

Számítógépes Hálózatok

1. Előadás: Internet Architektúra

Based on slides from D. Choffnes Northeastern U., Philippa Gill from StonyBrook University and Zoltán Ács from ELTE

Revised Spring 2016 by S. Laki

Egy kis logisztika

2

□ Előadás

▣ **Nappali:** *Kedd 12:15-13:45, 0-823 Kitaibel Pál terem*

▣ **Esti:** *Kedd 16:00-17:30, 0-822 Magyaródi József terem*

□ Előadó

▣ Dr. Laki Sándor

▣ Adjunktus, Információs Rendszerek Tanszék

▣ lakis@inf.elte.hu

▣ Iroda: Déli tömb, 2.506

▣ Fogadóóra: Hétfő 10-11

Mi értelme ennek a tárgynak?

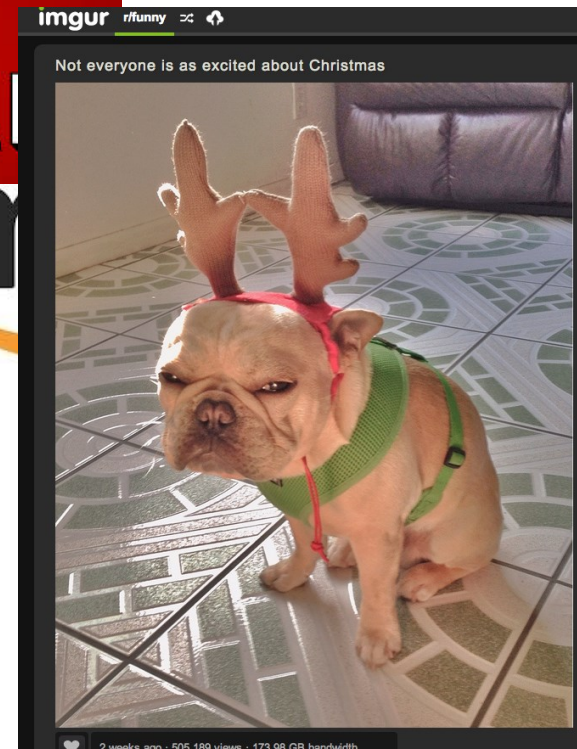
3

- Hányan nézték meg az e-mailjeiket, FB-ot, Twitteret...
 - ▣ ma?
 - ▣ az elmúlt órában?
 - ▣ amióta elkezdtem beszélni?

A számítógépes hálózatok mindenhol jelen vannak

4

- A hálózatok az élet minden részét érintik
 - ▣ Web keresés
 - ▣ Közösségi hálók
 - ▣ Film nézés
 - ▣ Termékek rendelése
 - ▣ Időpocsékolás



A számítógépes hálózatok mindenhol jelen vannak

5

- A hálózatok az egyik legkritikusabb terület napjainkban
 - ▣ Hálózatok nélkül nem lenne...
 - Big Data
 - Cloud
 - Apps or Mobile Computing

Tantárgy célja 1 / 2

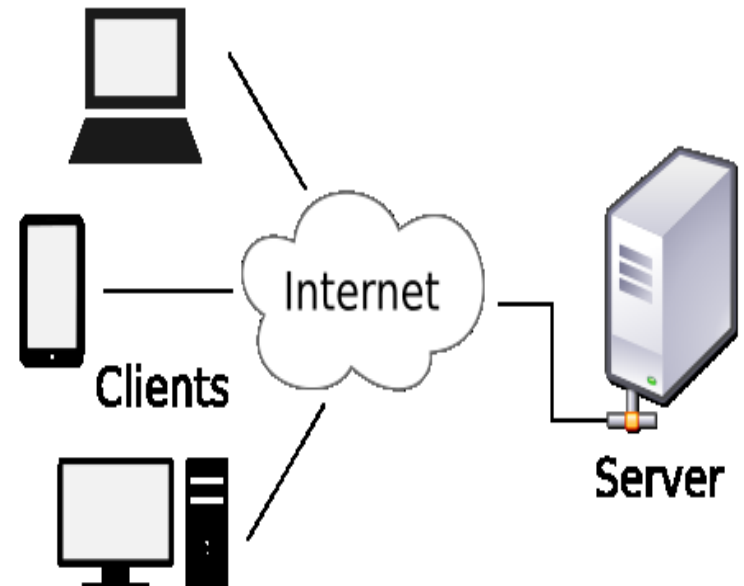
6

□ „Hálózati” lehetséges témakörök:

1. elosztott rendszerek, → Alkalmazások, app-ok
2. hálózati átvitel, → csomagok, adat
3. kommunikáció. → jelek

□ Hálózatokkal kapcsolatos kulcsproblémák:

1. megbízhatóság,
2. méretváltozás,
3. erőforrások kihasználása,
4. **biztonság.**



Tantárgy célja 2/2

7

- Adathálózatok elveinek és gyakorlatának megismertetése.
 - ▣ útvonal választás algoritmusai, átviteli protokollok elvi kérdései,
 - ▣ hálózati alkalmazások tervezésének és implementációjának alapelvei,
 - ▣ ...

- Széles körben ismert hálózatok szolgáltatások háttérében történő folyamatok megismertetése
 - ▣ egy web alkalmazás megnyitásának folyamata a begépeléstől a kliens képernyőn történő megjelenítésig,
 - ▣ adatátvitel folyamata két eszköz között,
 - ▣ ...

- Komplexitás, hibakezelés és felhasználói igények kezelésének megismertetése

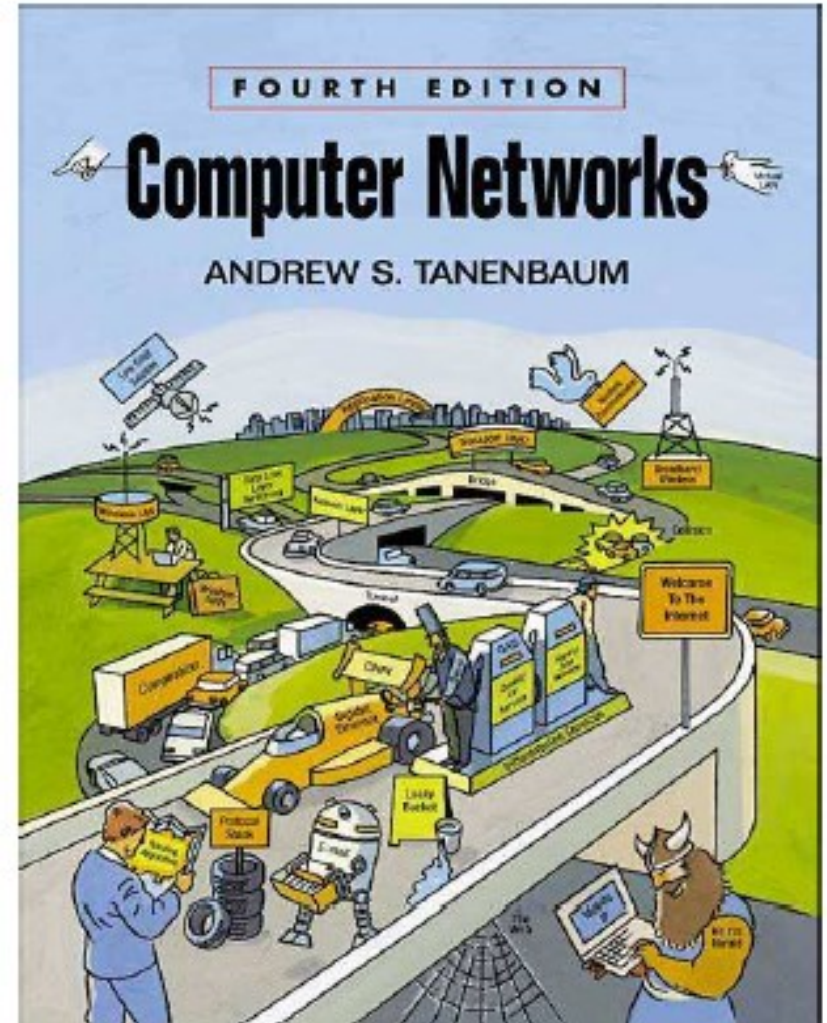
Források

8

□ Diák elérhető:

□ <http://lakis.web.elte.hu>

□ Könyv → → → → → → →



Számonkérések

9

- Gyakorlaton folyamatos számonkérés
 - ▣ A gyakorlati jegy $1/3$ -adát adják, és a vizsgához is alapul szolgálnak.
 - ▣ A gyakorlatot megelőző heti előadás anyagából lesznek kérdések.
 - Definíciókból, összefüggésekből, képletekből.
- Írásbeli és géptermi számonkérések
 - ▣ Elméleti gyakorlati ZH a félév közepén a gyakorlatokon.
 - ▣ Géptermi csoport ZH az utolsó v. utolsó előtti gyakorlaton.
 - ▣ Vizsga ZH a kollokvium jegy megszerzéséért a vizsgaidőszakban.
 - Hetente egy alkalom lesz meghirdetve.
 - Az utolsó héten csak utóvizsga lesz.

Vizsgajegy

10

- A vizsga előfeltétele a **legalább elégséges** gyakorlati jegy.
- A vizsga **írásbeli**, azaz az egész féléves anyagra épülő elméleti és gyakorlati feladatokból összeállított kérdéssor kitöltését jelenti. A vizsga időtartama **50-60 perc**.
- A féléves anyag a fóliákon is szereplő fogalmakat, összefüggéseket és a belőlük levonható következtetéseket jelenti.
- **Értékelés**
 - [85%, 100%] – jeles(5)
 - [75%, 85%) – jó(4)
 - [60%, 75%) – közepes(3)
 - [50%, 60%) – elégséges(2)
 - [0%, 50%) – elégtelen(1)

Elővizsga lehetőség

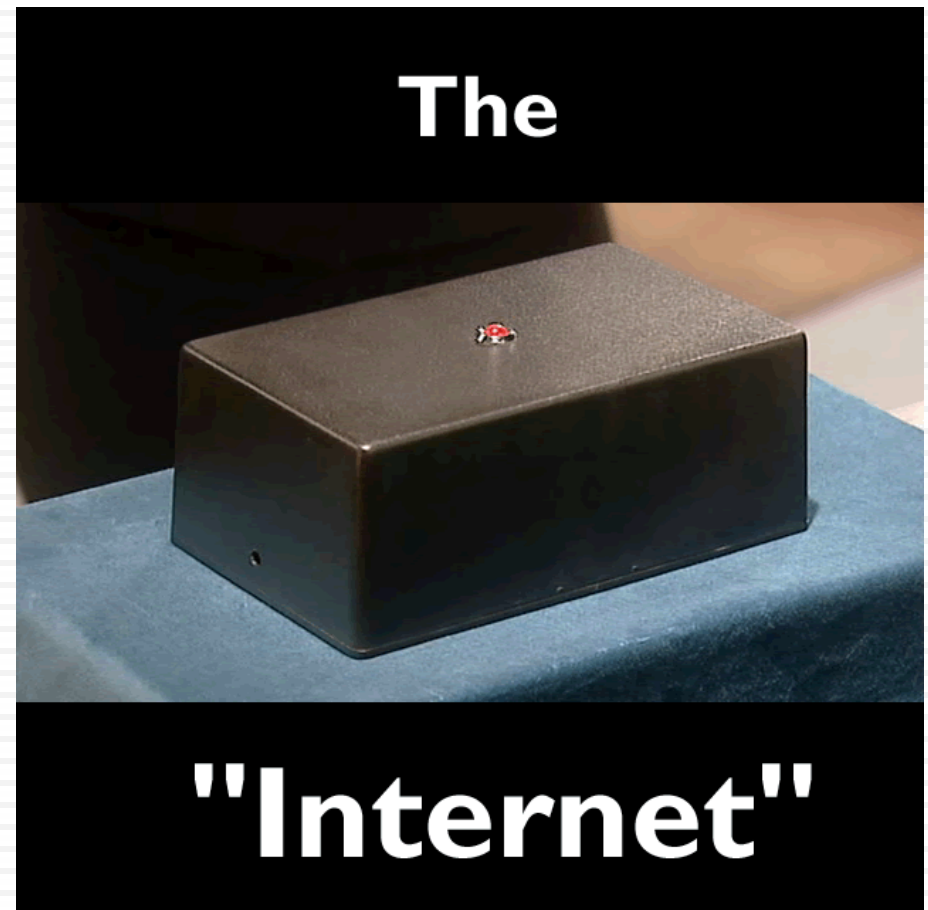
11

- Előadásra járni **nem kötelező** a TVSZ szerint.
- Elővizsgát tartani **nem kötelező**.
- Katalógus lesz minden előadáson.
 - ▣ A hiányzás negatív következményeket **nem von maga után**.
 - ▣ Az önkéntes bejárással egy extra vizsga lehetőséget lehet kapni, amelyet elővizsgának nevezünk.

ELŐVIZSGA SZABÁLY

Csak az tehet elővizsgát az utolsó előadás helyén és idejében, aki az előadások legfeljebb 1/3-áról, azaz maximum 4 előadásról, hiányzik a katalógus szerint.

Bevezetés...





Alapfogalmak 1 / 6

14

□ **hálózati hoszt**

Olyan eszköz, amely egy számítógépes hálózattal áll összeköttetésben. Egy hoszt információkat oszthat meg, szolgáltatást és alkalmazásokat biztosíthat a hálózat további csomópontjainak. (Továbbiakban csak hosztként hivatkozunk rá.)

□ **átviteli csatorna, médium, fizikai közeg**

Az a közeg, amelyen a kommunikáció folyik a résztvevő hosztok között. Ez a közeg lehet egy koaxális kábel, a levegő, optikai kábel, stb.

□ **propagációs késés**

Az az időtartam, amely a jelnek szükséges ahhoz, hogy a küldőtől megérkezzen a címzetthez. Jelölése: d_{prop} vagy d .

□ **átviteli késleltetés**

Az az időtartam, amely egy csomag összes bitjének az átviteli csatornára tételéhez szükséges. Jelölése: d_T .

Alapfogalmak 2/6

15

□ Jel sávszélesség

Jel feldolgozás esetén az egymást követő frekvenciák legnagyobb és legkisebb eleme közötti különbséget nevezik jel sávszélességnek. Tipikusan *Hertz*-ben mérik.

□ Hálózati sávszélesség

Az adat átviteléhez elérhető vagy felhasznált kommunikációs erőforrás mérésére szolgáló mennyiség, amelyet bit per másodpercben szoktak kifejezni.

SI szabvány

$8 \cdot 10^3$ bit/sec	1 KB/s	egy kiló-bájt
$8 \cdot 10^6$ bit/sec	1 MB/s	egy mega-bájt
$8 \cdot 10^9$ bit/sec	1 GB/s	egy giga-bájt
$8 \cdot 10^{12}$ bit/sec	1 TB/s	egy terra-bájt
$8 \cdot 10^{15}$ bit/sec	1 PB/s	egy peta-bájt
$8 \cdot 10^{18}$ bit/sec	1 EB/s	egy exa-bájt

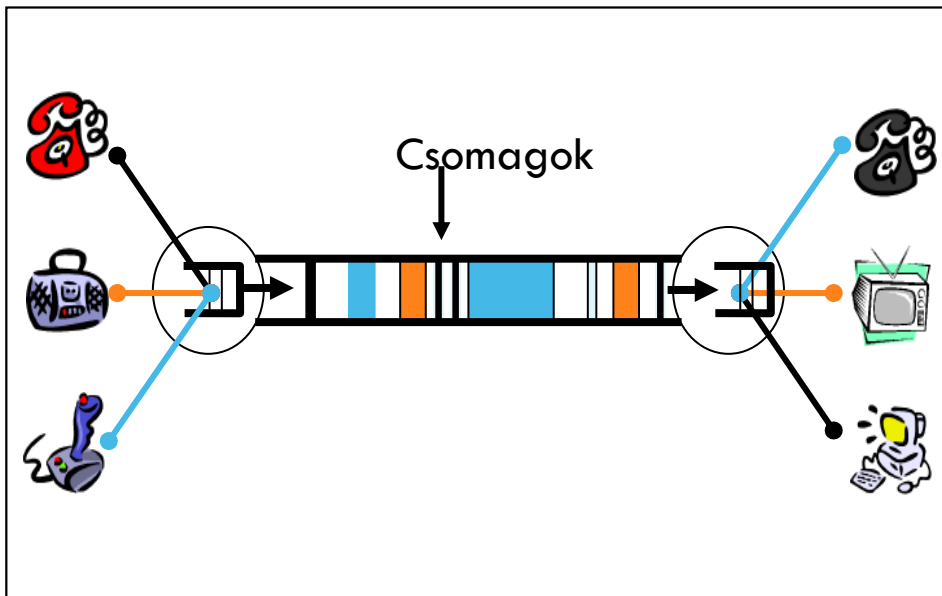
IEC szabvány

$8 \cdot 2^{10}$ bit/sec	1 KiB/s	egy kili-bájt
$8 \cdot 2^{20}$ bit/sec	1 MiB/s	egy mebi-bájt
$8 \cdot 2^{30}$ bit/sec	1 GiB/s	egy gibi-bájt
$8 \cdot 2^{40}$ bit/sec	1 TiB/s	egy tebi-bájt
$8 \cdot 2^{50}$ bit/sec	1 PiB/s	egy pebi-bájt
$8 \cdot 2^{60}$ bit/sec	1 EiB/s	egy exbi-bájt

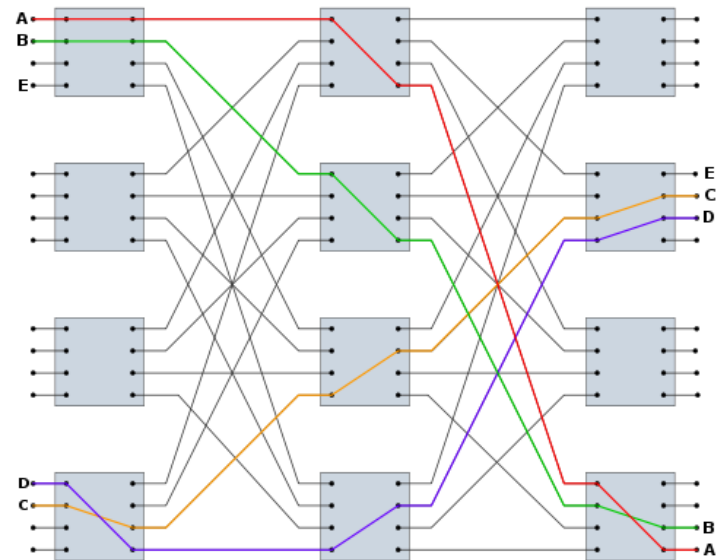
Alapfogalmak 3/6

16

Csomagkapcsolt hálózat
Pl. Internet



Áramkör kapcsolt hálózat
Pl. vezetékes telefon



Alapfogalmak 4/6

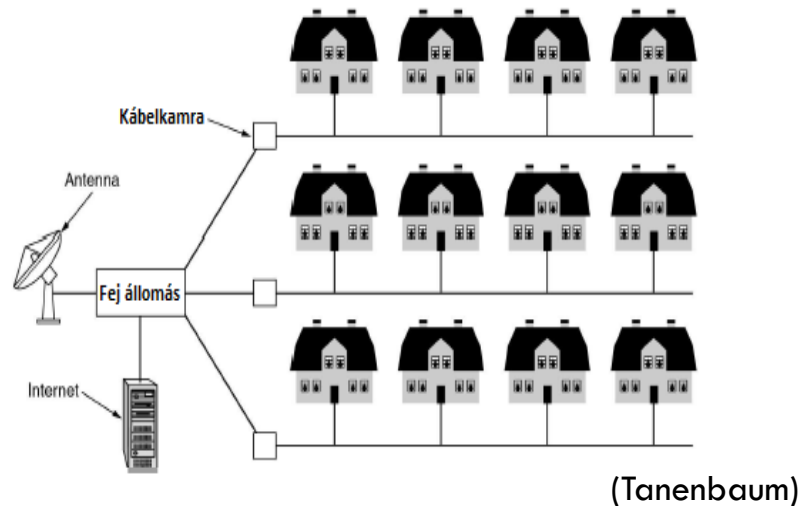
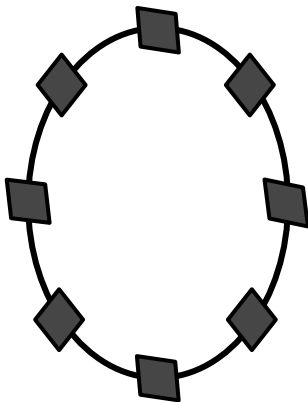
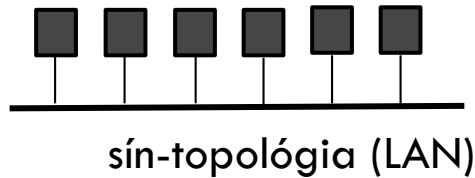
17

A hálózatokat lehet osztályozni a területi kiterjedésük alapján. (Forrás: Tanenbaum)

Processzor közi távolság	Processzorok által foglalt terület	
1 m	négyzetméter	Magánhálózat (angolul <i>Personal Area Network</i>)
10 m	szoba	
100 m	épület	
1 km	kampusz	Lokális hálózat (angolul <i>Local Area Network</i>)
10 km	város	
100 km	ország	
1.000 km	kontinens	Nagy kiterjedésű hálózat (angolul <i>Wide Area Network</i>)
10.000 km	bolygó	
		Internet

Alapfogalmak 5/6 – példa topológiák

18



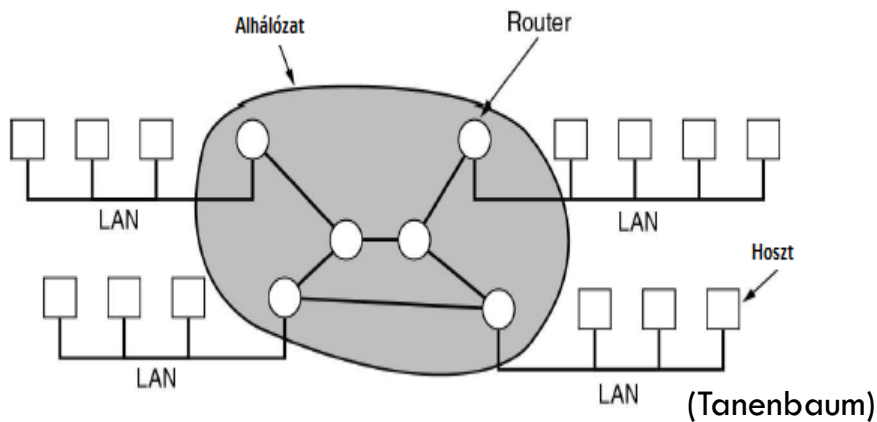
TV-kábel alapú hálózat (MAN)

Jelölések

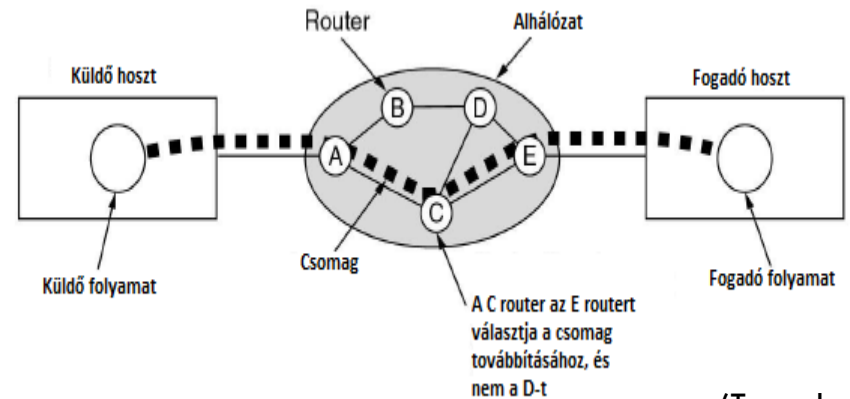
- Hoszt / állomás
- Kábel

Alapfogalmak 6/6 – példa topológiák

19



LAN-ok összekötése alhálózattal (WAN)

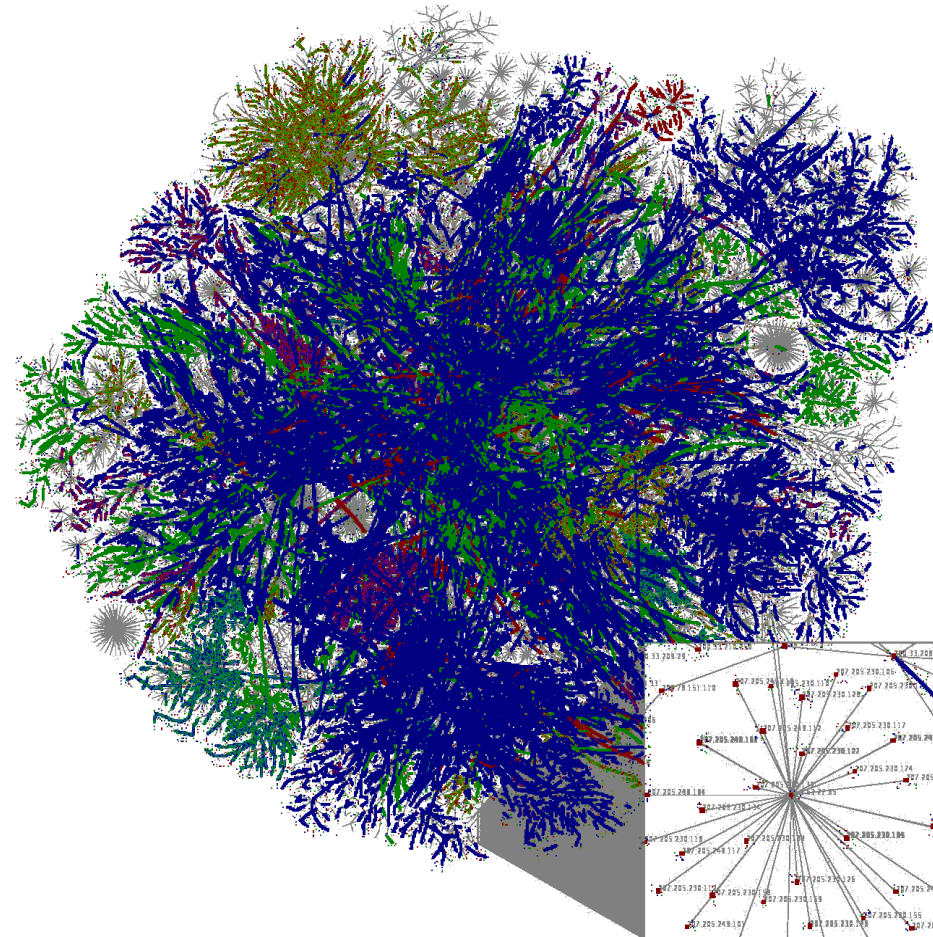


Adatfolyam szemléltetése egy WAN-on

Mi az internet?

20

- Hálózatok hálózata
- A világra kiterjedő nyitott WAN
- Jellemzői
 - rendszerfüggetlenség;
 - nincs központi felügyelet;
 - építőelemei a LAN-ok;
 - globális;
 - olyan szolgáltatásokat nyújt, mint a **World Wide Web**, e-mail vagy fájlátvitel.



Az Internet története 1 / 2

21

1957

- Sikeresen létesítettek kapcsolatot egy távoli számítógéphez.
- Szputnyik–1 műhold fellövése.

1958

- DARPA megalapítása.

1966

- ARPANET tervezésének kezdete.

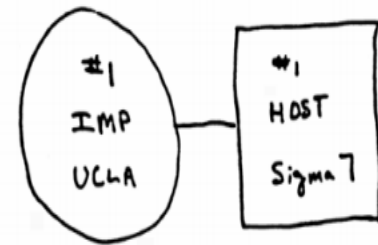
További történetileg fontos hálózatok:

- ▣ RAND – USA-ban katonai célokkal.
- ▣ NPL – Angliában kereskedelmi célokkal.
- ▣ CYCLADES – Franciaországban tudományos célokkal.

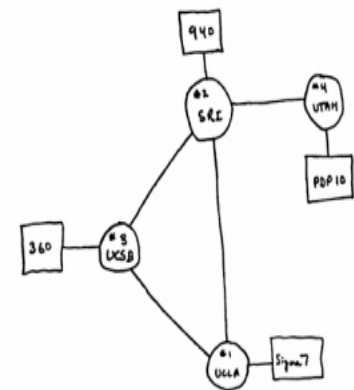
Az Internet története 2/2 – főbb állomások

22

- 1961 július – „Packet Switching Theory” (J.C.R. Licklider)
- 1962 – A „Galactic Network” koncepciója (J.C.R. Licklider)
 - ▣ október – DARPA („**A**dvanced **R**esearch **P**rojects **A**gency”)
- 1965 – Az Internet első őse (Thomas Merrill, Laurence G. Roberts)
- 1967 – ARPANET tervezete
- 1969 – Az “ARPANET” első csomópontja
- 1990 – Az ARPANET megszűnése

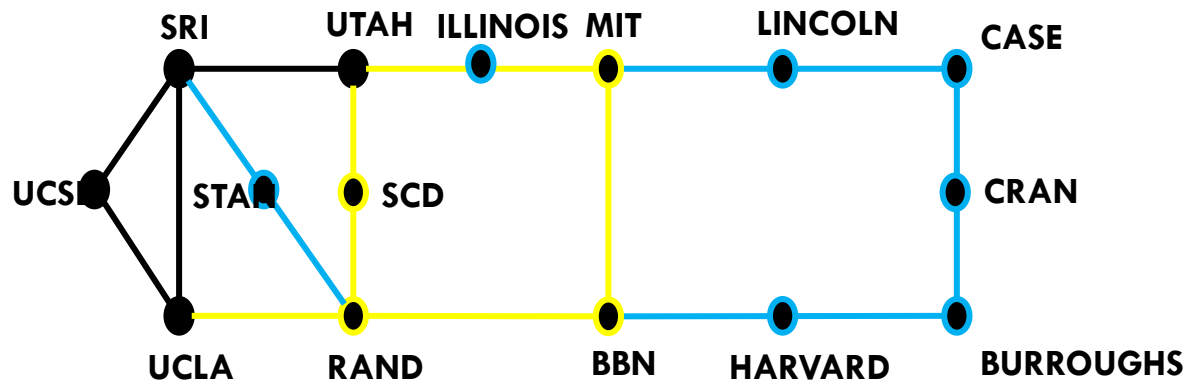


Az „ős-internet”
eredeti diagrammja



ARPANET történeti ábra 1 / 3

23



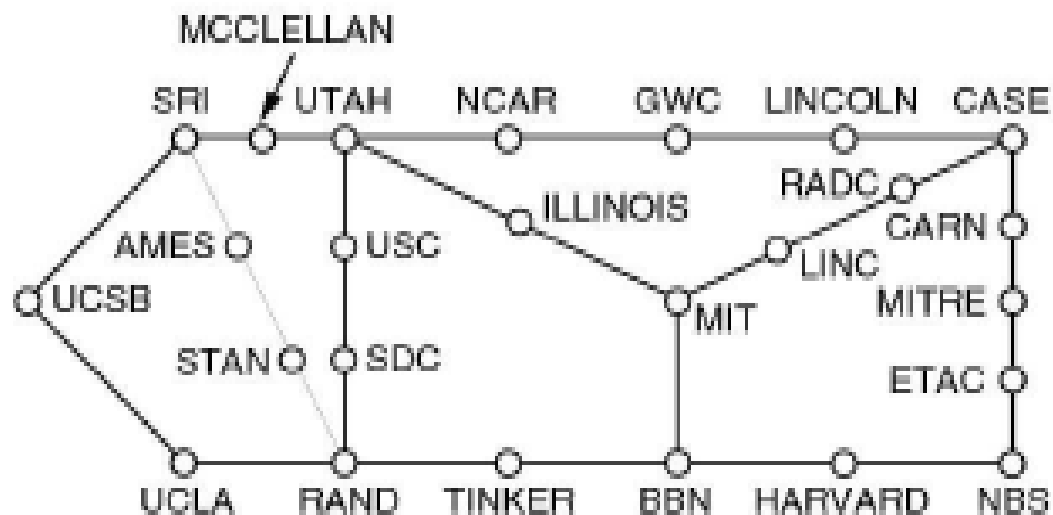
1969
december
1970 július

1971
március

ARPANET történeti ábra 2/3

24

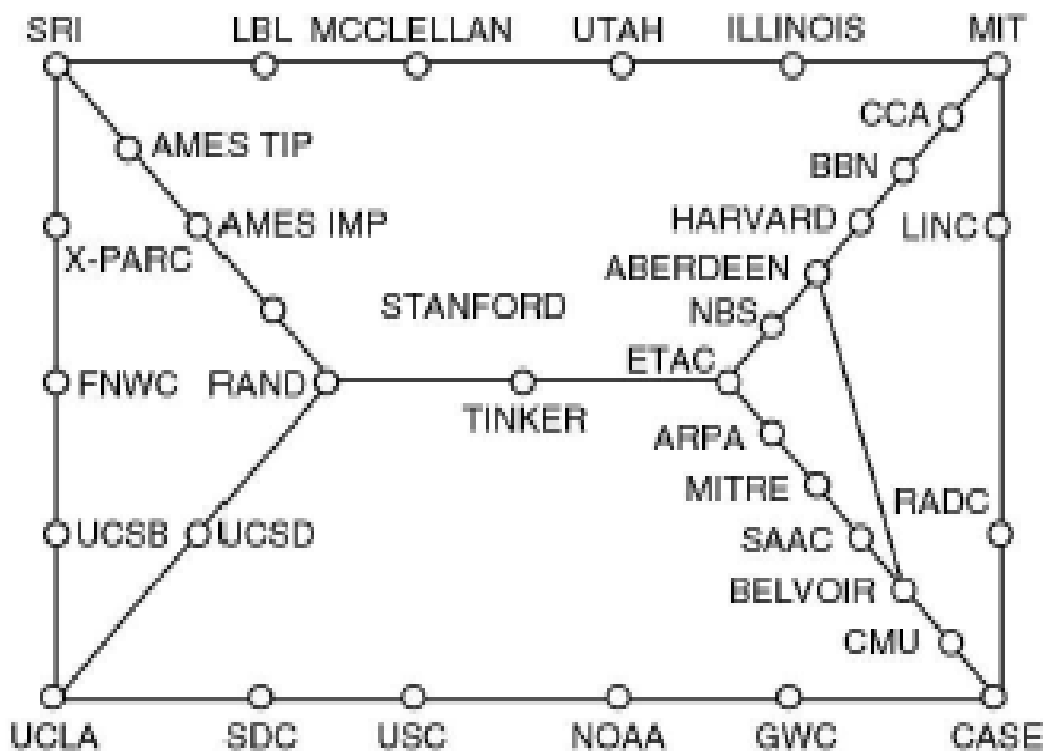
1972 április



ARPANET történeti ábra 3/3

25

1972 szeptember



- Minden (lokális) hálózat autonóm
 - ▣ önállóan dolgozik
 - ▣ nem kell elkülönítve konfigurálni a WAN-hoz
- Kommunikáció a „legjobb szándék” (angolul *best effort*) elv szerint
 - ▣ ha egy csomag nem éri el a célt, akkor törlődik
 - ▣ az alkalmazás újraküldi ilyen esetekben
- „*Black box*” megközelítés a kapcsolatokhoz
 - ▣ a *Black Box*-okat később *Gateway*-eknek és *Router*-eknek keresztelték át
 - ▣ csomaginformációk nem kerülnek megőrzésre
 - ▣ nincs folyam-felügyelet
- Nincs globális felügyelet

Ezek az internet alapelvei

Hálózati funkciók

27

□ A hálózatok komponensei

▣ Hálózati technológiák

- Ethernet, Wifi, Bluetooth, Fiber Optic, Cable Modem, DSL

▣ Hálózat típusok

- Áramkör kapcsolt (Circuit switch), Csomag kapcsolt (packet switch)
- Vezetékes (Wired), Vezeték nélküli (Wireless), Optikai, Műholdas

▣ Alkalmazások

- Email, Web (HTTP), FTP, BitTorrent, VoIP

□ Hogyan érhető el, hogy ezek képesek legyenek együttműködni?

Probléma

28

Web



Email



Bittorrent



VoIP



- Ha ez lenne a valóság, akkor ez egy rémálom lenne
- Új alkalmazások és médiumok bevezetése költséges lenne
- Korlátozott növekedés és elterjedés



Ethernet



802.11



Bluetooth



Cellular

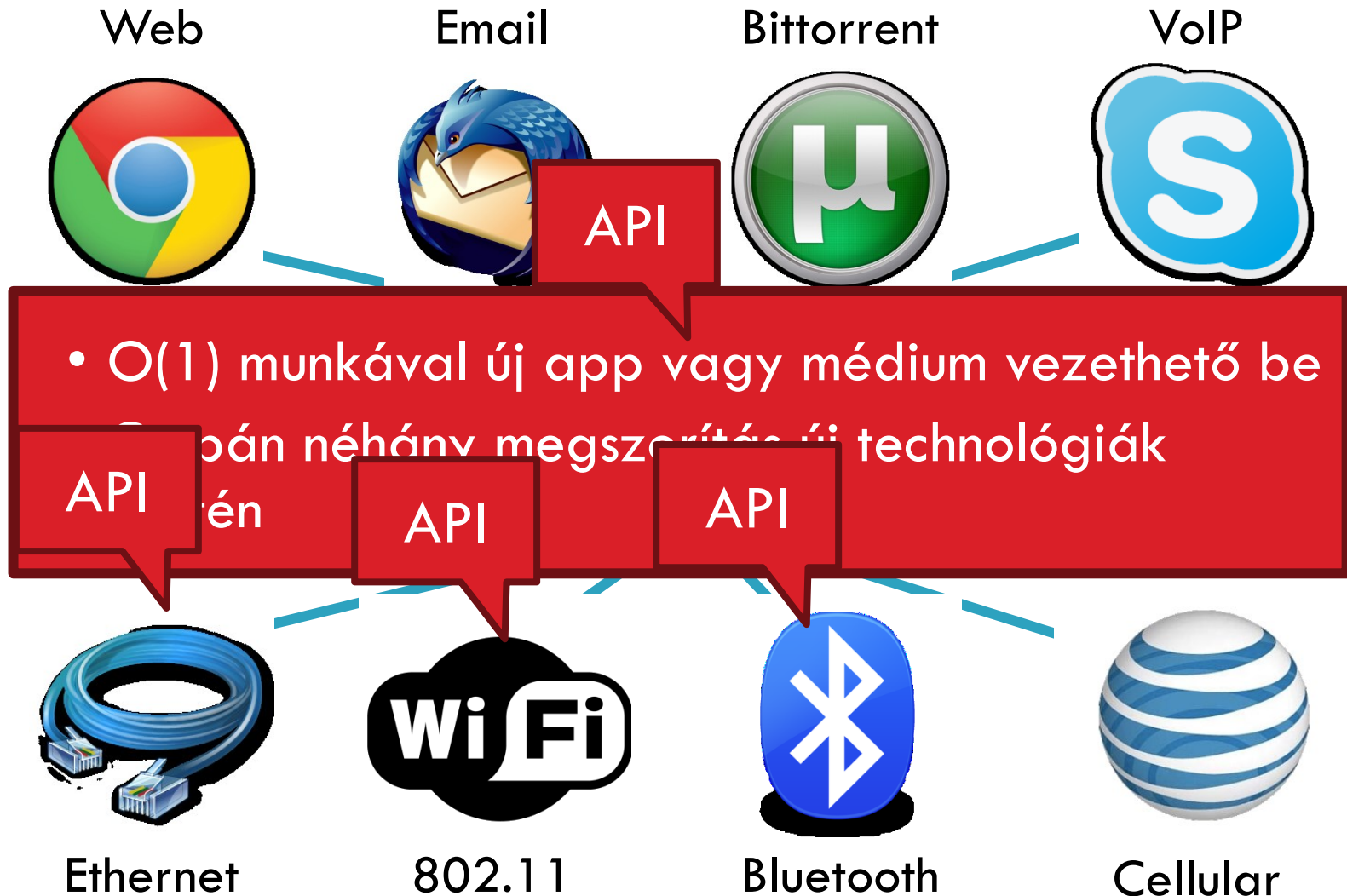
További problémák

29



Megoldás: használjunk kerülőutat

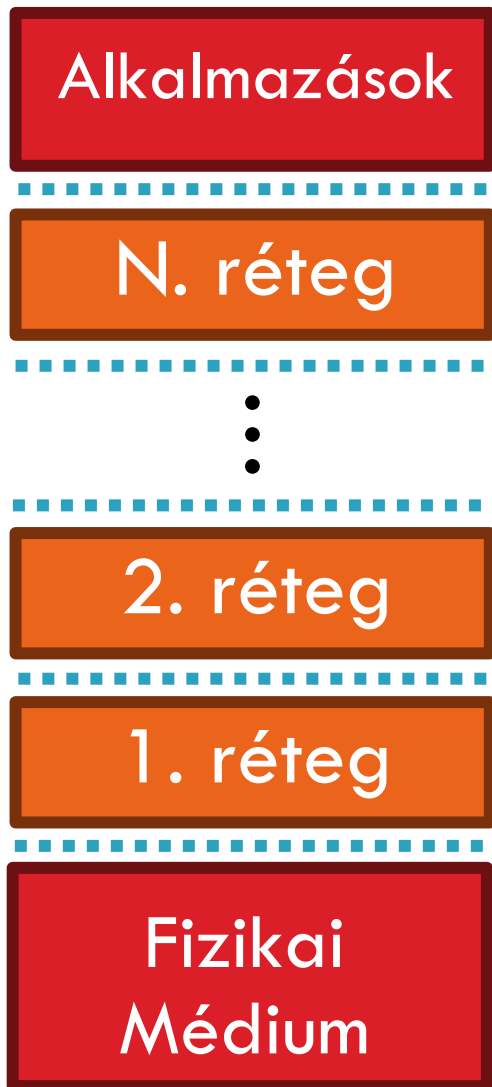
30



Rétegzett Hálózati Architektúra

(Layered Network Stack)

31



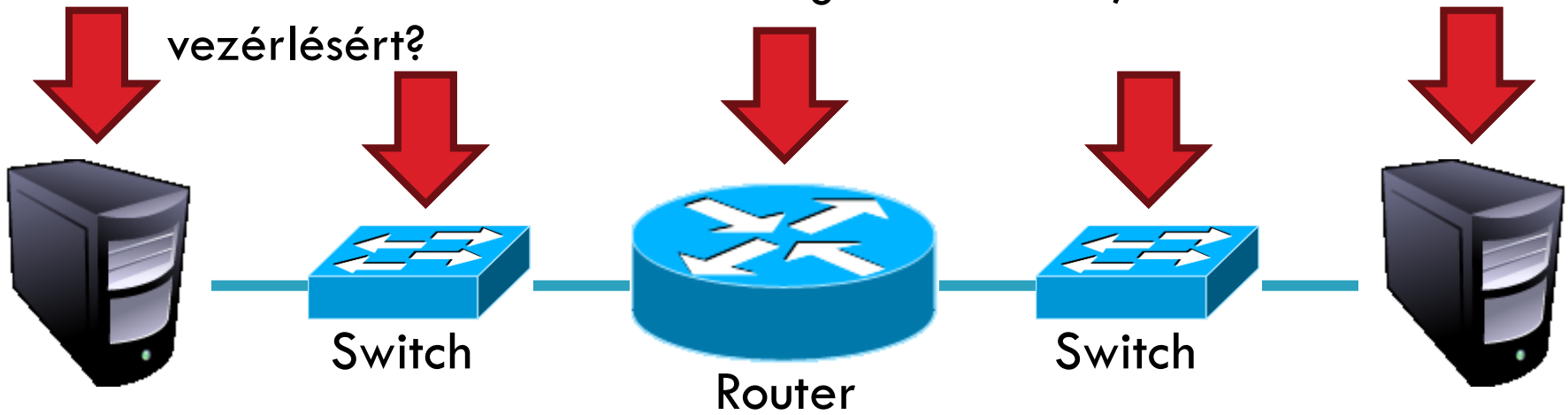
- Modularitás
 - ▣ A hálózati funkciókat szervezi egységekbe
- Beburkolás (Encapsulation)
 - ▣ Interfészek definiálják a réteg közti interakciókat
 - ▣ A rétegek csak az alattuk levőkre épülnek
- Rugalmasság
 - ▣ Kód újrafelhasználás a hálózatban
 - ▣ Egyes modulok implementációja változhat
- Sajnos vannak hátrányai is
 - ▣ Az interfészek információt rejtenek el
 - ▣ Teljesítmény csökkenés

Fő kérdések

32

- Hogyan osszuk a funkciókat rétegekbe?
 - Útvonal meghatározás
 - Biztonság
 - Torlódás vezérlés
 - Fairség
 - Hiba ellenőrzés
 - ...
- Hogyan osszuk el ezen funkciókat a hálózati eszközök között?

- Például ki felel az útvonal meghatározásért, ki a torlódás vezérlésért?



Hálózatok modelljei

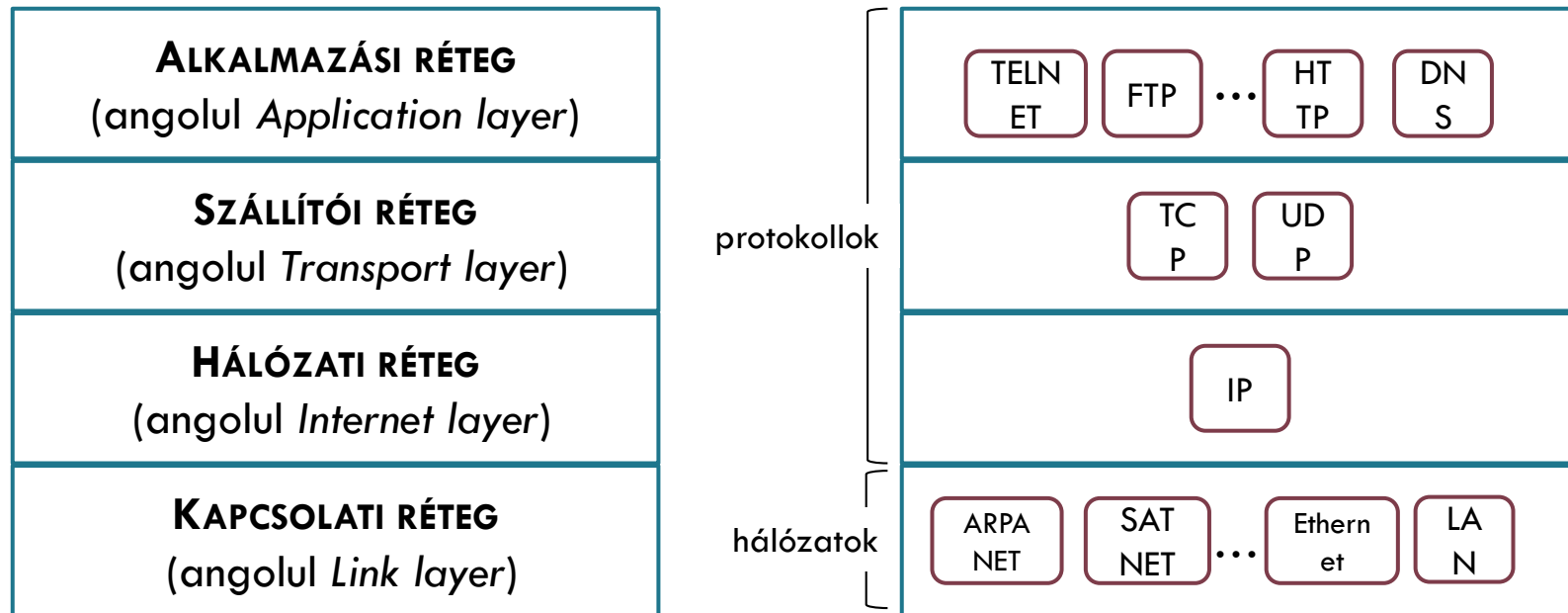
33

- Internet rétegmodellje
 - ▣ TCP/IP modell: 4 réteget különböztet meg. 1982 márciusában az amerikai hadászati célú számítógépes hálózatok standardja lett. 1985-től népszerűsítették kereskedelmi felhasználásra. (*Interop*)
 - ▣ Hibrid TCP/IP modell: 5 réteget különböztet meg (*Tanenbaum, Stallings, Kurose, Forouzan*)

- Nyílt rendszerek hálózatának standard modellje
 - ▣ **Open System Interconnection Reference Model**: Röviden OSI referencia modell, amely egy 7-rétegű standard, koncepcionális modellt definiál kommunikációs hálózatok belső funkcionálisaihoz. (*ISO/IEC 7498-1*)

TCP/IP modell (RFC 1122)

34



TCP/IP modell rétegei („bottom-up”)

35

- Kapcsolati réteg / Host-to-network or Link layer
 - ▣ nem specifikált
 - ▣ a LAN-tól függ
- Internet réteg / Internet or Network layer
 - ▣ speciális csomagformátum
 - ▣ útvonal meghatározás (routing)
 - ▣ csomag továbbítás (angolul *packet forwarding*)
- Szállítói réteg / Transport layer
 - ▣ **T**ransport **C**ontrol **P**rotocol
 - megbízható, kétirányú bájtfolyam átviteli szolgáltatás
 - szegmentálás, folyamfelügyelet, multiplexálás
 - ▣ **U**ser **D**atagram **P**rotocol
 - nem megbízható átviteli szolgáltatás
 - nincs folyamfelügyelet
- Alkalmazási réteg / Application layer
 - ▣ Szolgáltatások nyújtása: Telnet, FTP, SMTP, HTTP, NNTP, DNS, SSH, etc.

ISO OSI modell

36

OSI: Open Systems Interconnect Model

Hoszt 1

Router/Switch

Hoszt 2



Rétegek jellemzése

37



- Szolgáltatás
 - ▣ Mit csinál az adott réteg?
- Interfész
 - ▣ Hogyan férhetünk hozzá a réteghez?
- Protokoll
 - ▣ Hogyan implementáljuk a réteget?

Fizikai réteg

38



- Szolgáltatás
 - ▣ Információt visz át két fizikailag összekötött eszköz között
 - ▣ definiálja az eszköz és a fizikai átviteli közeg kapcsolatát
- Interfész
 - ▣ Specifikálja egy bit átvitelét
- Protokoll
 - ▣ Egy bit kódolásának sémája
 - ▣ Feszültség szintek
 - ▣ Jelek időzítése
- Példák: koaxiális kábel, optikai kábel, rádió frekvenciás adó

Adatkapcsolati réteg

39



- Szolgáltatás
 - ▣ Adatok keretekre tördelése: határok a csomagok között
 - ▣ Közeghozzáférés vezérlés (MAC)
 - ▣ Per-hop megbízhatóság és folyamvezérlés
- Interfész
 - ▣ Keret küldése két közös médiumra kötött eszköz között
- Protokoll
 - ▣ Fizikai címezés (pl. MAC address, IB address)
- Példák: Ethernet, Wifi, InfiniBand

Hálózati réteg

40



- Szolgáltatás
 - ▣ Csomagtovábbítás
 - ▣ Útvonalválasztás
 - ▣ Csomag fragmentálás kezelése
 - ▣ Csomag ütemezés
 - ▣ Puffer kezelés
- Interfész
 - ▣ Csomag küldése egy adott végpontnak
- Protokoll
 - ▣ Globálisan egyedi címeket definiálása
 - ▣ Routing táblák karbantartása
- Példák: Internet Protocol (IPv4), IPv6

Szállítói réteg

41



- Szolgáltatás
 - ▣ Multiplexálás/demultiplexálás
 - ▣ Torlódásvezérlés
 - ▣ Megbízható, sorrendhelyes továbbítás
- Interfész
 - ▣ Üzenet küldése egy célállomásnak
- Protokoll
 - ▣ Port szám
 - ▣ Megbízhatóság/Hiba javítás
 - ▣ Folyamfelügyelet
- Példa: UDP, TCP

Ülés réteg

42



- Szolgáltatás
 - ▣ kapcsolat menedzsment: felépítés, fenntarás és bontás
 - ▣ munkamenet típusának meghatározása
 - ▣ szinkronizációs pont menedzsment (checkpoint)
- Interfész
 - ▣ Attól függ...
- Protokoll
 - ▣ Token menedzsment
 - ▣ Szinkronizációs checkpoints beszúrás
- Példa: **nincs**

Megjelenítési réteg

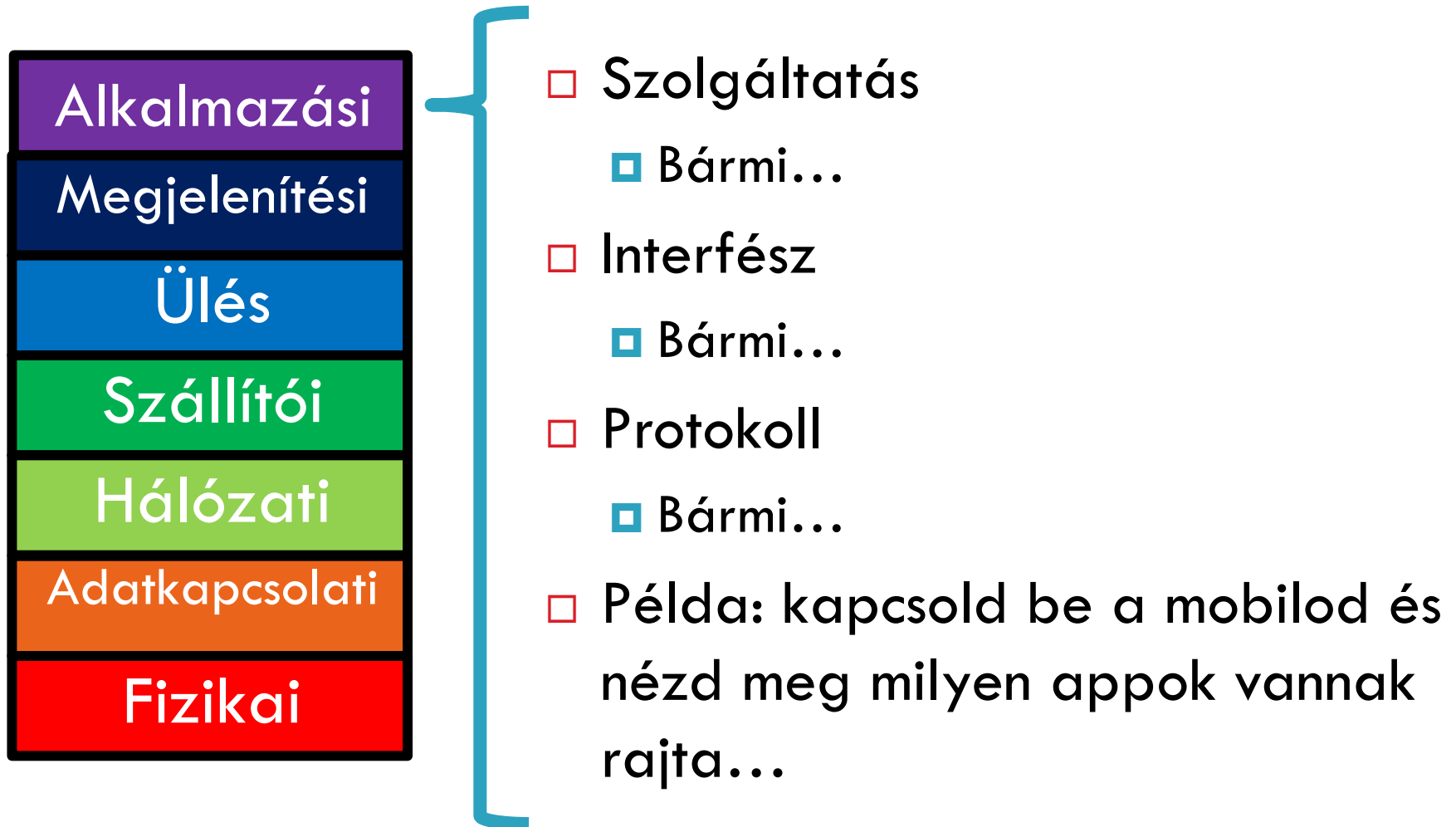
43



- Szolgáltatás
 - ▣ Adatkonverzió különböző reprezentációk között
 - ▣ Pl. big endian to little endian
 - ▣ Pl. Ascii to Unicode
- Interfész
 - ▣ Attól függ...
- Protokoll
 - ▣ Adatformátumokat definiál
 - ▣ Transzformációs szabályokat alkalmaz
- Példa: **nincs**

Alkalmazási réteg

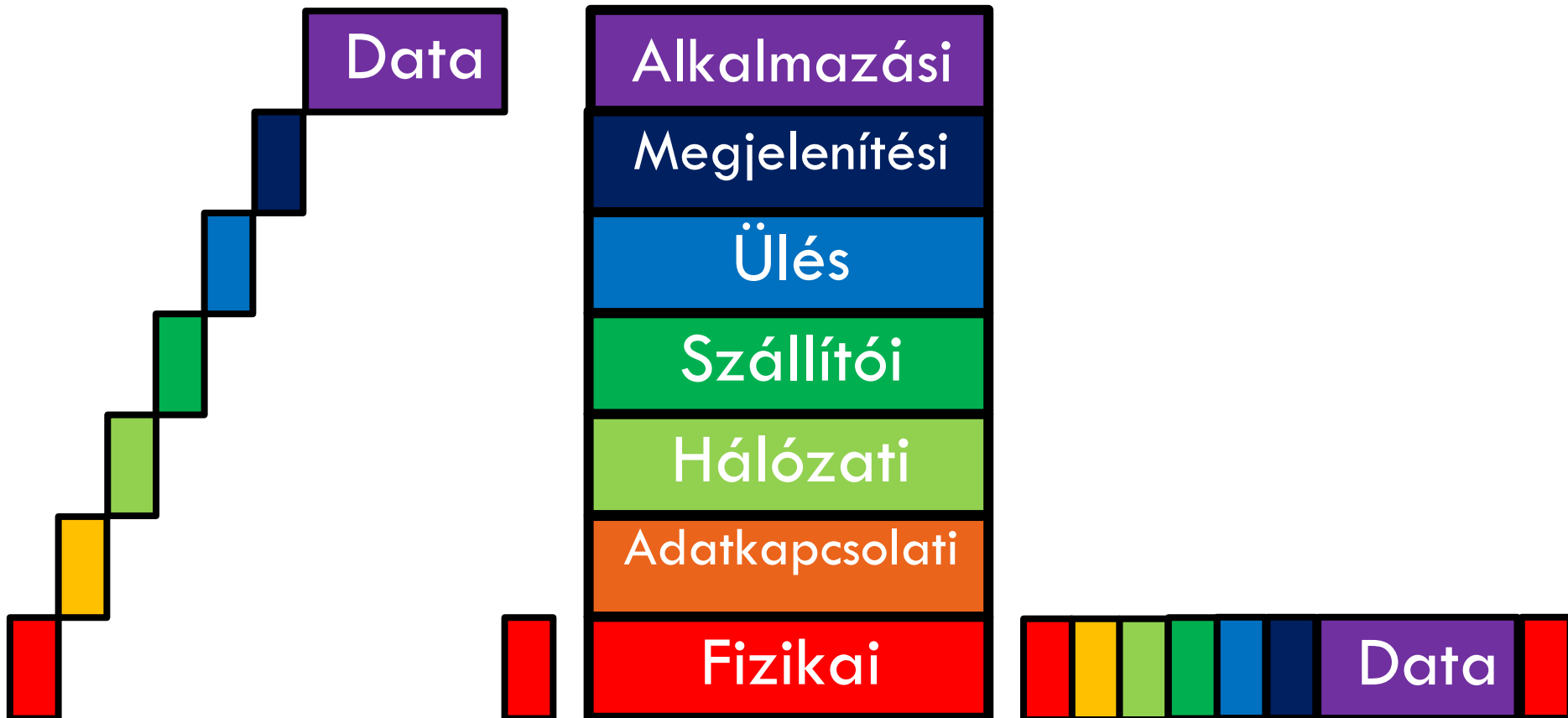
44



Beburkolás / enkapszuláció

45

Az adat útja a rétegeken keresztül



Analógia

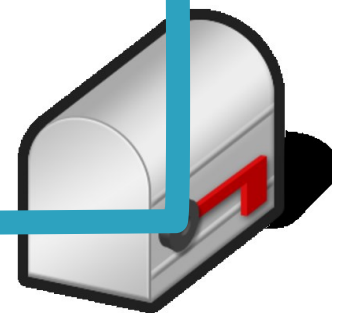
46

Nem tud semmit a posta működéséről

A címke tartalma
útvonal információ

Kicsomagolás

Nem ismeri a levél
tartalmát

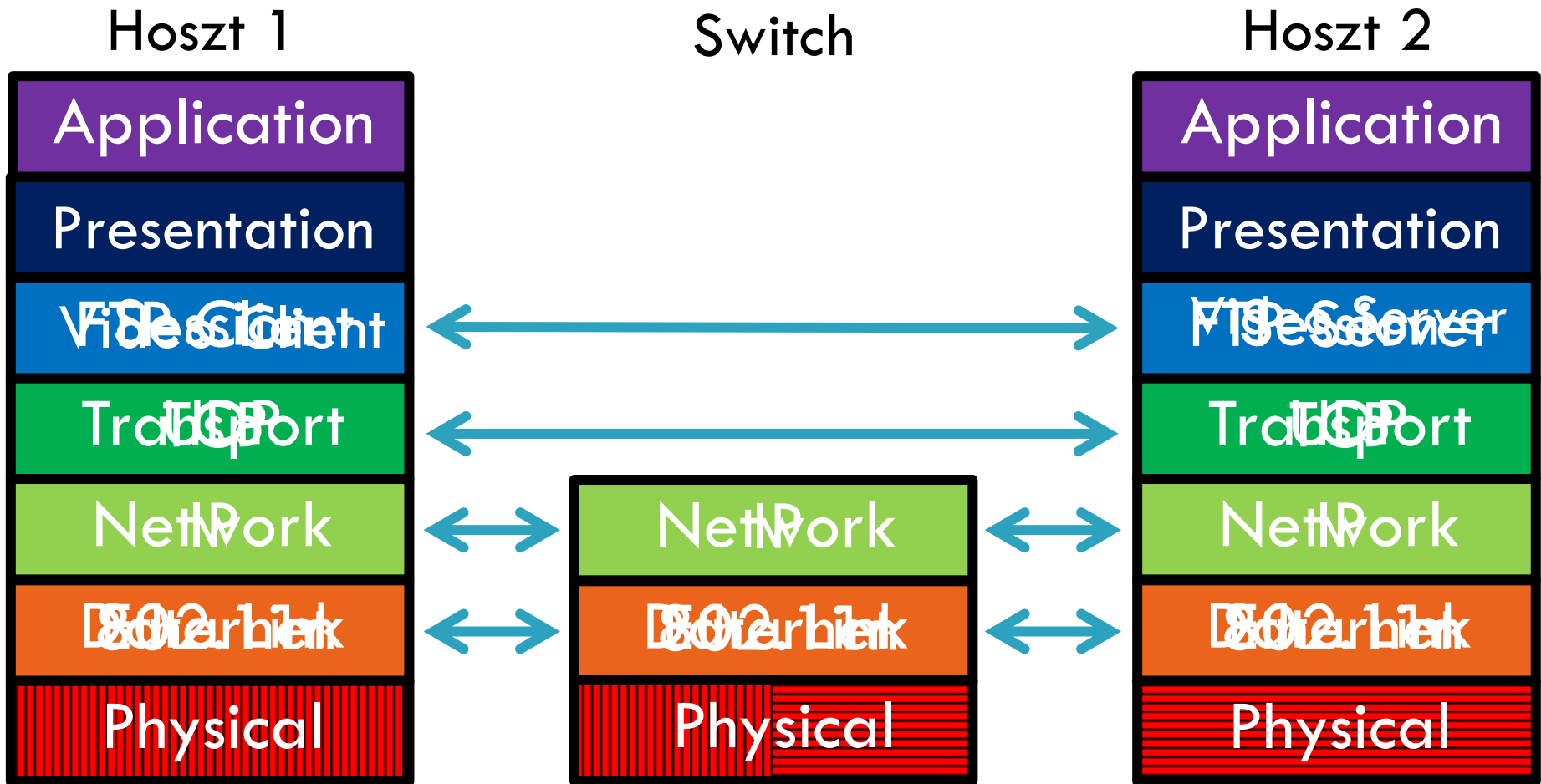


Posta szolgáltatás

Hálózati rétegek a gyakorlatban

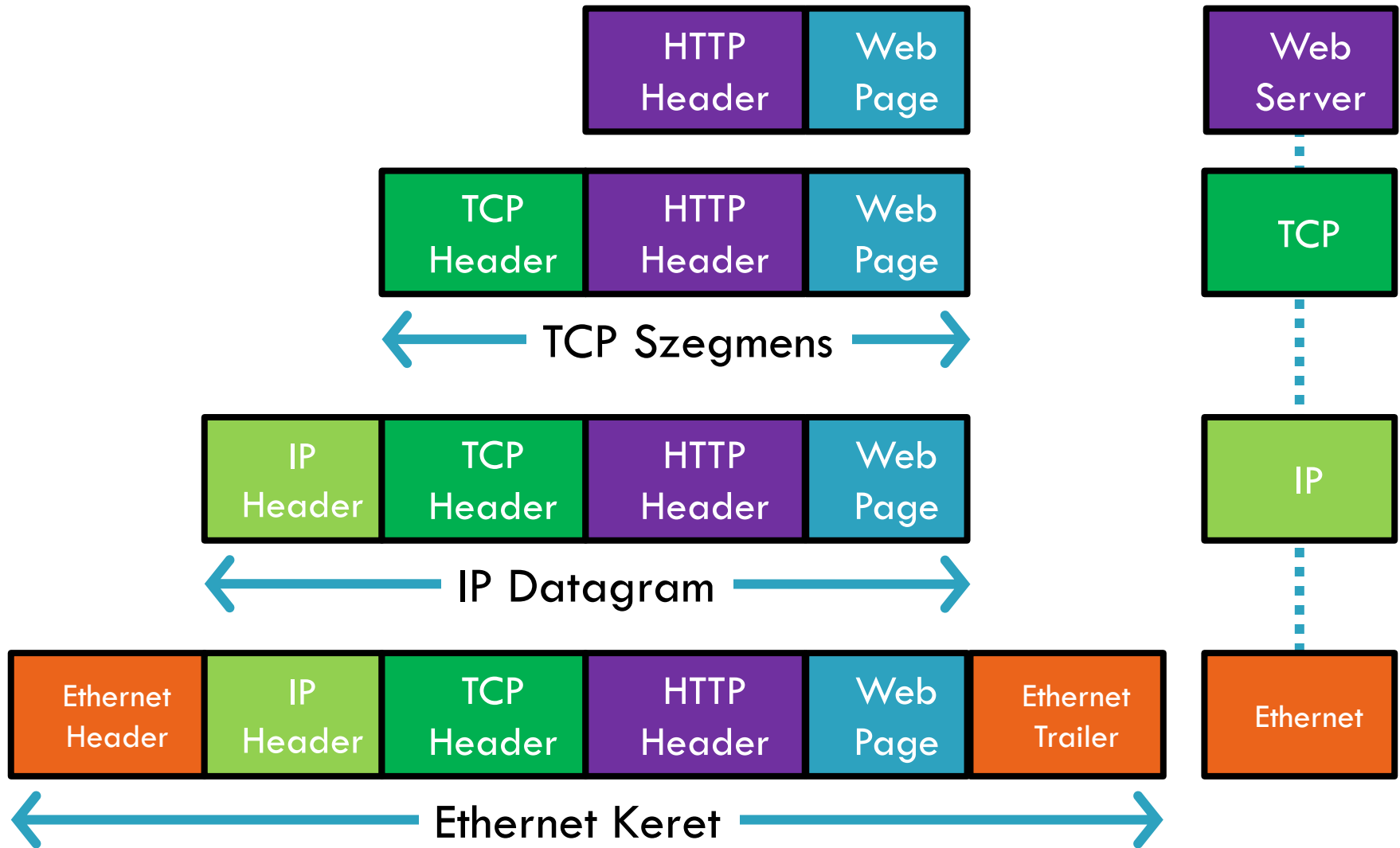
Network stack/Protocol stack

47



Beburkolás – Internet példa

48



Internet homokóra

49

- Az Internet rétegnek hála, minden hálózat képes együttműködni
- Minden alkalmazás működik
- Ezen réteg felett és alatt lehetne fejlesztések
- Azonban az IP-t lecserélni nagyon nehéz

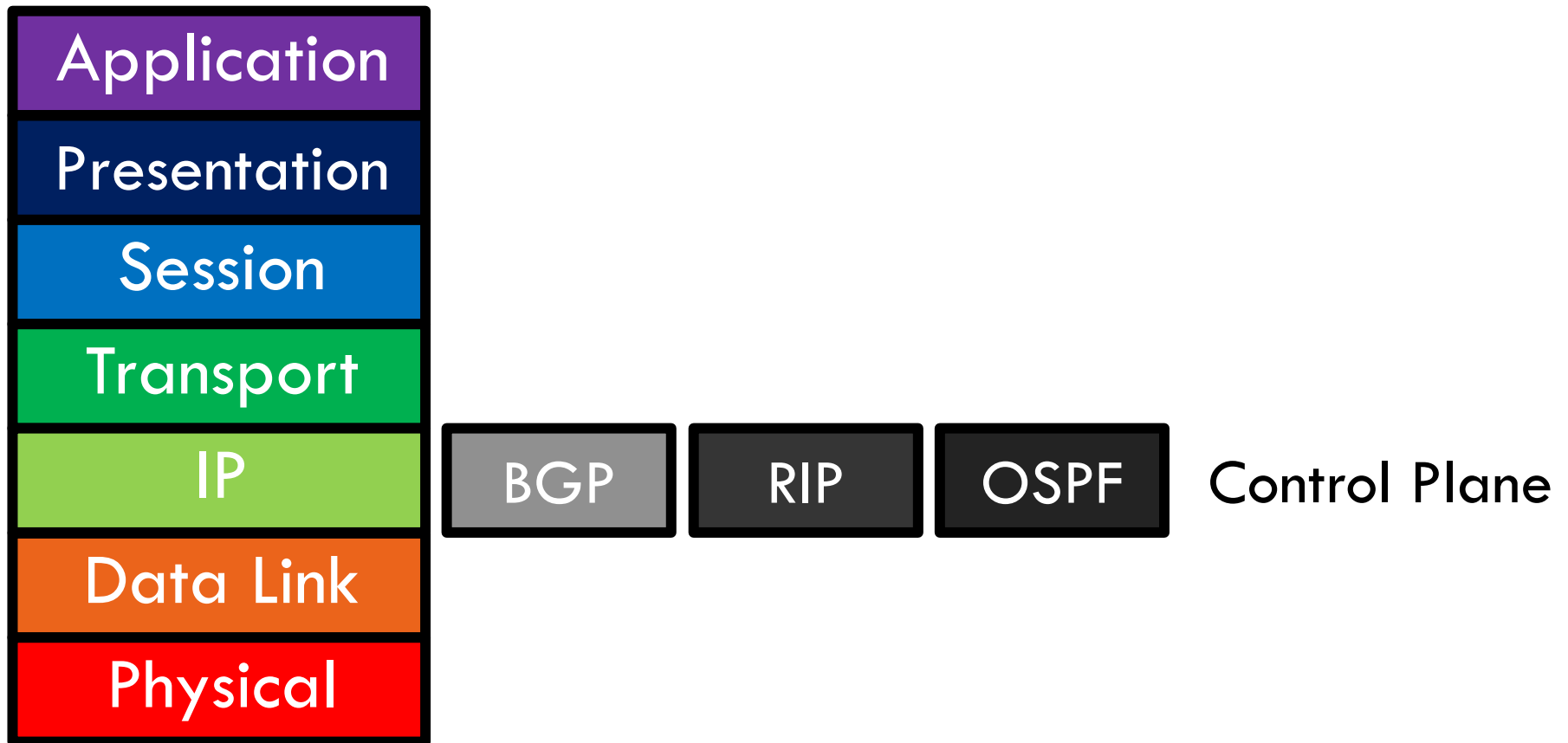
Gondoljunk az IPv6 bevezetésének nehézségeire

Fiber, Coax, Twisted Pair, Radio, ...

Merőleges síkok

50

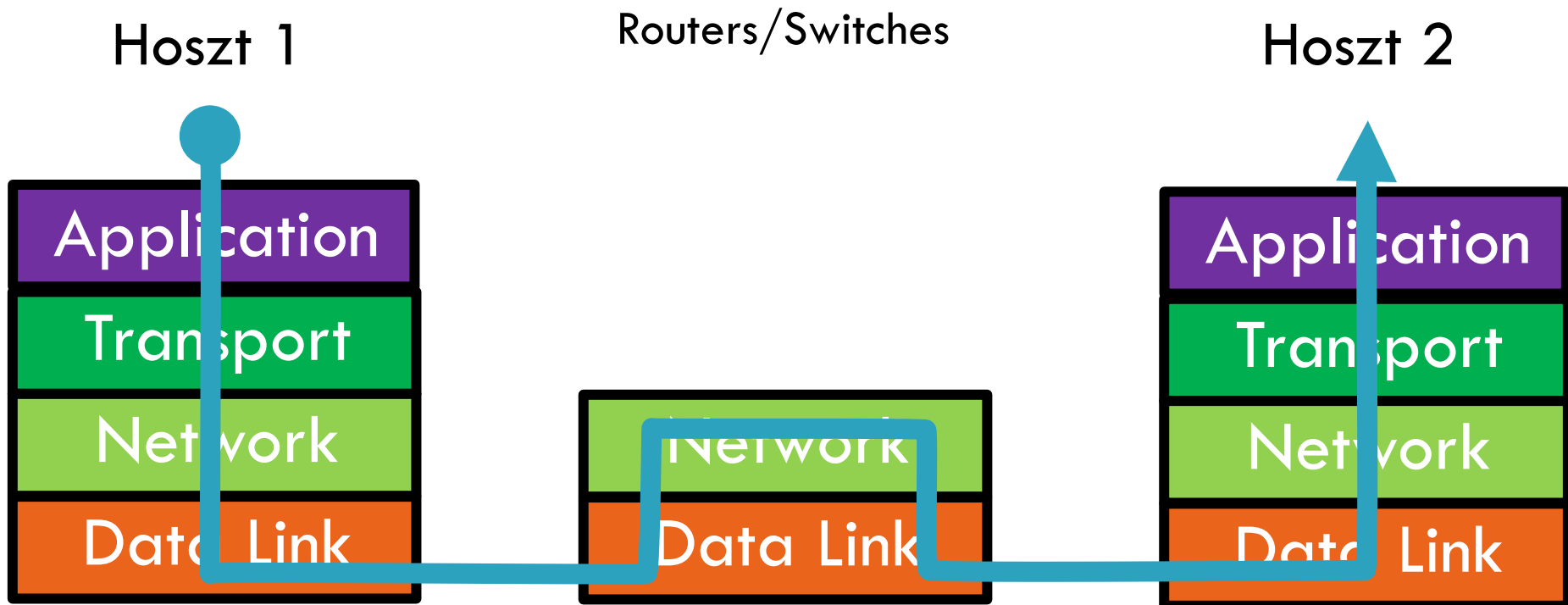
Control plane/Vezérlési sík: Hogyan határozzuk meg az **Internetes útvonalakat**?



Merőleges síkok

51

Data plane/Adat sík: Hogyan továbbítjuk az adatot egy útvonal mentén?



Valóság

52

- Az absztrakciós rétegek jól alkalmazhatók
- Vajon mindig működik?

Nem.



Tűzfalak

- Alkalmazási réteg
fejléceit is
vizsgálhatja



Proxyk

- Alkalmazási végpontot
szimulál a hálózatban

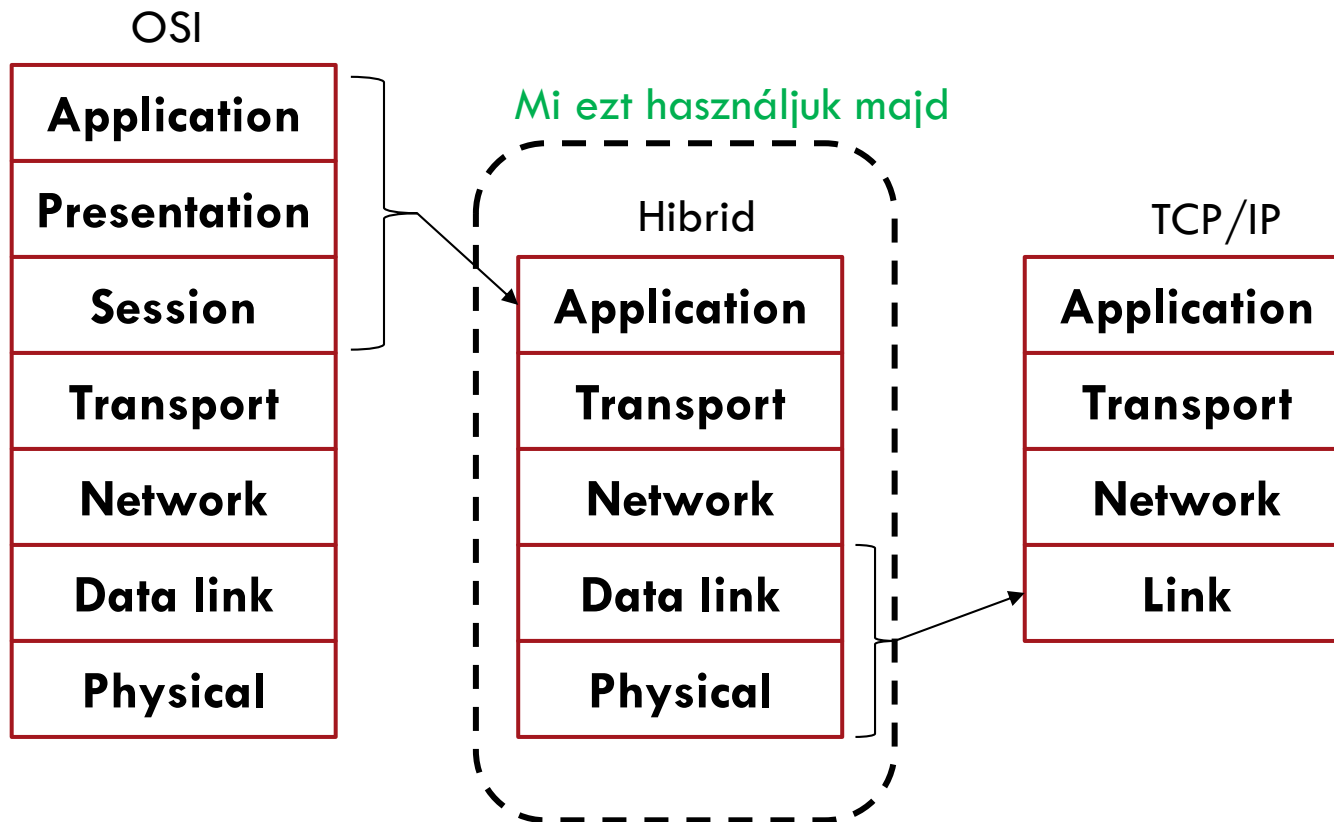


NATs

- Megtöri a végpont-
végpont
elérhetőséget a
hálózatban

Konklúzió

53



Tananyag címszavakban

54

1. Hálózatok leírásához használt legfontosabb referencia modellek
2. Fizikai réteg áttekintése
3. Adatkapcsolati réteg
 - a) „Logical Link Control” alréteg
 - b) „Medium Access Control” alréteg
4. Hálózati réteg
5. Socket programozási alapok
6. Szállítói réteg
7. Alkalmazási réteg

Köszönöm a figyelmet!