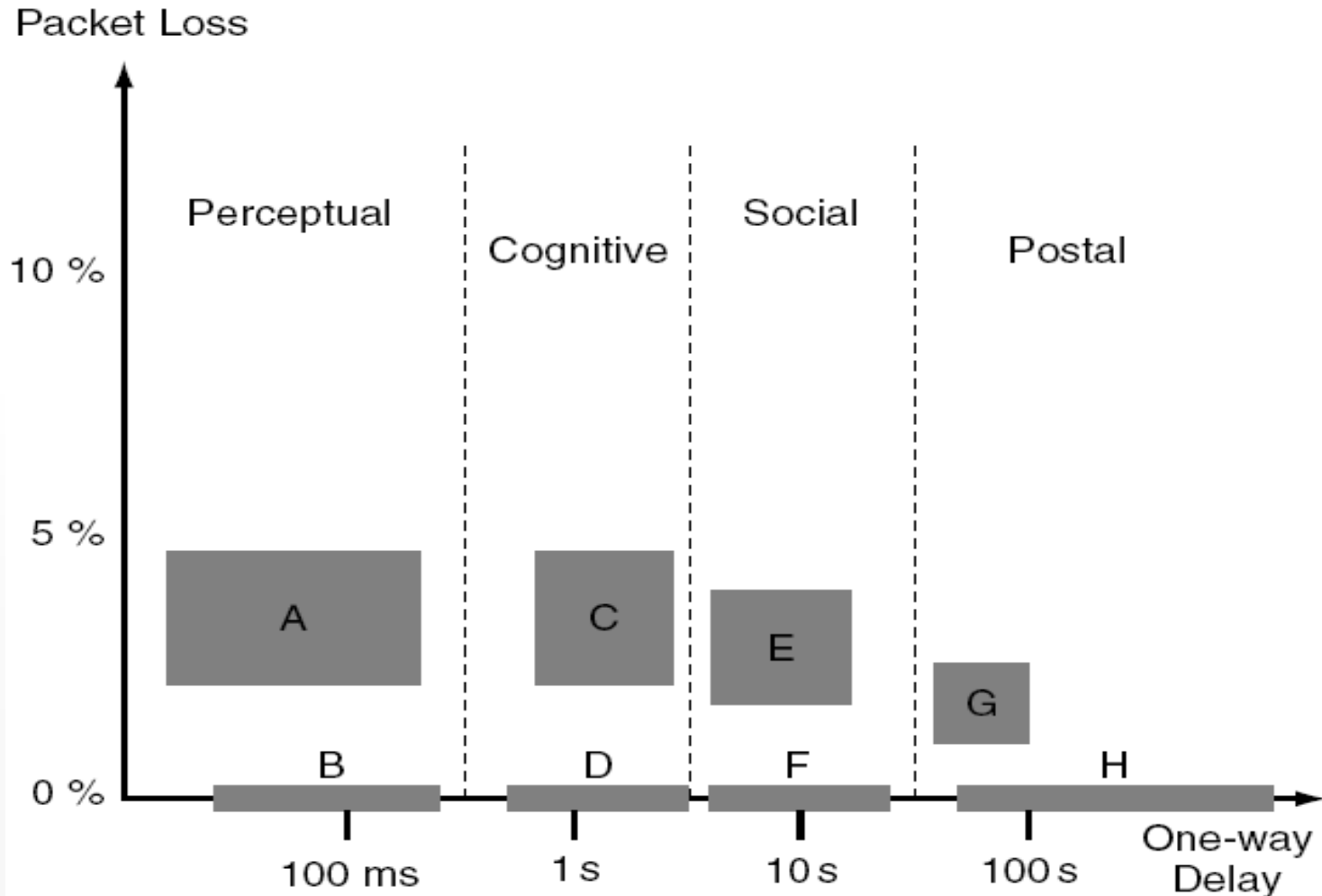
- **Szolgáltatások négy kategóriája** késleltetés alapján (folyt.)
- **Társadalmi (social)**
  - Határok a társadalmi elvárások alapján, ésszerű válaszidőket elvárva egy feltett kérdés vagy kérés után.
  - A felhasználók megértése egy komplex kérdés/felkérés esetén mérsékelheti ezeket a limiteket.
  - Tipikus késleltetések **10 másodperces** határig.
- **„Postai” (postal)**
  - Elvárások adott dolgok (pl. levél, fax) kézbesítésére vonatkozóan egy másik fél számára.
  - Az elvárások néhányszor 10 másodperctől **több percig**, adott esetben **órákig**.
  - Ellentétben a társadalmi kategóriával, ebben az esetben nem a küldő, hanem a fogadó fél tapasztalja a késleltetést. Éppen ezért a követelmények lazábbak.

# Szolgáltatás típusok a QoS függvényében (folyt)

- Az **észlelési** és **kognitív** kategóriák neurológiai alapúak, így érvényesek minden emberre.
- A **társadalmi** és **postai** kategóriák ellenben kulturális elvárásoktól és tapasztalati hatásoktól függnnek.
- Emberi terminológiával: a forrás tartalom reprodukálása vagy **precíz** (precise – azaz hibamentes) kell legyen, vagy **elnéző** (forgiving – azaz kis hibaarány még következmény nélküli) is lehet.
  - Pl., a **precíz** tipikusan **digitális** forrásnak felel meg (pl. bankszámlaszám), míg az **elnéző** tipikusan **analóg** forrásnak (pl. kedvenc szín) feleltethető meg.

# Szolgáltatás típusok a QoS függvényében (folyt)

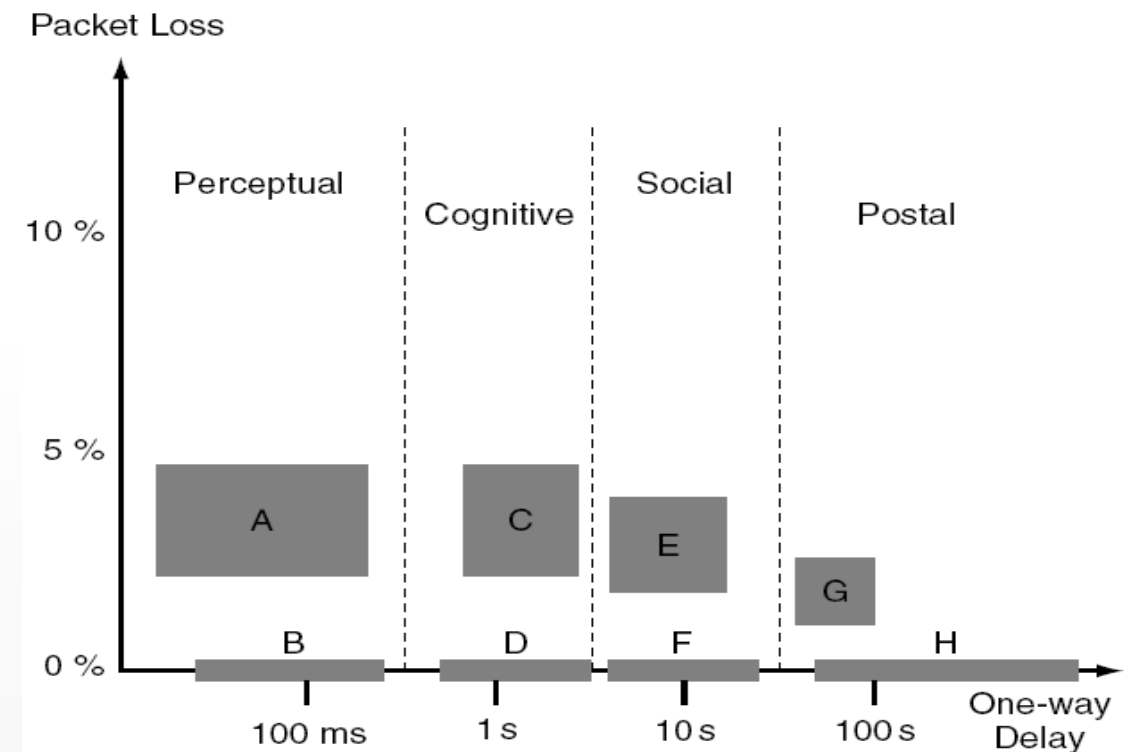
- A négy QoS késleltetés kategória a reprodukció két típusával együtt **nyolc cél zónát** jelöl ki a késleltetést és veszteséget figyelembe véve:





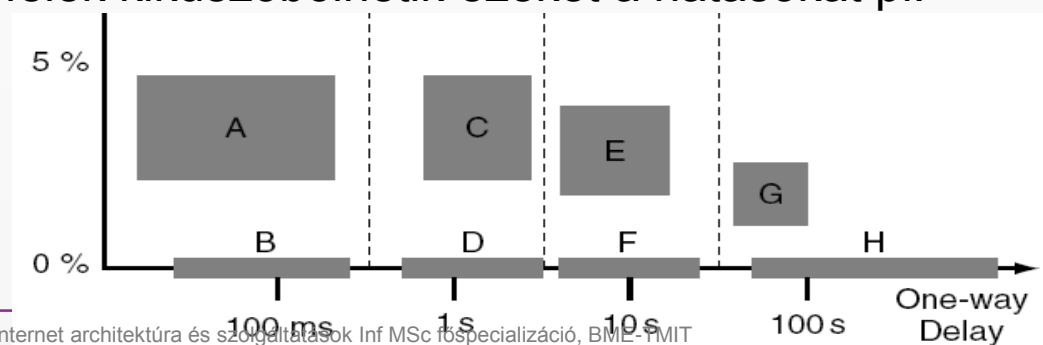
# QoS célterületek

- **A, C, E és G célterületek** olyan forrás média számára, amely elvisel **bizonyos veszteséget** (pl. analóg), és ahol a veszteség kontra késleltetés kompromisszum szóba jöhet.
- **A B, D, F és H célterületek** olyan forrás média számára, amely **0% veszteséget** követel meg (pl. digitális), és ahol nem köthető kompromisszum a veszteség és a késleltetés között. Az egyedüli változtatható QoS attribútum a késleltetés.



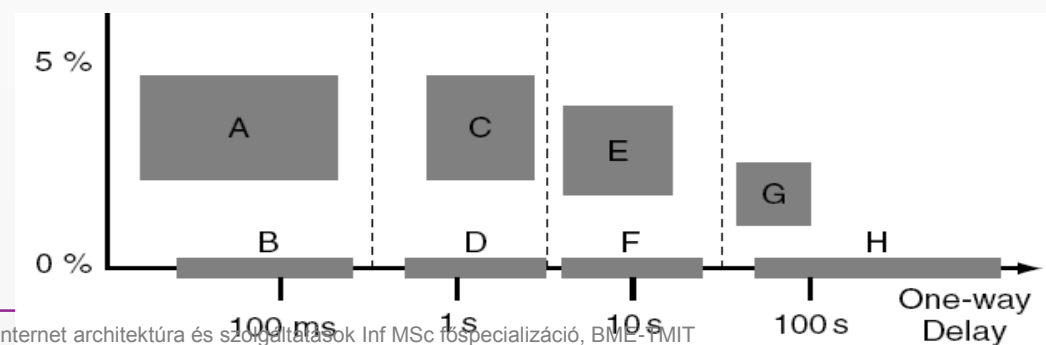
# QoS célterületek (folyt.)

- **A zóna: QoS észlelési és elnéző média számára**
  - Tipikus szolgáltatási példák: **kétirányú interaktív hang és/vagy videó.**
  - A forrás tartalom *analóg* természetéből kifolyólag, *folytonos információfolyamot* biztosít.
  - **Bizonyos információvesztés tolerálható** mivel az *emberi halló- és látórendszer* képes kompenzálni különböző „zajokat”.
  - A késleltetésnek tipikusan **200 msec alatt** kell lennie.
  - A korlátot meghaladó késleltetés érezhető késleltetést és/vagy szinkronizációs csúszást eredményez a beszélgetésben (pl. műholdon keresztüli átvitel). Ezek a hatások érzelmi irritációt, frusztrációt okozhat, aláásva a bizalmat a felek között.
  - Megjegyzés: Bizonyos esetekben a felek kiküszöbölhetik ezeket a hatásokat pl. rádióamatőröknél használt protokollok alkalmazásával („vége”, „vettem”, stb.).



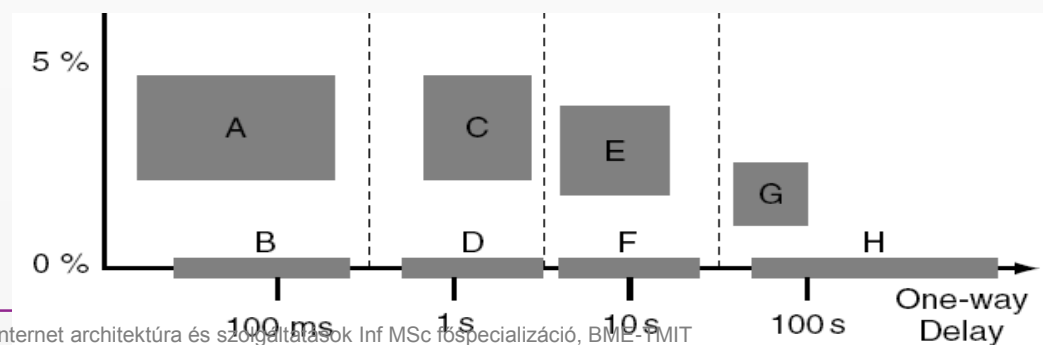
# QoS célterületek (folyt.)

- **B zóna: QoS észlelési és precíz médiára**
  - Digitális médián alapuló szolgáltatások, mint pl. *telnet session*-ök, vagy *interaktív játékok*.
  - A forrás tartalom *digitális*. Veszteség nem tolerálható, így a **cél 0%** a csomagvesztésre.
  - A késleltetésnek tipikusan **200 msec alatt** kell maradnia.
  - A korlátot meghaladó késleltetés esetén a szolgáltatás használhatósága csökken, mivel a felhasználó kizökken a másik féllel való kapcsolattartásból.
  - Nincs mit tenni a túl nagy késleltetés kompenzálására.



# QoS célterületek (folyt.)

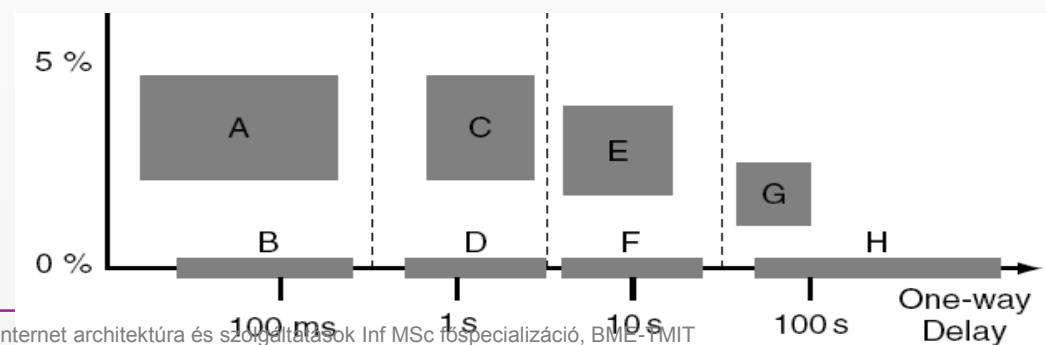
- **C zóna: QoS kognitív és elnéző média számára**
  - Egyirányú analóg szolgáltatások, mint például hangüzenetek.
  - Az A zónához hasonlatosa veszteséget tekintve, de az egyirányúság miatt a *forrás tartalom késleltethető* anélkül, hogy ezt a felhasználó észlelné.
  - A késleltetés csak a folyam indításakor észrevehető.
  - Késleltetések a **másodperces nagyságrendben**.
  - Ha a késleltetés nagyobb az elvártnál, a felhasználót hamar értesítve a hatás kompenzálható, biztosítva őt, hogy a tartalom hamarosan megérkezik (pl. egy üzenet vagy sípszó, hogy a visszajátszás hamarosan kezdődik).



# QoS célterületek (folyt.)

- **D zóna: QoS kognitív és precíz média számára**

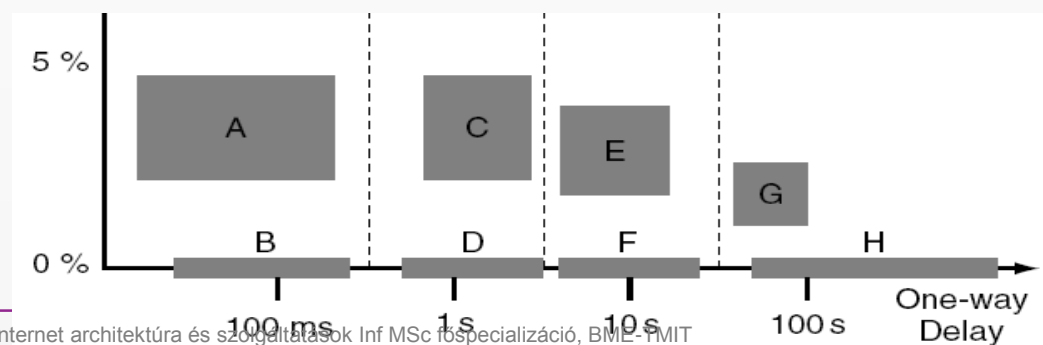
- *Interaktív digitális szolgáltatások*, mint például Internet böngészés vagy e-üzleti Web-es alkalmazások.
- **Veszteség nem tolerálható.**
- Mint a számítógépes interfészeknél általában, a késleltetésnek **néhány másodperces** nagyságrendben kell maradnia.
- Ha a válasz túl sokat késik, a rövidtávú memória és a figyelem lankad. A felhasználó számára az elvégzendő feladat nehezebb lesz (pl. többet hibázik, elégedettsége csökken).
- A túl nagy késleltetés hatása csökkenthető visszajelzéssel a felhasználónak, hogy kérésének kiszolgálása folyamatban van. A visszajelzés csökkentheti a frusztrációt, de nem hosszabbíthatja meg a rövidtávú memóriát, és nem kompenzálhatja az elvégzett folyamatban fellépő megszakadásokat.



# QoS célterületek (folyt.)

## ▪ E zóna: QoS társadalmi és elnéző média számára

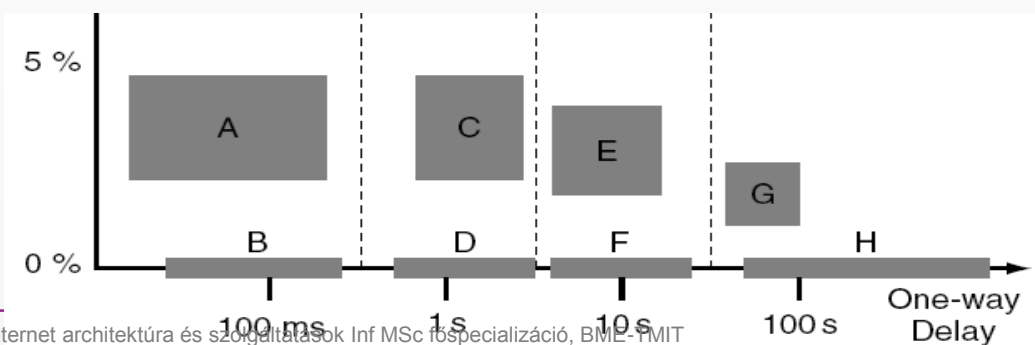
- Egyirányú „streaming” analóg forrás tartalmat kézbesítő szolgáltatások, úm. audió és videó.
- A C zónához képest különbség, hogy a tartalom sokkal inkább méreletes vagy folyamatos természetéből adódóan (pl. Internet rádió), és így problémásabb az újraindítás és visszajátszás.
- **Az indítási késleltetés 10 másodperces nagyságrendű is lehet**, mivel a folyamam várható ideje néhány nagyságrenddel is hosszabb.
- A felhasználót zavaró kellemetlenség nem neurológiai alapú, hanem a tapasztalatok és elvárások függvénye.
- A visszajelzés nagyon fontos a felhasználó megnyugtatására nagy késleltetéseknél (Pl. „buffering... 50%”).
- Ha az indítási késleltetés egy nagyságrenddel nagyobb az elvártnál, a felhasználók feltételezik, hogy a szolgáltatás nem elérhető.



# QoS célterületek (folyt.)

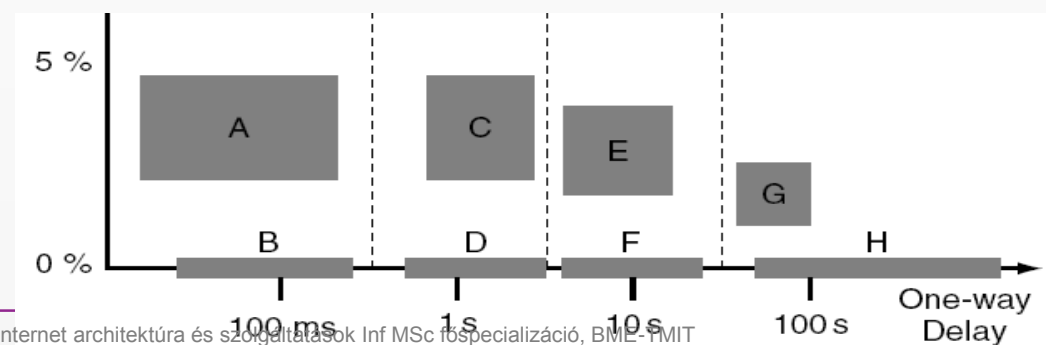
## ▪ F zóna: QoS társadalmi és precíz média számára

- E zónához hasonló, kivéve, hogy a forrás digitális vagy statikus (nem streaming és perzisztens) természetű, mint pl. állóképek letöltése vagy FTP letöltés (pl. szoftver letöltések).
- Az E zónával ellentétben **veszteség nem elfogadható**.
- Az indítási késleltetés hasonlóan az E zónához **10 másod-perces nagyságrendű**.
- Indítási késleltetés túlzott értékei hasonlóan kezelendők, mint az E zónában.
- A tartalom átvitele az F zónában egy véges feladat. Az átvitel lezárul, amikor a teljes átviendő adat megérkezett.
- *A teljesítés előrejelzése* lehetőséget ad a folyamat állapotának és a hátralévő időnek a kijelzésére a felhasználó számára (pl., visszaszámlálás vagy státusz csík).



# QoS célterületek (folyt.)

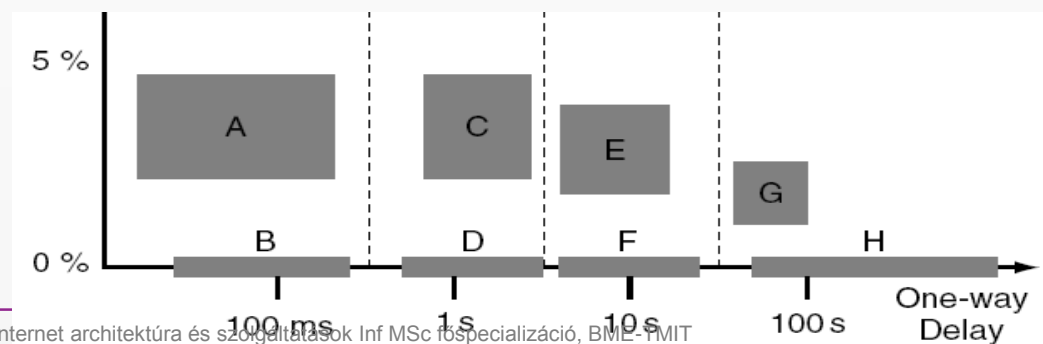
- **G zóna: QoS postai és elnéző média számára**
  - *Nem-digitális* tartalom, mint pl. fax a tipikus szolgáltatás.
  - A végtermék statikus és perzisztens természetű. Emiatt a hibák jobban észrevehetőek, így az **elfogadható hibaarány alacsonyabb**.
  - Az elfogadható késleltetés sokkal nagyobb (valahol a **20 mp és másfél perc** körül.).
  - Hacsak a küldő nem lép azonnal kapcsolatba a fogadóval, a késleltetés nem megtapasztalható.
  - Visszajelzéssel kiküszöbölhető a felhasználói elégedetlenség a határt jócskán meghaladó késleltetések esetében (pl. „a hívott szám foglalt, újrahívás 120 mp múlva...”).





# QoS célterületek (folyt.)

- **H zóna: QoS postai és precíz média számára**
  - *Digitális szolgáltatások* mint például az e-mail.
  - **A veszteségnek 0%-nak kell lennie.**
  - Az elfogadható késleltetés széles határok között változhat, **percektől órákig.**
  - A vártnál nagyobb késleltetés kivédése tipikusan nem megoldható online. Lehetővé tenni a felhasználó számára a szolgáltatás státuszának lekérdezését egy megoldás lehet (Pl. „element-e az sms-em?”).



# QoS kezelése abnormális helyzetekben

---

# Tartalom

- Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA – Service Level Agreement)
- Szolgáltatásminőség (QoS)
  - QoS attribútumok, emberi tényezők, QoS zónák
  - **QoS kezelése abnormális helyzetekben**
  - 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 kezelése abnormális szituációkban

- Minden QoS előírást teljesíteni kell a „normál működési üzemmódban”
- ...DE fontos kérdés az is, hogyan kezelhető a QoS abnormális vagy váratlanul kialakult különleges körülmények között (pl. túlterhelés, meghibásodás).

## QoS túlterhelés esetén

- A távközlési rendszerek életmentő eszközök vészhelyzetekben vagy természeti katasztrófáknál.
- ...DE, minél súlyosabb vagy nagyobb kiterjedésű a vészhelyzet, a távközlő hálózatok annál inkább **túlterhelődhetnek**.
- A túlterhelés egyéb okai lehetnek
  - „tömeges hívás esemény”,
  - DOS támadások, stb.

# QoS túlterhelés esetén

- A tapasztalt túlterhelés könnyen a normális üzemi terhelésnél nagyságrendekkel nagyobb is lehet.
- Túlterhelés esetén két alapvető megközelítés létezik a QoS biztosítására:
  - A rendszer **kapacitásának növelése**, és/vagy
  - **terhelés vezérlés** alkalmazása
    - terhelés kiegyensúlyozás,
    - beengedés vezérlés: pl., terhelés „ritkítás”.
- Többlet kapacitás hozzáadása egy egyszerű és működő stratégia lehet mindaddig, amíg ez technikailag kivitelezhető!
- A legnagyobb veszély: **Terhelés vezérlés hiányában a QoS összeomolhat, ha a felajánlott forgalom meghaladja a rendszer kapacitását!**

# QoS túlterhelés esetén

- Alapelvek QoS biztosítására túlterhelés esetén:
  - Ahol csak lehetséges, biztosítsuk az igényeket meghaladó rendszer kapacitást;
  - az átvitt forgalomra mindig biztosítani kell a QoS előírásokat;
  - az átvitt forgalmat egyenlően, megkülönböztetés nélkül kell kezelni;
  - a kapacitást meghaladó felajánlott forgalom esetén a forgalmat szét kell választani átvindó és nem átvindó részre;
  - a forgalom szegregálását (pl. beengedés vezérlés, terhelés ritkítás) a forráshoz lehető legközelebb kell elvégezni.

# QoS meghibásodás esetén

- A távközlő hálózatokat maximális **megbízhatóságra** tervezik az esetleges hardver és szoftver meghibásodások kivédésére.
- Ha egy szolgáltatás *visszaállítható* a meghibásodás után, a kérdés az, *milyen gyorsan* tudjuk ezt megtenni
  - Pl. útvonal átirányítás, vagy tartalék erőforrások bevonása?
- Ez a *visszaállítási idő* további *késleltetést* okoz a szolgáltatás számára.
- Tipikusan bármilyen streaming audió vagy videó „észlelési kategóriás” szolgáltatás esetén ez a késleltetés megszakadáshoz vezet, amit a felhasználó észlelni fog...

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

---



# Tartalom

- Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA – Service Level Agreement)
- Szolgáltatásminőség (QoS)
  - QoS attribútumok, emberi tényezők, QoS zónák
  - QoS kezelése abnormális helyzetekben
  - **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 trendek

- Ha maradunk az alapvető médiatípusoknál, az **emberi tényező előbb-utóbb dominálni fog.**
- Ennek következtében hosszú távon a **QoS követelmények technológiafüggetlenné 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 kapcsolatosan!*
- 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

- Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA – Service Level Agreement)
- Szolgáltatásminőség (QoS)
  - QoS attribútumok, emberi tényezők, QoS zónák
  - QoS kezelése abnormális helyzetekben
  - 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)

# Átviteli szolgáltatás minőség az Interneten

- Hogyan garantálható a (gyakran QoS-ként emlegetett) **átviteli szolgáltatás minősége**?

((Vagy még előbb: hogyan definiálható a minőség?!))

- 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).*
- Az IP architektúra meglehetősen robusztus 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 ún. túlméretezésével (over-provisioning).
  - Ez nem mindig lehetséges! (pl., optikai link kontra rádiós átvitel)

# IntServ

---

RSVP

# Tartalom

- Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA – Service Level Agreement)
- Szolgáltatásminőség (QoS)
  - QoS attribútumok, emberi tényezők, QoS zónák
  - QoS kezelése abnormális helyzetekben
  - 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)

# 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) **folyamokénti 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

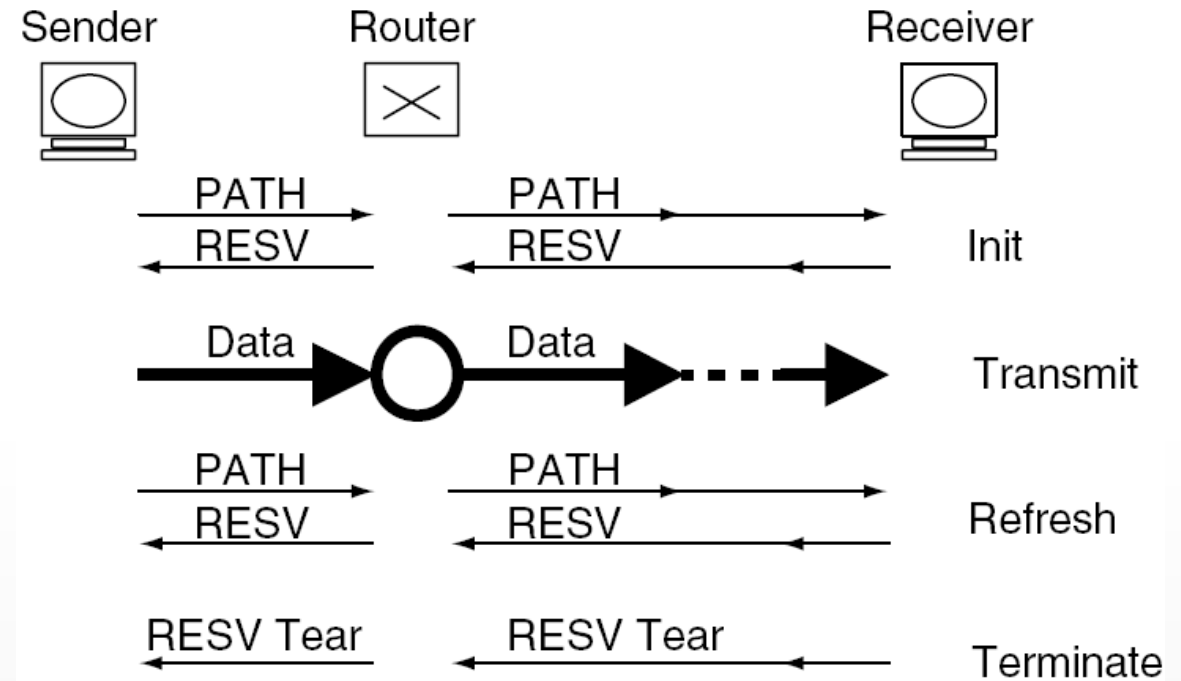
- Erőforrás foglalást állít fel egy egyirányú adatfolyamnak.
- „*Hop-by-hop*” protokoll
  - Az útvonal mentén az összes útválasztóval kommunikál.
- Független az útvonalválasztó protokolltól
  - így nem implementálható QoS-alapú útvonalválasztás(!)
- *Vevő-orientált* jelzésátviteli protokoll
  - Az adatküldő 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.**)
  - (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)

# DiffServ

---

edge, core, shaping, policing...

# Tartalom

- Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA – Service Level Agreement)
- Szolgáltatásminőség (QoS)
  - QoS attribútumok, emberi tényezők, QoS zónák
  - QoS kezelése abnormális helyzetekben
  - 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)

# 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 hagyva.
- 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**).

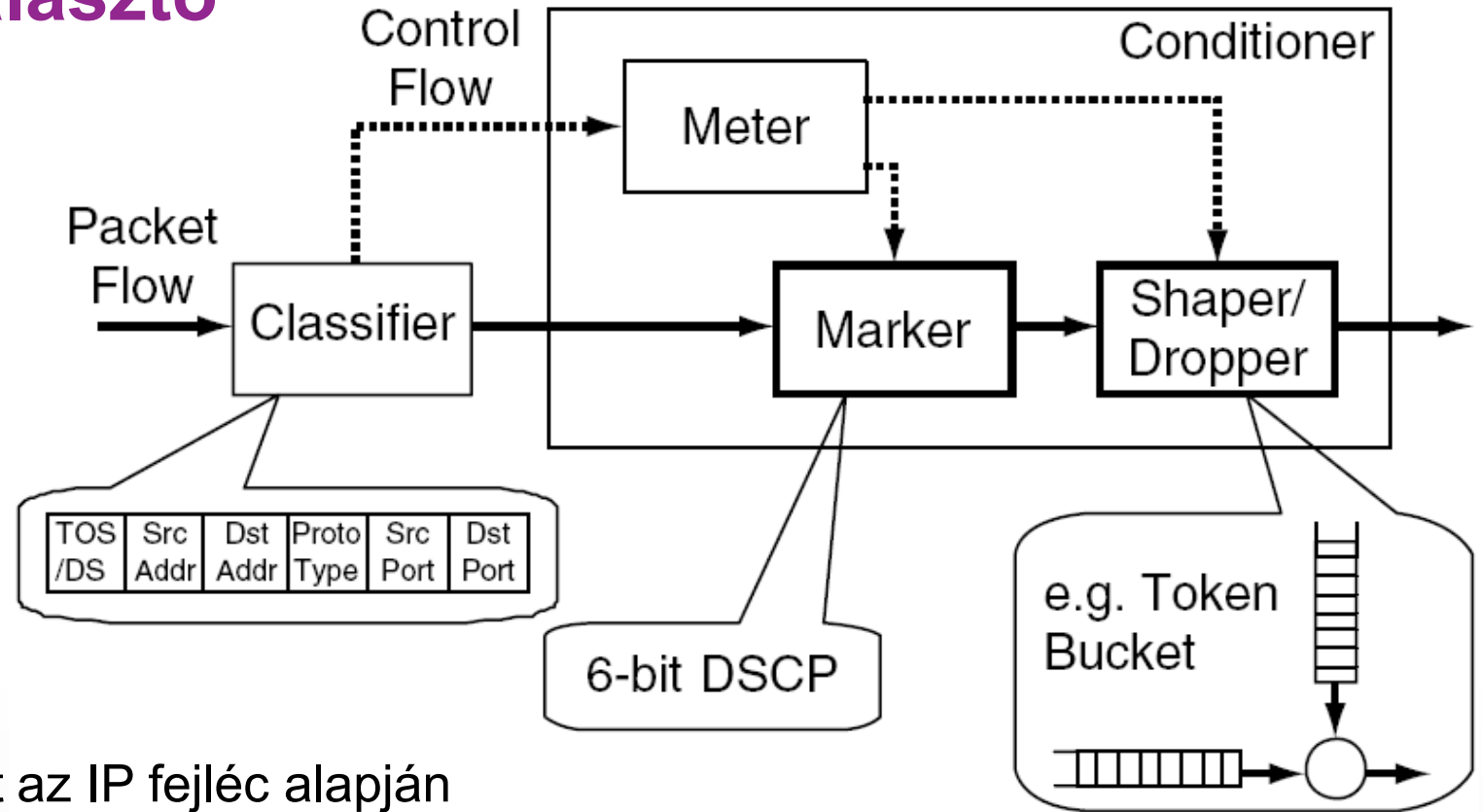
# DiffServ útválasztók

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

# DiffServ határ-útválasztó

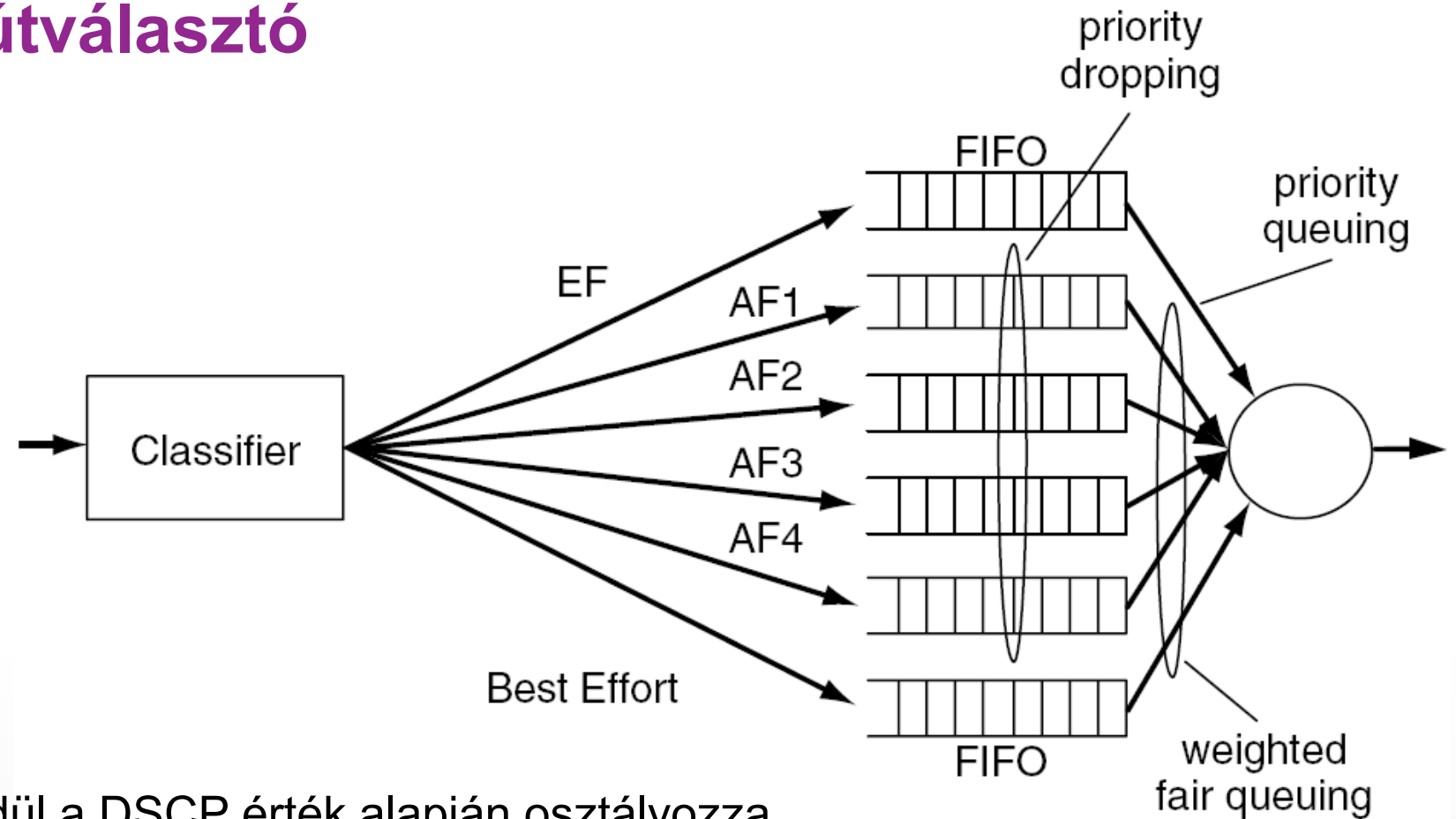


A DiffServ határ-útválasztó...

- **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 fejrész 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
  - 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 menedzment 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 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 foglaltságok).

# 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.
  - hívásbeengedésnél 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 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!)*



# MPLS (+QoS)

---

# Tartalom

- Szolgáltatás szintű megállapodás (SLA – Service Level Agreement)
- Szolgáltatásminőség (QoS)
  - QoS attribútumok, emberi tényezők, QoS zónák
  - QoS kezelése abnormális helyzetekben
  - 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)**

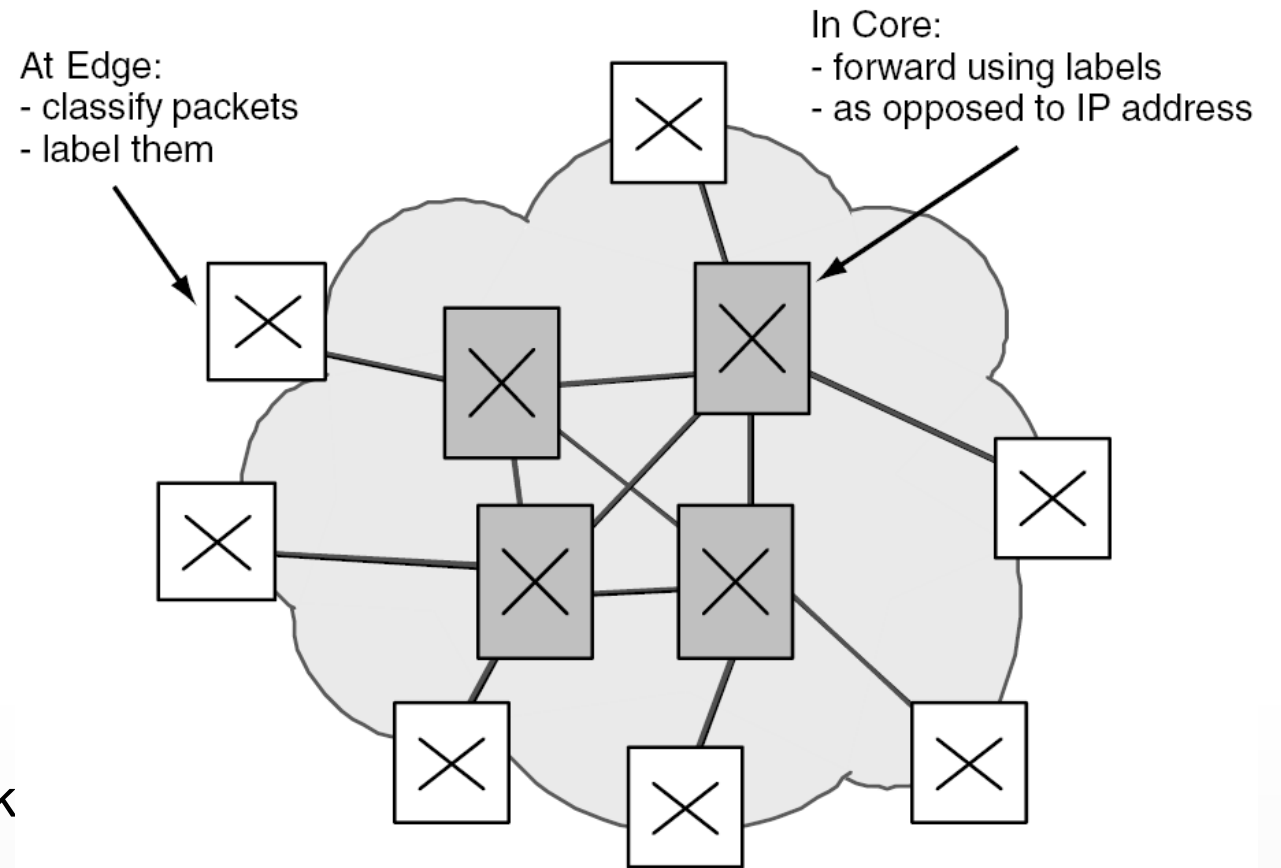
# Multi-Protocol Label Switching (MPLS)

- 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 csomagok *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.
  - PI.1, MPLS leképezi az LSP-eket ATM virtuális kapcsolataira, így IP QoS-t biztosítva LSP-nként az ATM QoS-re alapozva.
  - PI.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).