

Számítógép-hálózatok

Mérnök-informatikus szak, BSc, 4. félév
2008/09 2.félév

2. bevezető előadás, 2009. február 11.

Miről volt szó az előző előadáson és mi lesz ma?

- Mi a számítógép-hálózat, mi az internet?
 - Kis történeti visszatekintés:
 - kiknek köszönhető az, ahol tartunk?
 - milyen új elveket fedeztek fel és technikákat hoztak létre
 - Példák számítógép-hálózatokra
 - az ARPANET-től a Wi-Fi-ig *(befejezés)*
 - *Szabványosítás, szabványosítási szervezetek*
 - *IETF és társai*
 - *Jellegzetes alkalmazások és igényeik a hálózattal szemben*
 - *Mivel foglalkozunk a tárgyban, hogyan épül fel a tárgy anyaga?*
-

„Copyright“-megjegyzés: slide-ok és ábrák időnként ebből a könyvből:

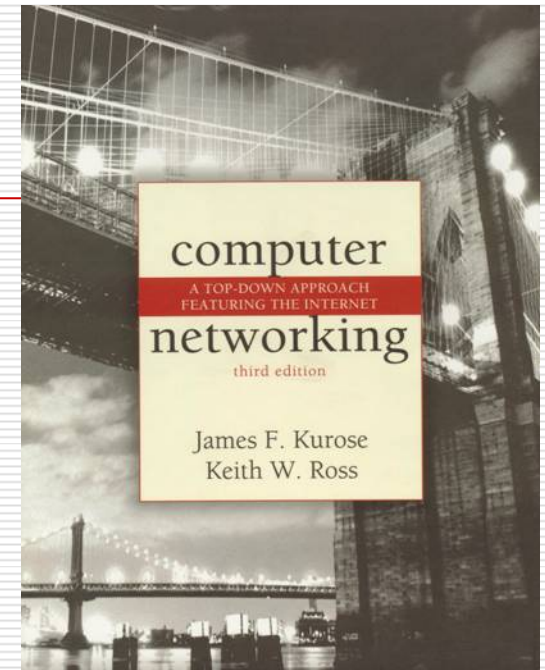
A note on the use of these ppt slides:

We're making these slides freely available to all (faculty, students, readers). They're in PowerPoint form so you can add, modify, and delete slides (including this one) and slide content to suit your needs. They obviously represent a *lot* of work on our part. In return for use, we only ask the following:

- ❑ If you use these slides (e.g., in a class) in substantially unaltered form, that you mention their source (after all, we'd like people to use our book!)
- ❑ If you post any slides in substantially unaltered form on a www site, that you note that they are adapted from (or perhaps identical to) our slides, and note our copyright of this material.

Thanks and enjoy! JFK/KWR

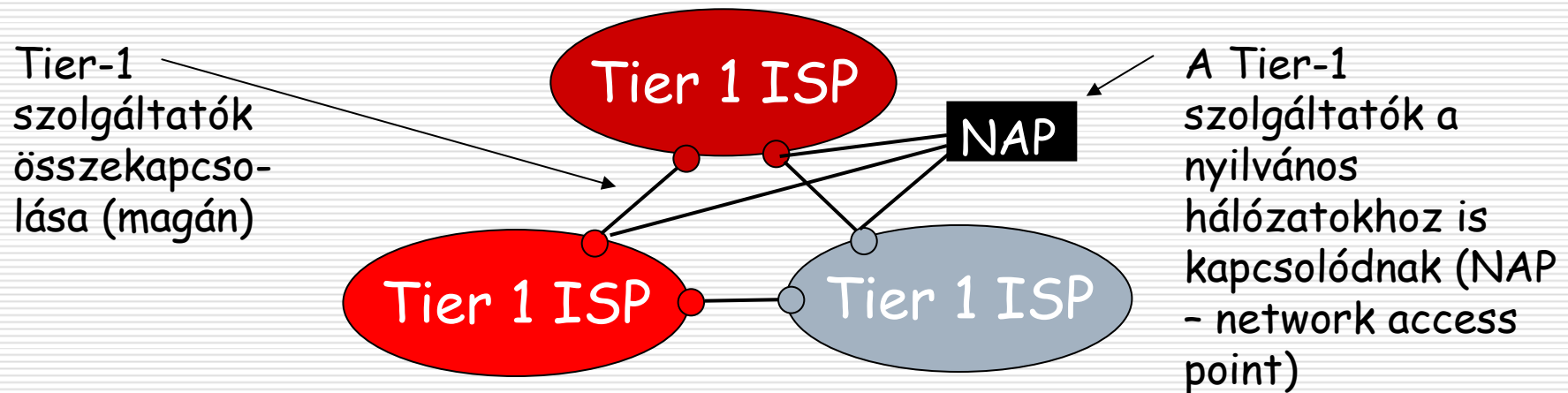
All material copyright 1996-2006
J.F Kurose and K.W. Ross, All Rights Reserved



***Computer
Networking: A Top
Down Approach
Featuring the
Internet,
3rd edition.
Jim Kurose, Keith
Ross
Addison-Wesley, July
2004.***

Az Internet: hálózatok hálózata

- Kezdetben egyszintű, elosztott, ma alapvetően hierarchikus
- **A középpontban: "tier-1" ISP-k** (pl. az USA-ban: MCI, Sprint, AT&T, Cable and Wireless), nemzeti/nemzetközi lefedés, egyenrangúak

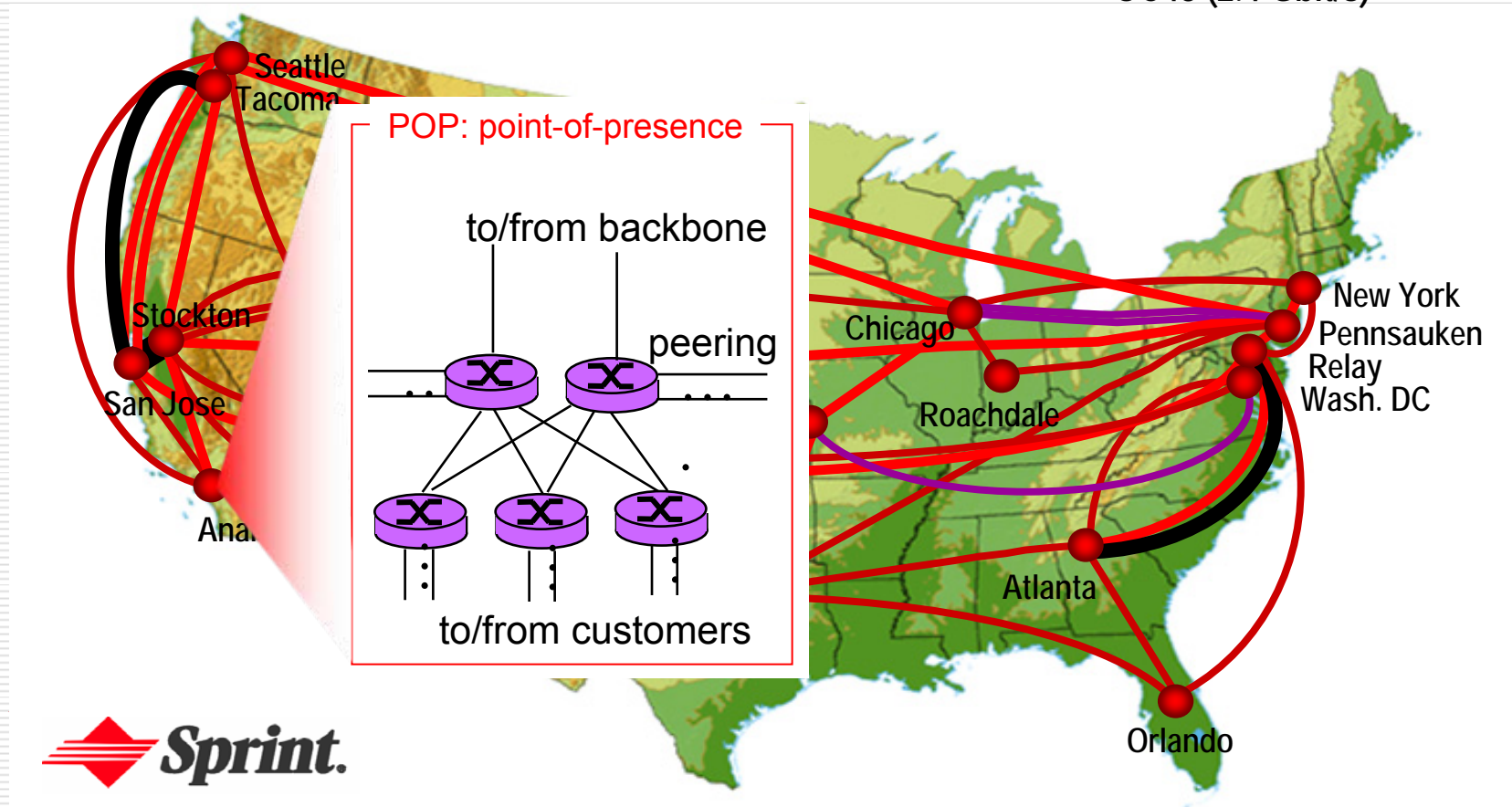


ISP: Internet Service Provider, internetszolgáltató

USA példa Tier-1 ISP-re: Sprint

A Sprint gerinchálózata

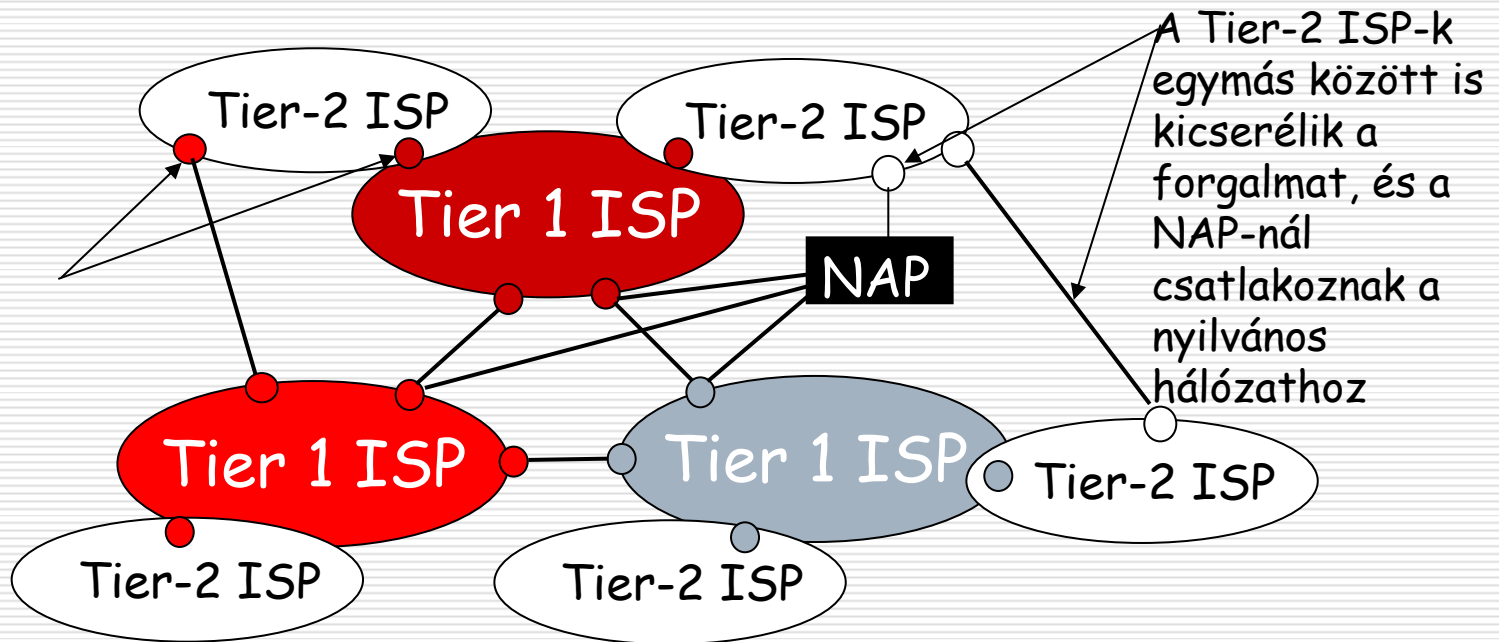
- DS3 (45 Mbit/s)
- OC3 (155 Mbit/s)
- OC12 (622 Mbit/s)
- OC48 (2.4 Gbit/s)



Az Internet: hálózatok hálózata

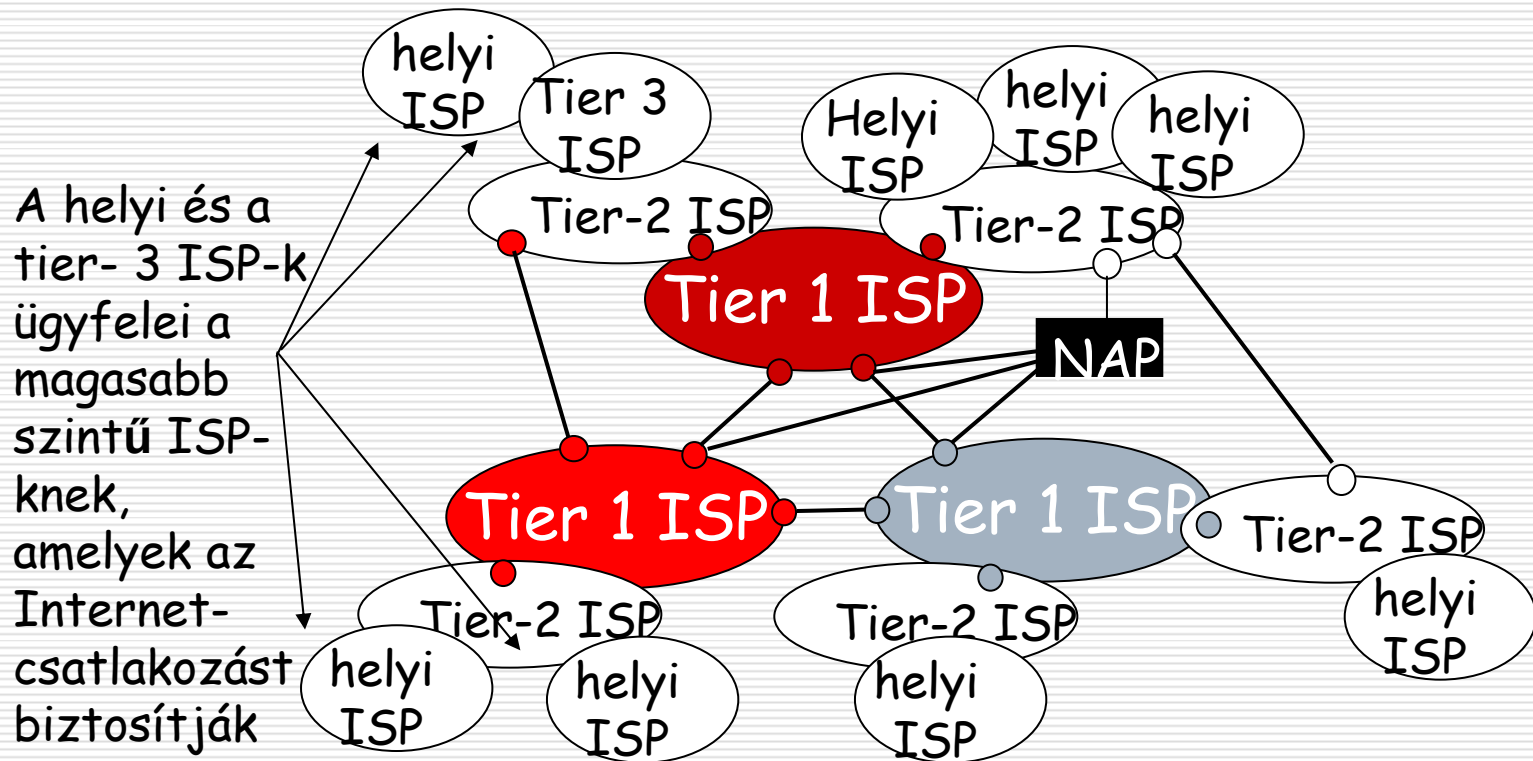
- A "Tier-2" ISP-k: kisebb (gyakran regionális) ISP-k
 - Egy, vagy több Tier-1 ISP-hez csatlakoznak, és esetleg más Tier-2 ISP-khez

A Tier-2 ISP fizet a Tier-1 ISP-nek az Internet-hez való csatlakozásért



Az Internet: hálózatok hálózata

- "Tier-3" ISP-k és helyi ISPs-k
 - Az utolsó szakasz ("hozzáférési" hálózat), legközelebb a végponti rendszerekhez



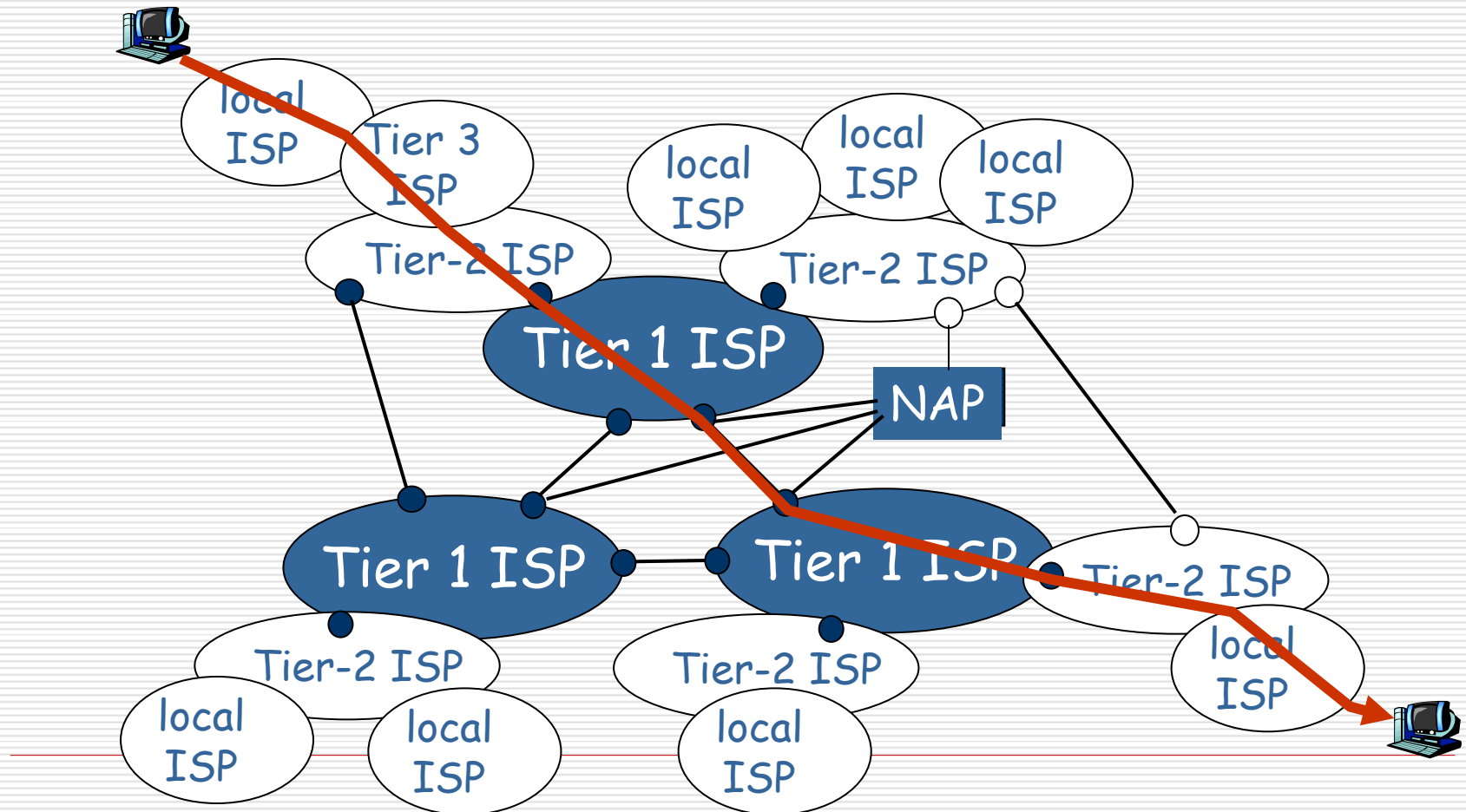
Az Internet: hálózatok hálózata

Hozzáférési (elérési) lehetőségek

- Behívásos (dial-up), telefonvonalon (modemes kapcsolat), kis sebességű
 - ADSL – Asymmetric Digital Subscriber Line
 - a nyilvános telefonhálózat analóg vagy digitális előfizetői vonalának bővítése nagysebességű, aszimmetrikus adatátvitellel
 - Kábelmodemes hozzáférés
 - a kábeltévé hálózaton keresztül
 - Mobil hozzáférés
 - mobiltelefonról
 - Wi-Fi-hozzáférés
 - Wi-Fi, WLAN: nagysebességű vezeték nélküli helyi hálózat
-

Az Internet: hálózatok hálózata

- Egy adatcsomag tehát sok hálózaton halad át!



Hálózati és Internet-szabványok...

...és szabványosítási szervezetek

Szabvány, szabványosítás, a szabványosítás fontossága

- Az adott eszköz, rendszer vagy – rész legfontosabb fizikai, elektromos és procedurális jellemzőinek lerögzítése
 - A szabványnak megfelelés – a „konformancia” – biztosíték arra, hogy az eszköz stb. „tudja”, amit szeretnének
 - Önmagában nem biztosíték arra, hogy két különböző gyártó eszköze együttműködik („interoperability”)
 - A szabvány gyakran nagyon sok mindent specifikál, a termék ennek részhalmazát tudja
 - ezért alaposan meg kell vizsgálni, mit jelent, amikor azt mondják, a termék „szabványos”
 - ha a specifikáció azonos részhalmazát tudják, akkor együttműködnek
 - Gyári és nyilvános szabványok
 - De facto és de jure szabványok
-

Nemzetközi szabványok kelleneek!



A számunkra fontos szabványosítási szervezetek

- **IEEE** - Institute of Electrical and Electronic Engineers
 - **IETF** – Internet Engineering Task Force
 - **ISO** – International Standardization Organization
 - **ANSI** – American National Standards Institute
 - **ITU** – International Telecommunication Union
 - ITU-T (Telecommunications) – távközlés
 - ITU-R (Radio Communications) – rádióhírközlés
 - **ETSI** – European Telecommunication Standard Institute
-

IETF: Internet Engineering Task Force

Nagy, nyitott szervezet:

- gyártók, szolgáltatók, kutatók, ...
 - A munka nagy része munkacsoportokban (Working Group), levelezőlisták segítségével történik
 - Dokumentumai az RFC-k (Request for comments)
 - Hagyományhűen textformátumúak az RFC-k
 - Típusai (az első 3 egyben a szabványosítás fázisai)
 - Proposed standard
 - Draft standard
 - Internet standard ("full standard")
 - Informational document
 - Experimental protocol
 - Historic document
-

IEEE: néhány aktív munkacsoport

- [802.1](#) Higher Layer LAN Protocols Working Group
 - [802.3](#) Ethernet Working Group
 - [802.11](#) Wireless LAN Working Group
 - [802.15](#) Wireless Personal Area Network (WPAN) Working Group
 - [802.16](#) Broadband Wireless Access Working Group
 - [802.17](#) Resilient Packet Ring Working Group
 - [802.20](#) Mobile Broadband Wireless Access (MBWA) Working Group
 - [802.22](#) Wireless Regional Area Networks
-

Jellegzetes internet-alkalmazások és igényeik a hálózattal szemben

Minden alkalmazás alapvető igénye: hálózati összeköthetőség - *connectivity*

□ Az úthálózat analógiája:

- el lehessen jutni A városból B városba
 - útszakaszok és csomópontok (kereszteződések, elágazások) sorozatán keresztül
 - megfelelő útjelző táblák segítségével
 - jó utak legyenek (széles, aszfaltos, síkosságmentesített, jelzett stb.)
 - ha valamely szakaszon v. csomópontban forgalmi dugó támad, ezt kezelni kell (információ, elterelés stb.)
-

Hálózati összeköthetőség - *connectivity*

- A számítógéphálózatban:
 - A és B végpont összeköthető legyen
 - linkek és hálózati csomópontok sorozatán keresztül
 - megfelelő útvonalválasztó és -irányító módszerek és protokollok segítségével
 - “jó” linkjeink (csomópontok közötti összeköttetéseink) legyenek (kellő sebességűek és más fizikai paraméterekkel - pl. hibaarány, késleltetés -) rendelkezők)
 - ha valamely linken v. csomópontban forgalomtorlódás támad, ezt kezelni kell (a forgalom elterelése, a forrás szabályozása, megelőző módszerek)
-

Elegendő-e az összeköthetőség biztosítása?

- Az úthálózat analógiája: elegendő-e mindaz, amit mondtunk ahhoz, hogy egy A városból induló kamion (vagy rakománya) biztosan eljusson B városba (pláne adott időn belül)?
 - Nyilván nem: pl. eltévedés, baleset, műszaki hiba estén.
 - Folyamatos kommunikáció kell a kamionos cég központjával (megszervezni a javítást, mentést, csereautó küldését).
 - A számítógép-hálózatban sem!
 - Csomagok eltérülnek, **elvesznek** (mit jelent?), **eldobásra kerülnek** (mit jelent?) a csomópontok minden igyekezte („best effort”) ellenére.
 - Kell tehát kommunikációs eljárás (és protokoll) amely a végpontok közötti adatcserét támogatja.
-

Ez már elég sok internetes alkalmazás működtetéséhez elegendő!

- Ilyen alkalmazások:
 - webservert elérése
 - fájlátvitel
 - elektronikus levelezés
 - peer-to-peer fájlcsere
-

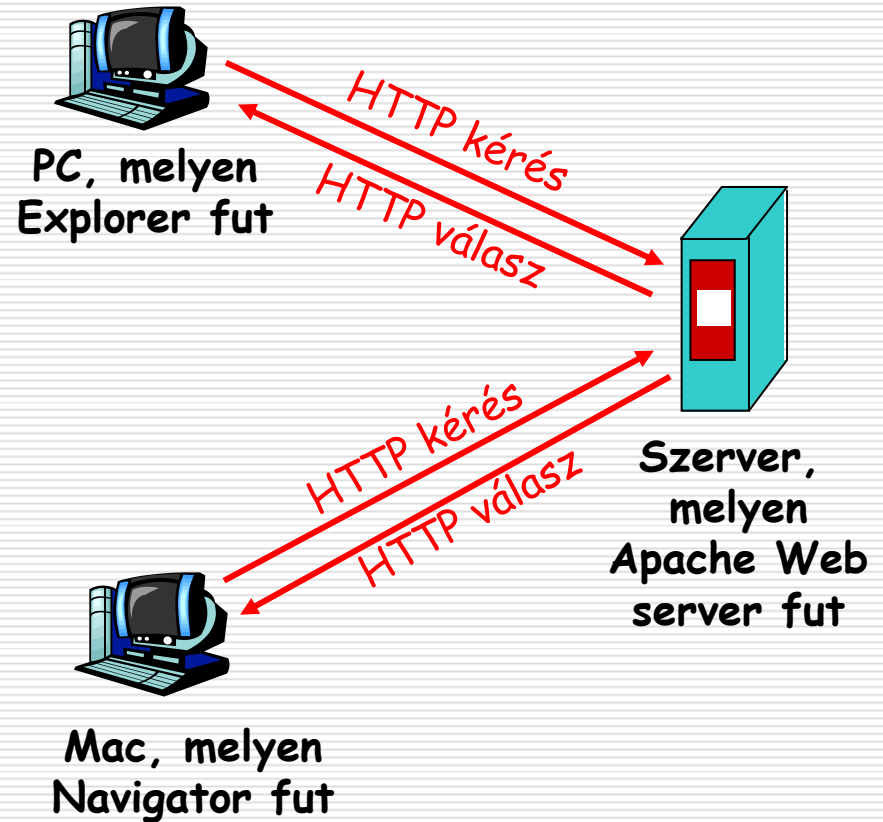
Web és HTTP

- A **weblap objektumokat** tartalmaz
 - Objektum egy HTML (*hypertext markup language*) file, JPEG kép, Java alkalmazás, hangfile,...
 - A weblap tartalmaz egy HTML file-t, amely magában foglal számos objektumot
 - Minden objektum címezhető a saját **URL**-ével
 - Példa URL-re:
www.someschool.edu/someDept/pic.gif
-

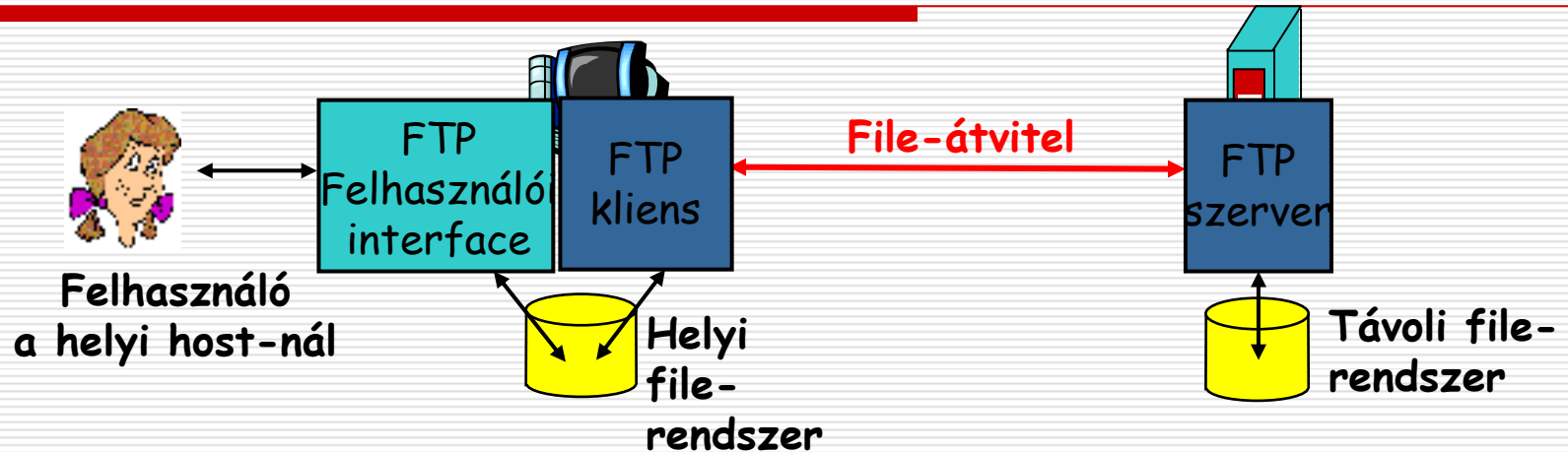
HTTP: bevezető áttekintés

HTTP: hypertext transfer protocol

- Kliens-szerver modell
 - *kliens*: a böngészője kéréseket küld, válaszokat fogad, és megjeleníti a webes objektumokat
 - *szerver*: kérésre a web-szerver válaszként objektumokat küld vissza
- HTTP 1.0: RFC 1945
- HTTP 1.1: RFC 2068

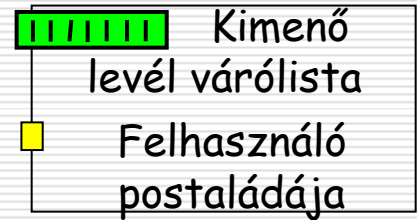


FTP: a file-átviteli protokoll



- File-átvitel a távoli hostra/hostról
 - Kliens/szerver modell
 - *kliens*: az átvitelt indító oldal (akár felmásol, akár leszed adatot a távoli hostra/hostról)
 - *server*: távoli host
 - ftp: RFC 959
-

Elektronikus levelezés



Három fő alkotóelem:

□ User Agent

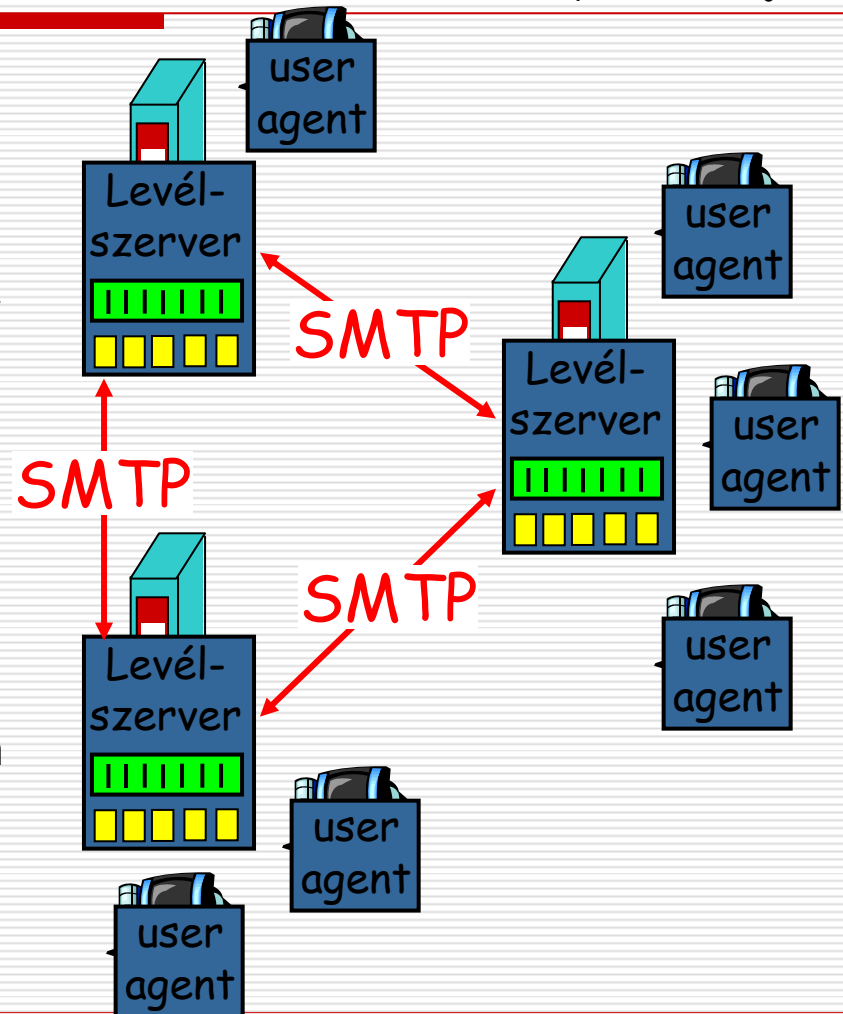
- Levelek írása, szerkesztése, olvasása
- Pl: Mozilla Thunderbird, Outlook, Netscape Messenger
- A kimenő és bejövő levelek a szerveren vannak tárolva

□ Levélszerverek

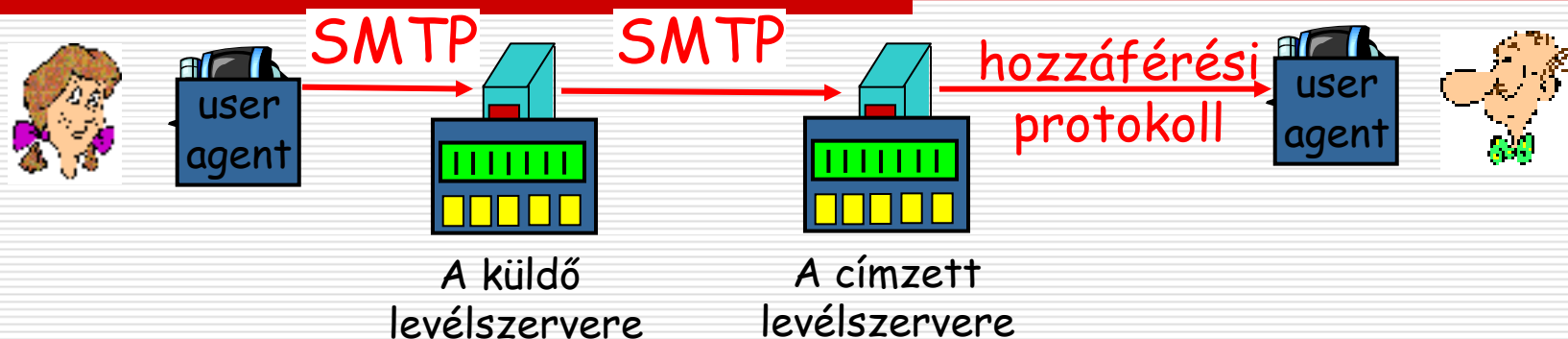
- A **postaláda** tartalmazza a felhasználó bejövő leveleit
- Kimenő **levelek várólistája** a szerveren

□ Levelező protokoll (SMTP) a levelező szerverek között az e-mailek továbbítására

- Kliens szerep (küldő) szerver szerep (fogadó) levélszerver



Protokollok a levelekhez való hozzáférésre



- SMTP: tárolja és továbbítja a leveleket a címzett szerverének
- Levelek lekérése a szerverről
 - POP: Post Office Protocol [RFC 1939]
 - Azonosítás (levelezőprogram <--> szerver) és letöltés**
 - IMAP: Internet Mail Access Protocol [RFC 1730]
 - Több beállítási lehetőség (összetettebb)**
 - A tárolt levelek módosíthatóak még a szerveren**
 - HTTP: Hotmail , Yahoo! Mail, stb.

P2P fájlcsere

Eredeti „Napster” típusú

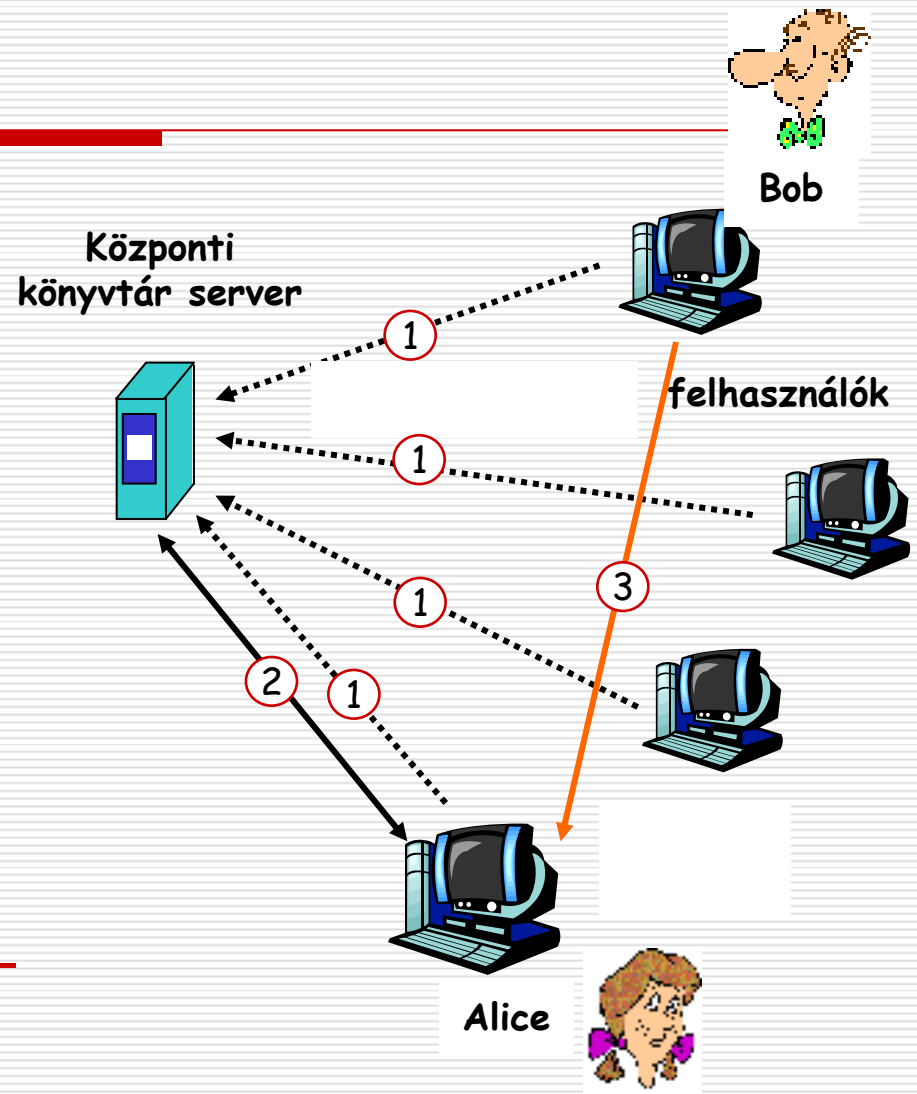
1) Ha egy felhasználó csatlakozik, akkor tudatja a szerverrel:

- Az IP címét
- Megosztani kívánt tartalmát

2) Alice megnézi, kinek van meg a letölteni kívánt zeneszám

3) Majd „elkéri” a file-t Bobtól

Teljesen centralizált (Gnutella-típusú)



Web-elérés, ftp, e-mail, p2p fájlcsere:

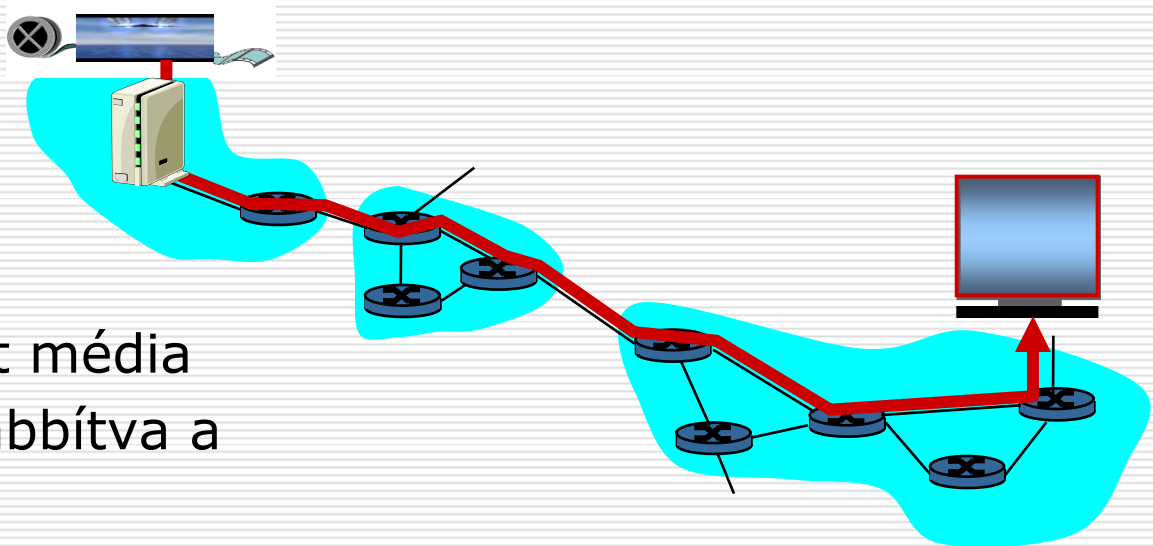
- Az eddigi alkalmazások igényei a hálózattal szemben:
 - alapvetően „csak” megbízható kapcsolat végpontok között,
 - persze valamekkora átbocsátóképesség („sávszélesség”) is kell az összeköttetésen, különösen nagy fájlok átvitele esetén, hogy ne tartson órákig,
 - az Internet IP és TCP protokollja elég,
 - de kell is a TCP, amely a végpontok közötti megbízható kommunikációt biztosítja (ha kell, ismétlések stb. árán).
-

További, már nem ennyire „igénytelen” (sőt!) alkalmazások

- Audió-videó- (multimédia) streaming
 - tárolt (on-demand)
 - élő (live / real-time)
 - interaktivitás
- Élő beszéd (Internet-telefonía, IP-telefonía, Voice over IP, VoIP)
- Élő videókonferencia (audió-videókonferencia természetesen)

NÉZZÜK MEG, MIK ITT A KÖVETELMÉNYEK A HÁLÓZATTAL SZEMBEN?

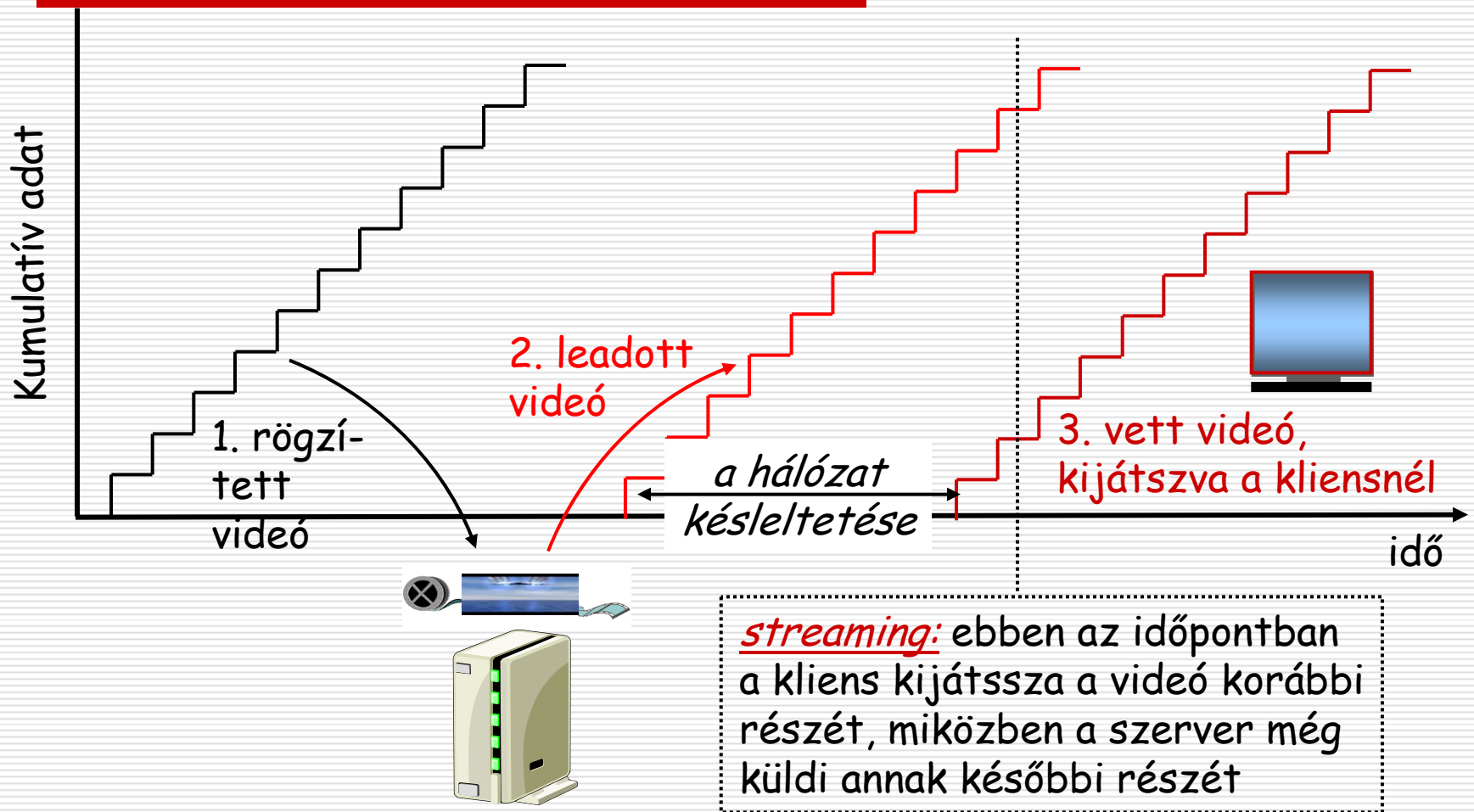
Multimédia streaming



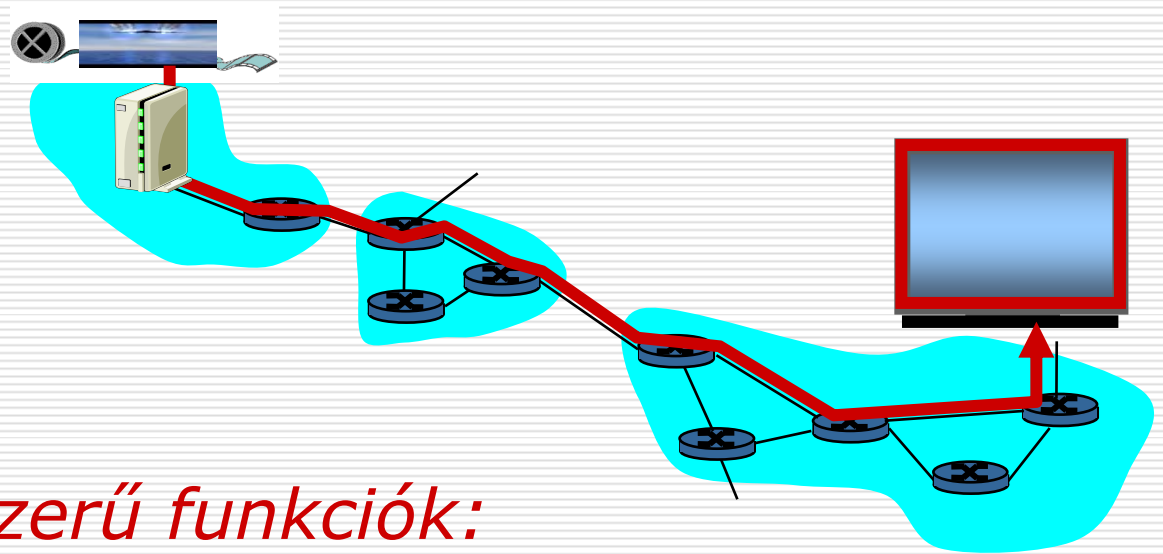
Streaming:

- a forrásnál tárolt média
 - a hálózatok továbbítva a kliensnek
 - streaming: a kliens megkezd a lejátszást, még mielőtt a teljes tartalom megérkezne
 - időbeli követelmény a még továbbítandó adatokra: időben érkezzen meg a kijátszáshoz (playout)
-

Multimédia streaming: a késleltetés kérdése



Multimédia streaming: interaktivitás



- *Videómagnó-szerű funkciók:*
pause, rewind, FF, etc.
 - komolyabb késleltetés-
követelmények

Élő multimédia streaming

Példa:

- ❑ Internetes rádió, tv
- ❑ Élő sportközvetítések

Streaming:

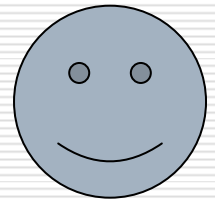
- ❑ lejátszási puffer (playback buffer)
- ❑ néhány tíz mp késleltetés elviselhető

Korlátozott interaktivitás:

- ❑ gyors vissza, pillanat állj lehetséges
 - ❑ gyors előre nyilván lehetetlen
-

Élő beszéd (Internet-telefonía, IP-telefonía, Voice over IP, VoIP)

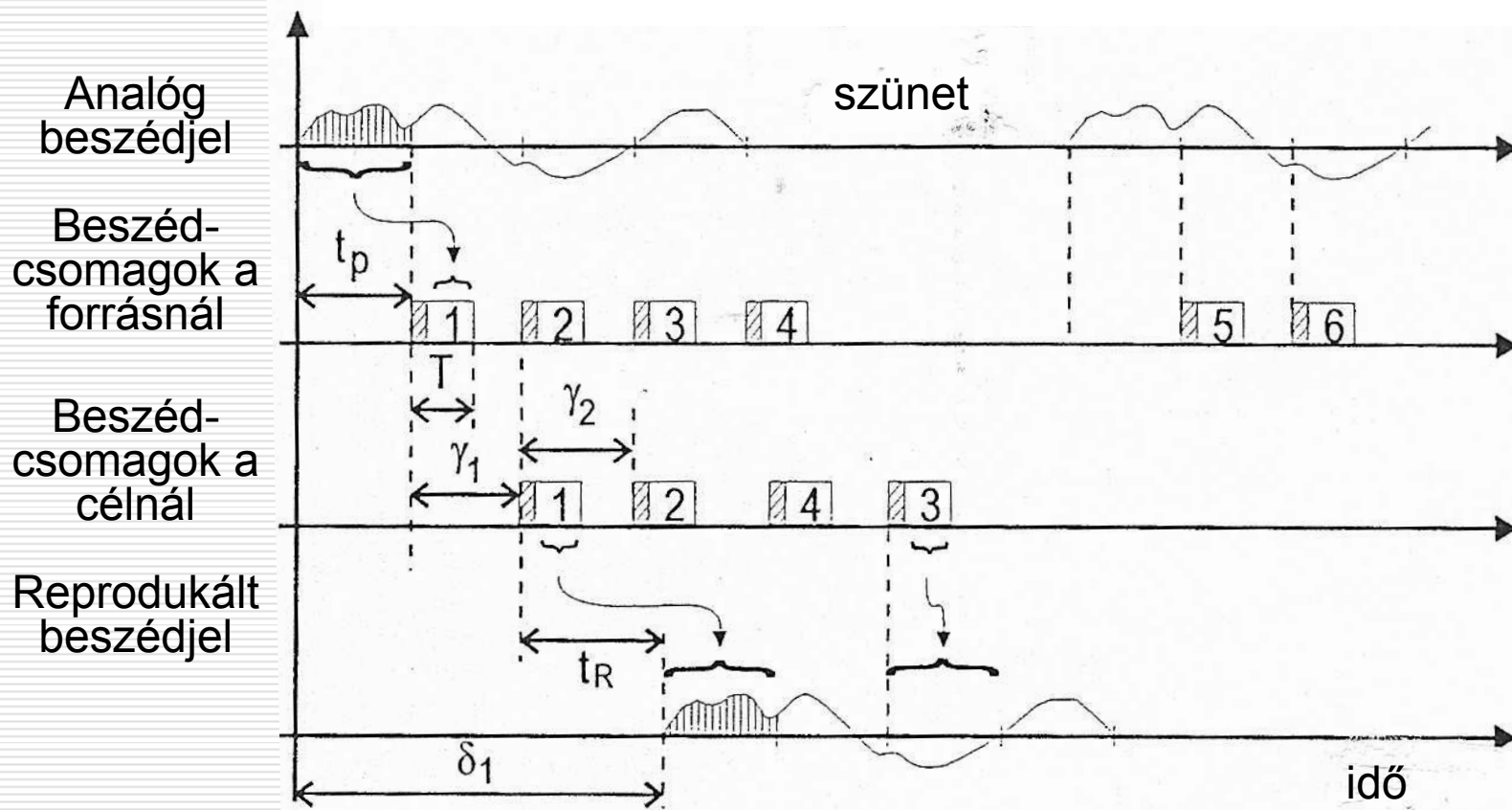
- Miért IP-n?
- Ma már ez triviális, mit mondtunk néhány éve?
- „Everything over IP”, nézzük meg, mi mindent lehet IP felett továbbítani?
 - *RFC3251 "Electricity over IP", April 1, 2002*
 - *"Scents over IP": France Telecom R&D Multimédia bortúra Burgundiában*



Ma már nem kell magyarázni...

- Két meggyőző példa az IP feletti beszéd- (és általánosan: IP feletti multimédia-forgalom) elterjedtségére:
 - Skype
 - egy átlagos hétköznapi estén, amikor ezek a slide-ok készülnek: több, mint 15 millió (2009 febr.) felhasználó on-line!
 - A 3. generációs mobil rendszertechnika (UMTS) Release5-től kezdve a beszédforgalom a 3G mobil-hálózatokban IP felett fog menni!
-

Beszédcsomagolás és -visszaállítás



A beszédminőséget befolyásoló tényezők csomagkommunikációs hálózatokban

- Késleltetés (delay)
 - Megengedett maximum: 150 ms körül

 - Késleltetés-ingadozás (jitter, delay variance)
 - Megengedett maximum: néhány tíz ms

 - Csomagvesztés
 - Megengedett maximum: néhány %, feltéve ha:
 - A kiesett beszédsegmentumok rövidek (10 ms nagyságrendben)
 - Véletlenszerűen oszlanak meg az időben
-

Video over IP – élő videótovábbítás

- A követelmények hasonlóak a VoIP-hez, csak szigorúbbak

A megbeszélte multimédia alkalmazások igényei: összefoglalás

- A multimédia alkalmazások igényei összefoglalva:
 - *érzékenyek a késleltetésre (delay sensitivity)*
 - a késleltetés nagyságára
 - a késleltetés ingadozására
 - *de tűrik az adatvesztést (loss tolerance)*
 - Szemben az első csoport „egyszerű” internetes alkalmazásaival (és általában mindenfajta adatátvitellel), amelyek
 - *nem tűrik az adatvesztést*
 - *de tolerálják a késleltetést*
 - *Tehát a multimédia alkalmazásoknál nem kell feltétlenül megbízható kommunikáció a végpontok között (TCP protokoll), sőt az okozott késleltetés miatt általában nem is szabad használni!*
-

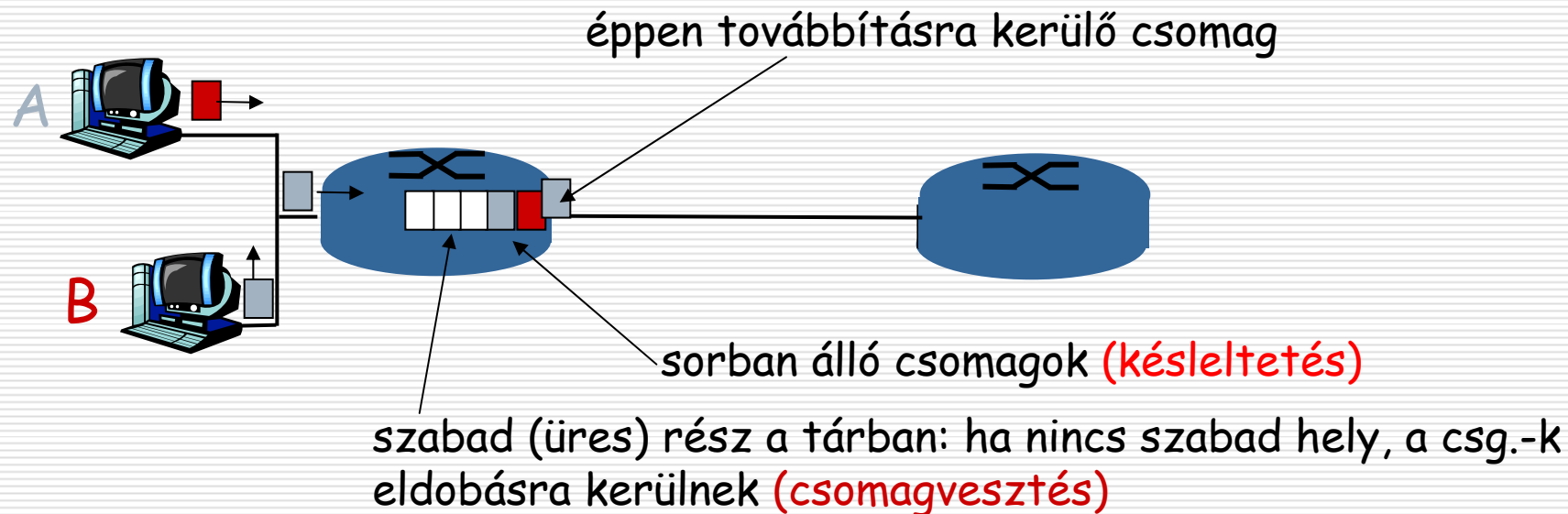
Ezek tehát az igények,

és mi a helyzet az Interneten (és általában a csomagkapcsolt számítógéphálózatokban)?

Mik a csomagvesztés és késleltetés okai?

a csomagok sorban állnak a csomóponti gépek (routerek) tárolóiban

- a csomagok beérkezési sebessége meghaladja a kimenő link átbecsátóképességét
- a csomagok beállnak a sorba (sorokba?) és várnak a sorukra



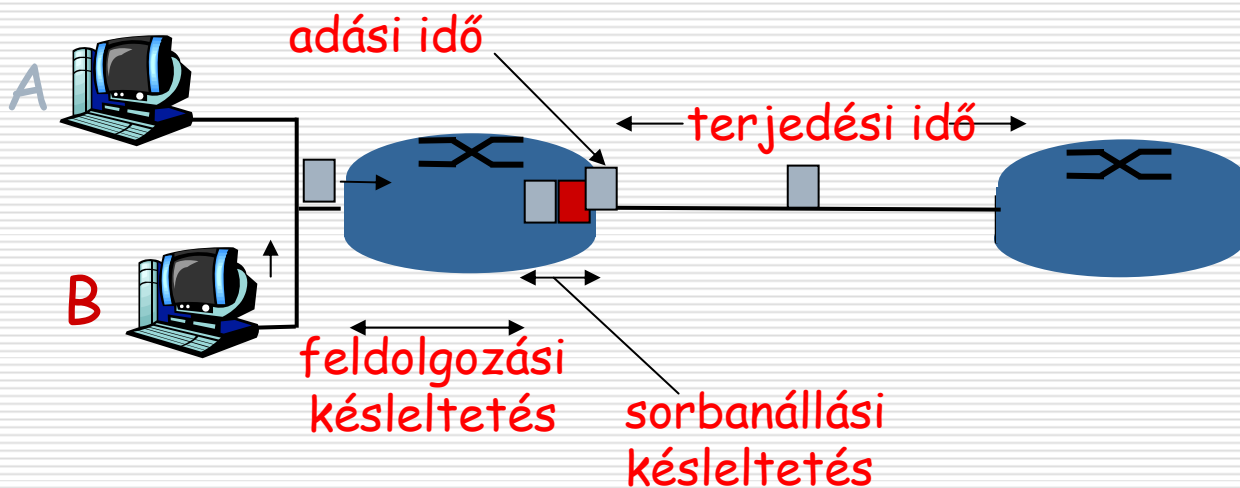
A csomagok késésének négy fő oka (1)

□ 1. Feldolgozás a csomópontban:

- hibaellenőrzés
- a kimenő link meghatározása

□ 2. Sorbanállás

- várakozás továbbításra az adott kimenő linken
- a router terheltségétől függ



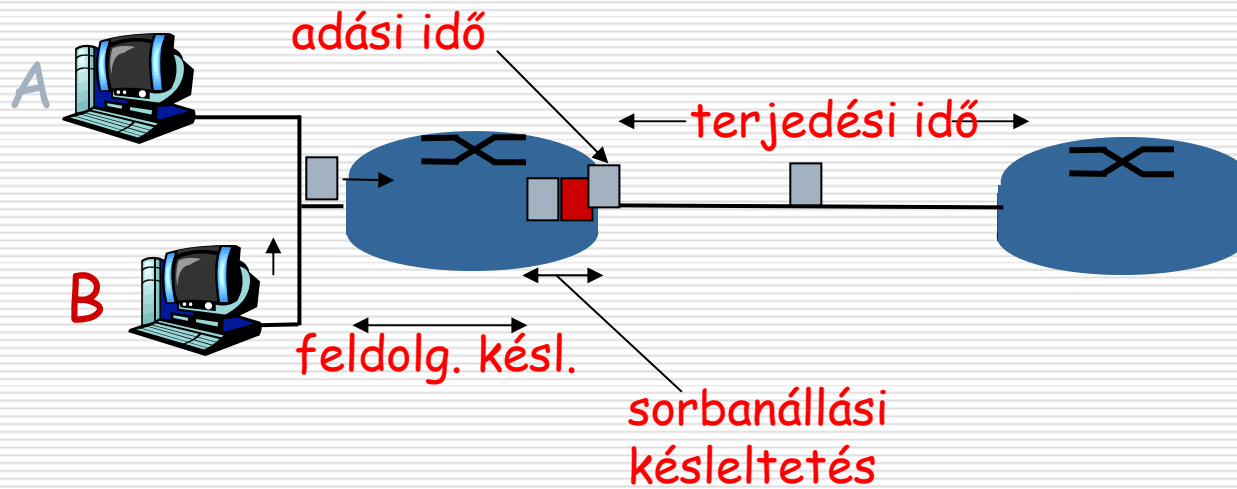
A csomagok késésének négy fő oka (2)

3. Adási idő:

- R = a link adatátviteli sebessége (bit/s)
- L = csomaghossz (bit)
- az adási idő = L/R

4. Terjedési idő:

- d = a link fizikai hossza
- s = terjedési sebesség az átviteli közegben ($\sim 2 \times 10^8$ m/sec)
- terjedési idő = d/s



Csomóponti késleltetés, összefoglalva:

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

- d_{proc} = feldolgozási (processzállási) idő
 - tipikusan pár mikroszekundum
 - d_{queue} = sorbanállási idő/késleltetés
 - a forgalomtól függ
 - d_{trans} = adási idő
 - $= L/R$, kisebbességű linkeken jelentős lehet
 - d_{prop} = terjedési idő
 - pár mikroszekundumtól mp-ig
-

Csomagvesztés

- A sor (tár, puffer) kapacitása véges
 - Ha a csomag olyankor érkezik, amikor a puffer tele van, eldobásra kerül (csomagvesztés)
 - Az elveszett csomagok vagy újraküldésre kerülhet, vagy nem
 - mikor igen, mikor nem?
 - Csomagvesztés akkor is fellép, amikor a hibaellenőrzés a csomagot hibásnak találja (bithibák az átvitel során a nem ideális linkek miatt, zajok, zavarok, torzítások stb.)
-

És akkor hogyan egyeztessük az alkalmazások igényeit és a hálózat problémáit?

- Az alapvető csomagkommunikációs és végpontok közötti kapcsolatokat kezelő protokollok mellett kellenek ún.
 - szolgáltatásminőséget (QoS – quality of service) biztosító módszerek és protokollok
 - Egy ötlet: foglaljunk erőforrásokat (csomóponti képességeket és link-kapacitásokat) egy adott kommunikációs viszonylat (session) számára a hálózatban
 - Egy másik ötlet: jelöljük meg a csomagokat a különböző igények szerint és a csomópontok ennek megfelelően kezeljék azokat (pl. prioritást biztosítva a beszéd-összeköttetések csomagjai számára)
-

Hogyan épül fel a tárgy anyaga?

A házépítés analógiája:

- Alapozás
 - talajmechanika
- Szerkezetépítés
 - szilárdságtan, statika
- Épületgépészet
 - pl. hőtan



Hogyan tanuljunk házépítést?

- Először talajmechanikát, szilárdságtant, hőtant stb., utána alapozást, szerkezetépítést stb.
 - Az alapvető tudományokból egyszerre mindig csak annyit, amennyi a következő gyakorlati részhez kell, tehát: talajmechanika, alapozás, szilárdságtan, szerk. ép.
-

Hogyan épül fel a tárgy anyaga?

□ A második módszerrel:

- elv(ek) és utána technikák, protokollok, rendszerek
- aztán ismét bizonyos elvek, alapszabványok, és utána...

□ Előadások és gyakorlatok

- az előadások egy része gyakorlati jellegű anyagot fog tartalmazni
 - de lesznek dedikált gyakorlati órák is, minden 3-4 „elméleti” előadást követően
-

Az anyag beosztása (1)

- Bevezető áttekintés, hálózatok és rendszerek példái.
- Alkalmazások és szolgáltatások. Követelmények a hálózattal szemben.
- Protokollarchitektúrák, referenciamodellek.
- A fizikai szintű kommunikáció alapjai.

Gyakorlat.

- Többszörös hozzáférés.
- LAN-ok, LAN-ok összekapcsolása.
- BWA (WPAN, WLAN, WMAN).

Gyakorlat.

- Áramkörkapcsolás, csomagkapcsolás, hívásvezérlés, címzés.
- Routing.
- Ütemezés.
- IP.

Gyakorlat.

Az anyag beosztása (2)

- ❑ **Forgalomszabályozás. Hibakezelés.**
- ❑ Szállítási réteg, TCP, UDP.
- ❑ Multimédia 1.r. Médiakezelés (RTP, RTCP, RTSP).
- ❑ Multimédia 2.r. Hívásvezérlés (SIP).

Gyakorlat.

- ❑ **Szolgáltatásminőség (QoS).**
- ❑ Multimédia 3.r. Szolgáltatásminőség biztosítása (IntServ, DiffServ).
- ❑ MPLS.
- ❑ Alkalmazások.

Gyakorlat.

- ❑ Záró előadás.
-

Ennyi volt mára...

Legközelebb: protokollarchitektúrák,
referenciamodellek.

Mégegyszer az e-learning-rendszerünk
használatáról:

A Moodle site-unk használata

- URL: cntic03.hit.bme.hu/moodle/
 - Bejelentkezés:
 - Felhasználónév = Neptun kód
 - Jelszó = <Vezetéknév>, rögtön megváltoztatni!
 - e-mail CÍM KITÖLTÉSE
 - e-mail ENGEDÉLYEZÉSE
 - Kurzus felvétele:
 - a „Kurzusaim” alatt a „Számítógép-hálózatok”-ra kattintva megkérdezi, hogy be akar-e iratkozni
 - „igen”-t választva bejutott a tárgy honlapjára
 - A későbbiekben már csak a bejelentkezést kell végrehajtani
-

És most már valóban ennyi volt
mára...

... Köszönöm a figyelmet!