MŰEGYETEM 1782

BME

PROTOKOLLARCHITEKTÚRÁK

Mérnök-informatikus szak, BSc, 4. félév
2012/13 2.félév

Dr. Simon Vilmos
adjunktus
BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
svilmos@hit.bme.hu

2013.február 19.

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.

- Áramkörkapcs., csomagkapcs., hívásvezérlés, címzés.
- Routing.
- Ütemezés.
- IP.

Gyakorlat.

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Tartalom

- Bevezetés, motiváció
- A protokollok kialakulása, jelölések
- Megvalósítás
- A protokollok szerepe a hálózatok leírásában

Bevezetés 1.

- „Protokoll”?
  - Más területeken: ***orvosi protokollok***, ***diplomáciai protokollok***

- A számítógép-hálózatoknál is szükség van **viselkedési szabályok**, azaz **protokollok**
  - lerögzítésére
  - betartására

- Definíció:

  A protokoll két vagy több kommunikáló egység közötti üzenetcsere **formátumait** és az **üzenetek sorrendjét** határozza meg, valamint az üzenetek vételéhez kapcsolódó és egyéb események által kiváltott **tevékenységeket**.

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Bevezetés 2.

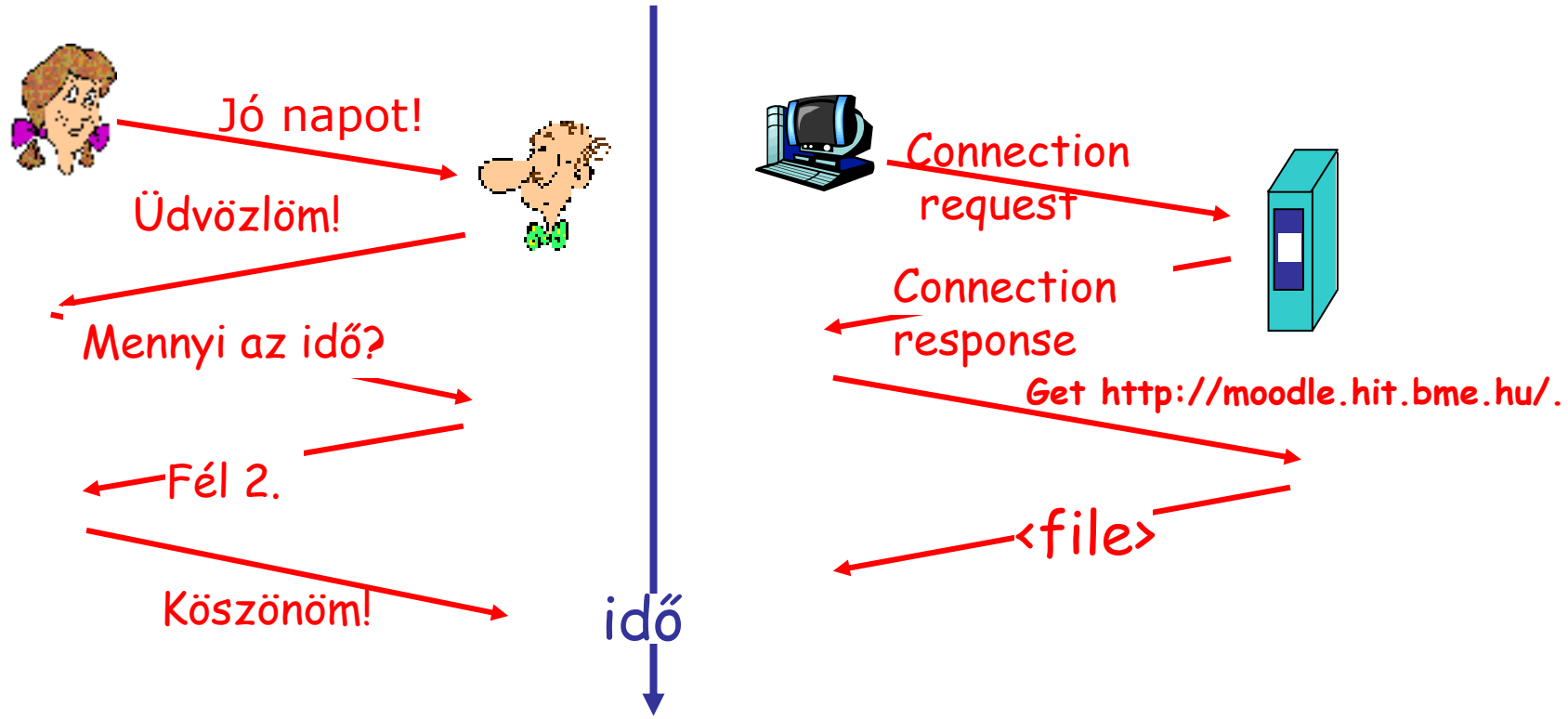
- Röviden:
  - Szintaxis (*syntax*) (formátum): adategységek formai leírása
  - Szemantika (*semantics*) (jelentés): az adatelemek értelmezése
  - Viselkedés (*behavior*): mit kell tenni valamely üzenet vételekor, küldésekor

- Helyesírás: protokoll és *protocol*

- **Módszer -> algoritmus –> protokoll** (l. pl. majd a routingnál: *linkállapot-módszer – Dijkstra-alg. – OSPF protokoll*)

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Protokollok az emberi és a gépek közötti kommunikációban



Ábrázolás forma: **Message Sequence Chart**

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

A protokoll két fő része

Két elkülöníthető rész:

- A továbbított információ alakja, formája
  - A protokoll **statikus** része
  - **Protocol Data Unit** (protokoll-adategység)
- Mi történik a továbbításkor?
  - A protokoll **dinamikus** része
  - Mit kell tenni az adott protokollüzenet vételekor
  - Rendellenes esetek kezelése is

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Miért „protokollok”?

- Miért nem elég egyetlen protokoll?
  - Történelmi okai
  - Részfeladatokra tördelés
    - tevékenységek részekre bontása
    - az egyes részekre önálló szabályok
- Miért részekben, miért nem egyben?
  - egyszerűbb a tennivalók elvégzése
  - részenként lehet továbbfejleszteni
- Hogyan bontsuk részekre?
  - hány rész legyen?
  - hogyan viszonyuljanak egymáshoz?
  - vannak-e „természetes” határok?

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Részekre bontás …

- Önálló, jellegzetes, gyakori feladatok (pl):
  - illeszkedés a jelátvivő közeghez
    - hardware-közeli feladatok megoldása, problémák kezelése
  - összeköttetéseken megbízható adattovábbítás
  - végpontok közötti információtovábbítás
  - kívánt végpontok azonosítása
  - kedvezőtlen forgalmi állapot kezelése

- Mindezekkel kapcsolatban az előforduló hibák kezelése is

- Részek – funkcionalitások – **„rétegek”**

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Analógia: légi közlekedés szervezése

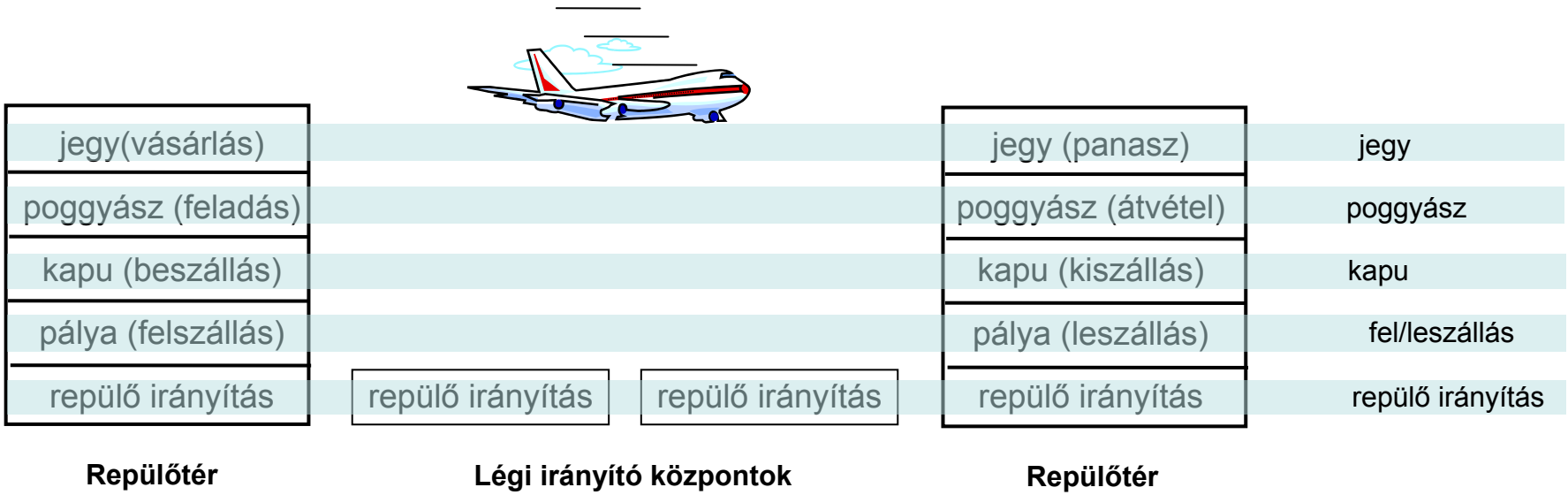
jegy (vásárlás)	jegy (panasz)
poggyász (feladás)	poggyász (átvétel)
kapu (beszállás)	kapu (kiszállás)
felszállás	leszállás
repülő irányítása	repülő irányítása

Repülő irányítása

- Lépések sorozata

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Analógia: légi közlekedés rétegezve



Rétegek: minden réteg egy szolgáltatást valósít meg

- a saját rétegen belüli tevékenységével
- támaszkodva az alatta lévő réteg által nyújtott szolgáltatásra

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Hálózati architektúra és referenciamodell

- Hálózati architektúra: **protokollrétegek egymásra épülése**
  - számítógép-architektúra, szoftverarchitektúra

- Referenciamodell
  - csak a rétegek és azok feladatai, **maguk a protokollok nem**

- Szabványosításig jutott el az ún. **OSI-referenciamodell**
  - OSI: az ISO-ban kidolgozott referenciamodell (1983)
  - ISO – International Standardization Organization
  - OSI – Open System Interconnection – nyílt rendszerek összekapcsolása
  - 7 feladatcsoport, 7 réteg
  - a protokollok nem részei az OSI-nak, de kidolgoztak és szabványosítottak protokollokat is az egyes rétegekhez

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

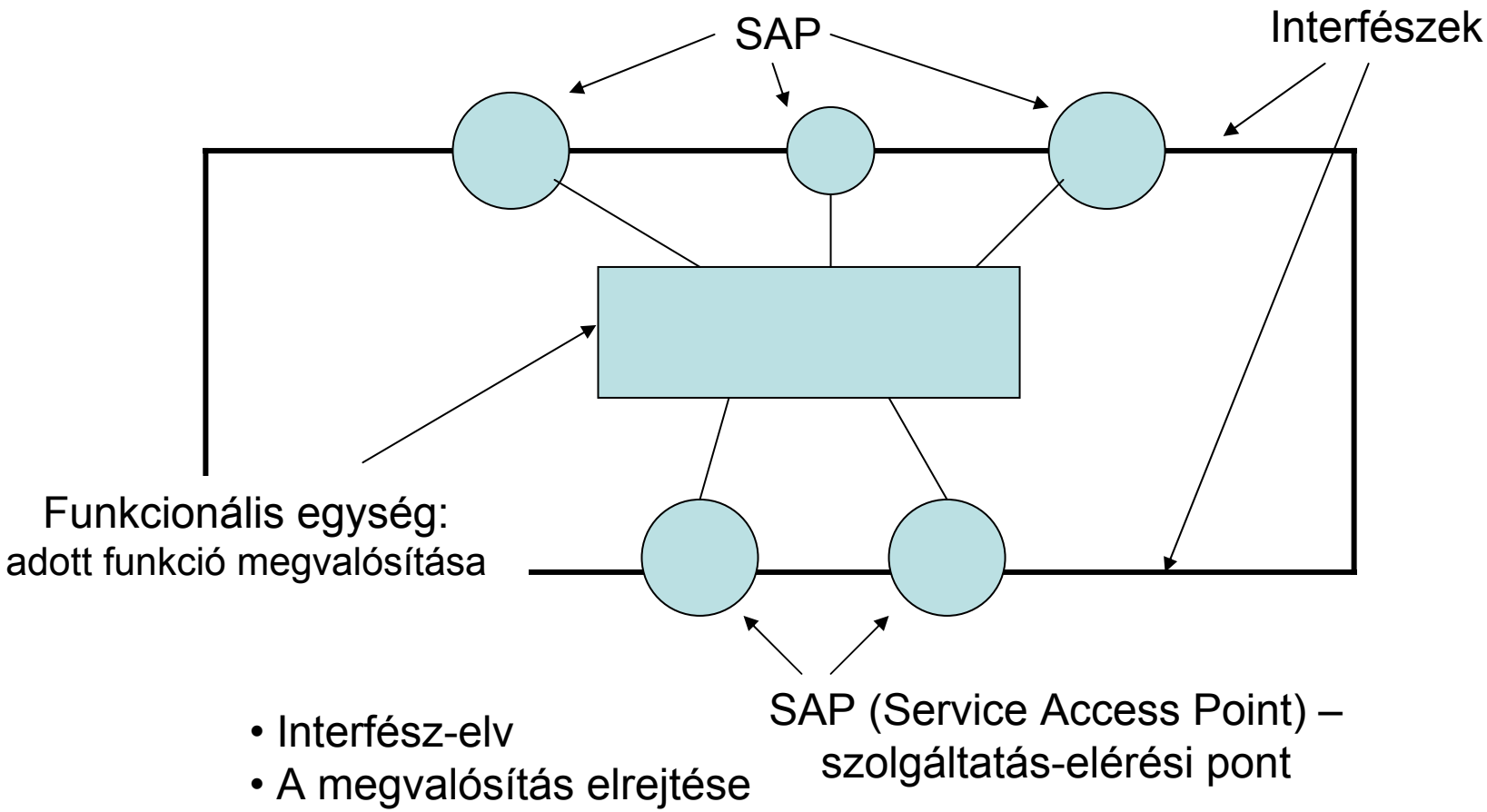
A rétegezett protokollarchitektúrák előnyei és hátrányai

- Előnyök:
  - Nagyon összetett feladat **kezelhető részekre** bontható
  - Az egyes részek megvalósítása **független más részektől**, így könnyen módosítható
  - Feljebb lévő feladatoknak **közös kiszolgálást** nyújthat egy lejjebb lévő rész

- Hátrány:
  - Adott réteg működéséhez szükséges információk egy másik rétegben → megsérül a rétegstruktúra
  - **Feladatok duplikálása** elkerülhetetlen
    - hatékonyság rovására megy (pl. hibavédelem több rétegben is)

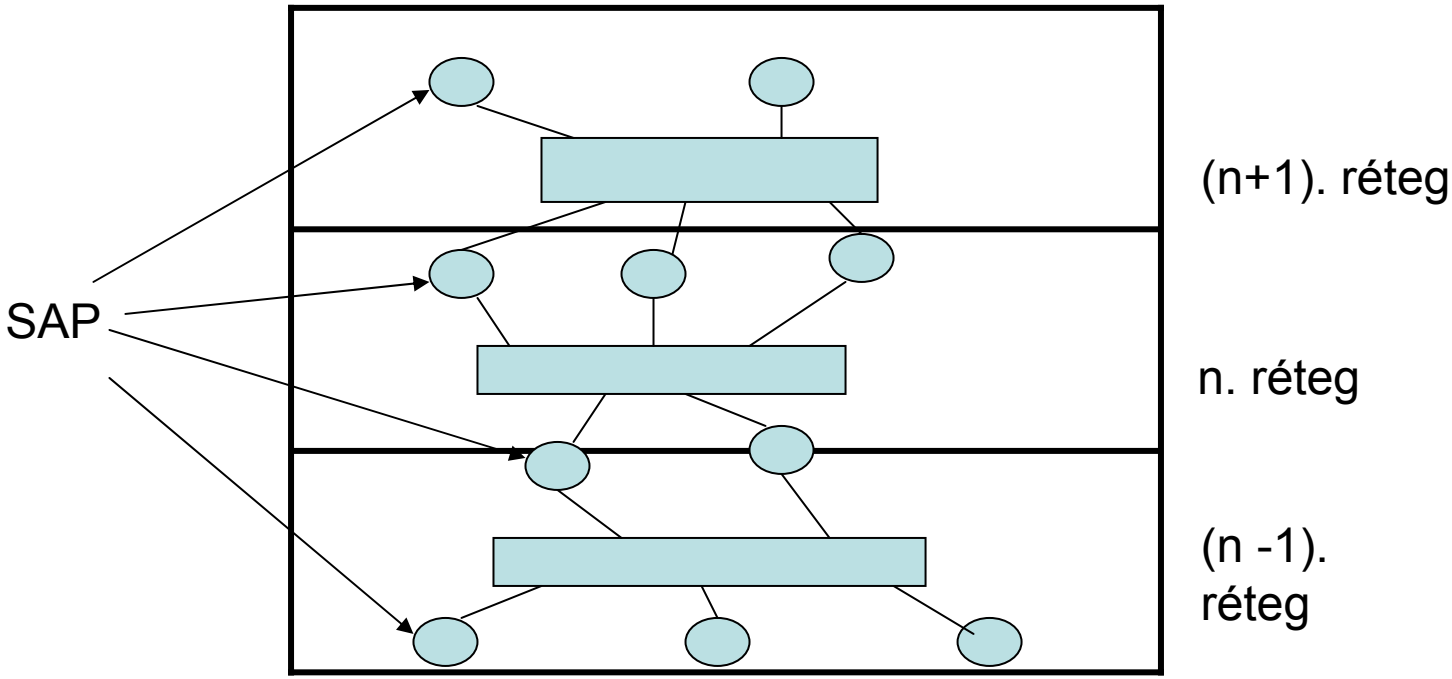
© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

A réteg elve

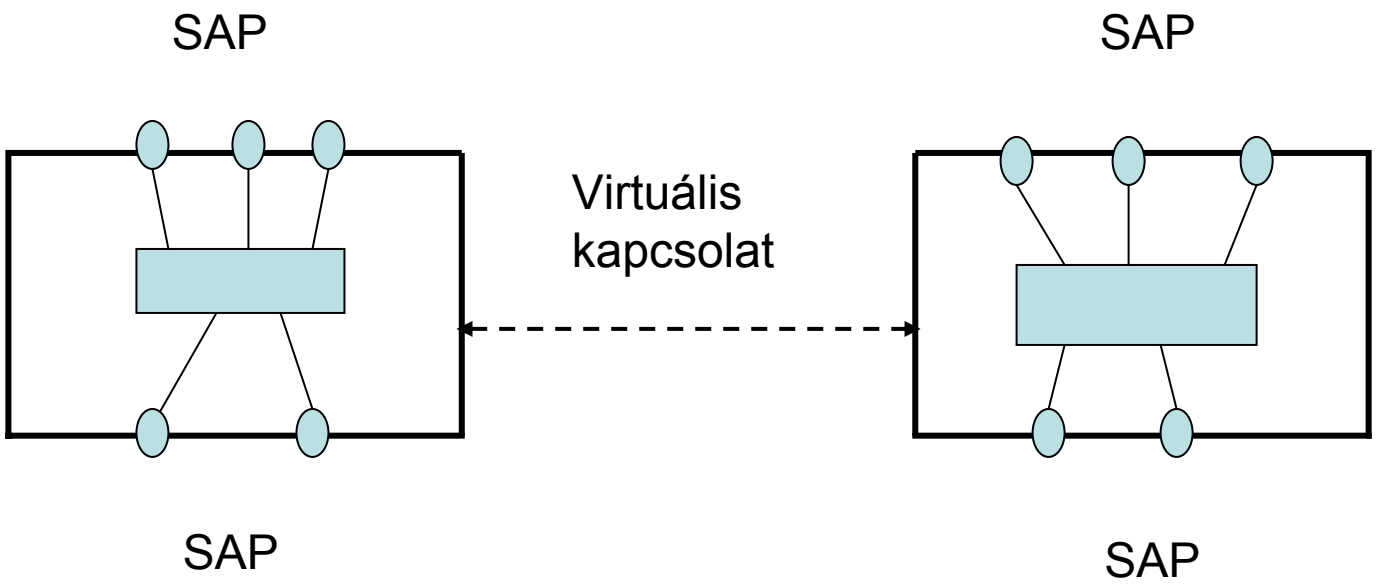


- Interfész-elv
- A megvalósítás elrejtése

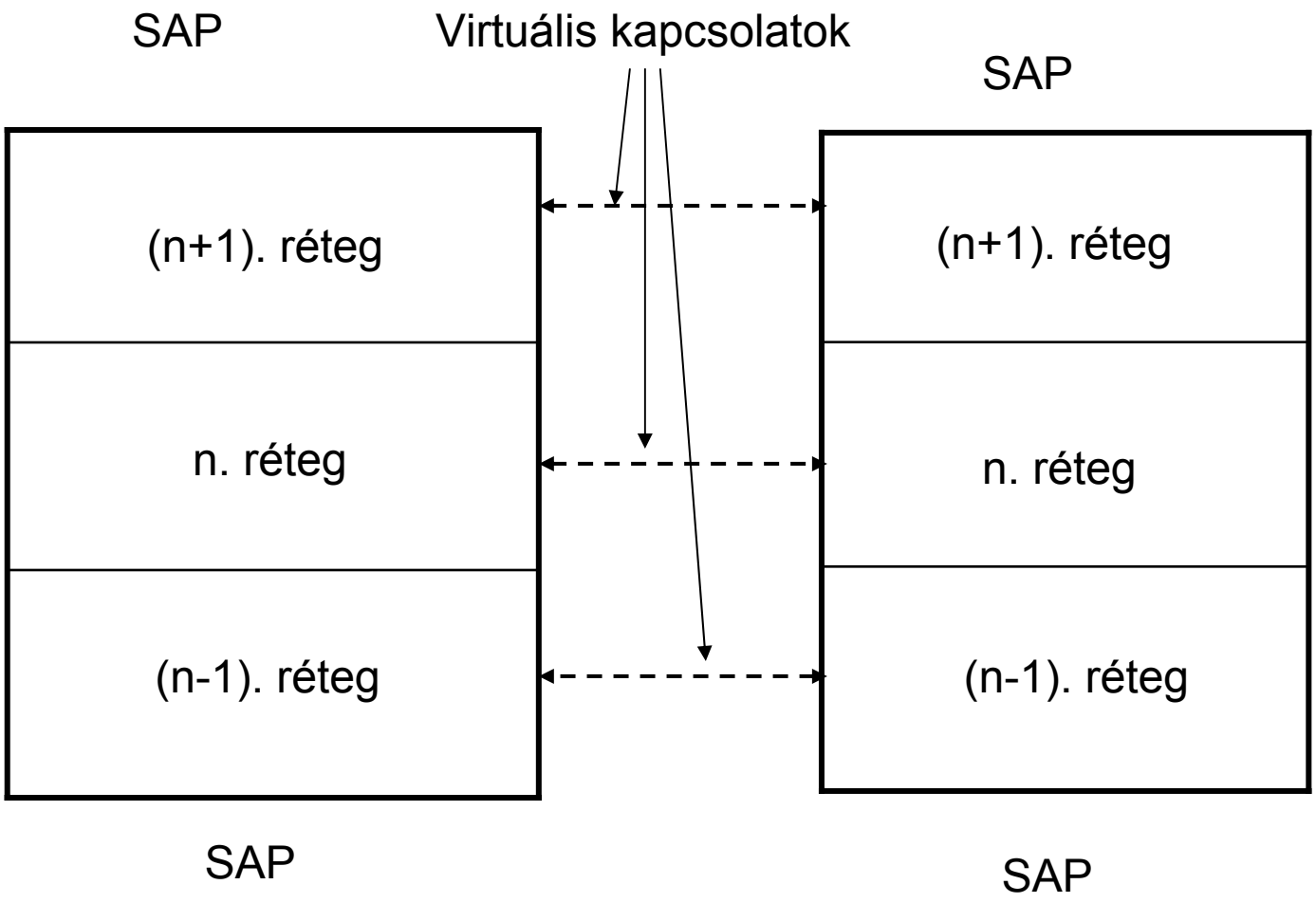
Rétegek



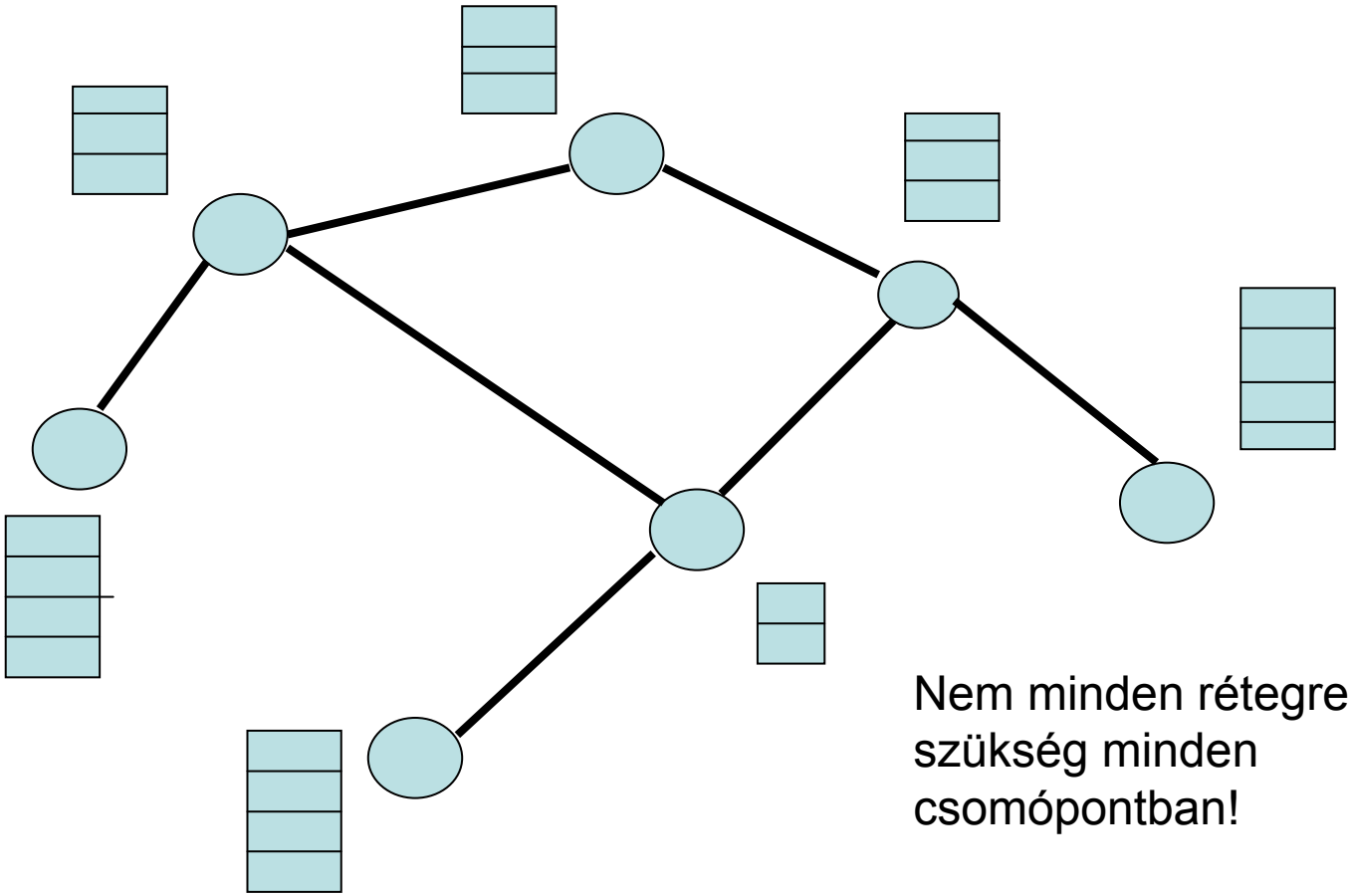
Kommunikáció azonos rétegek között



Protokollrétegek



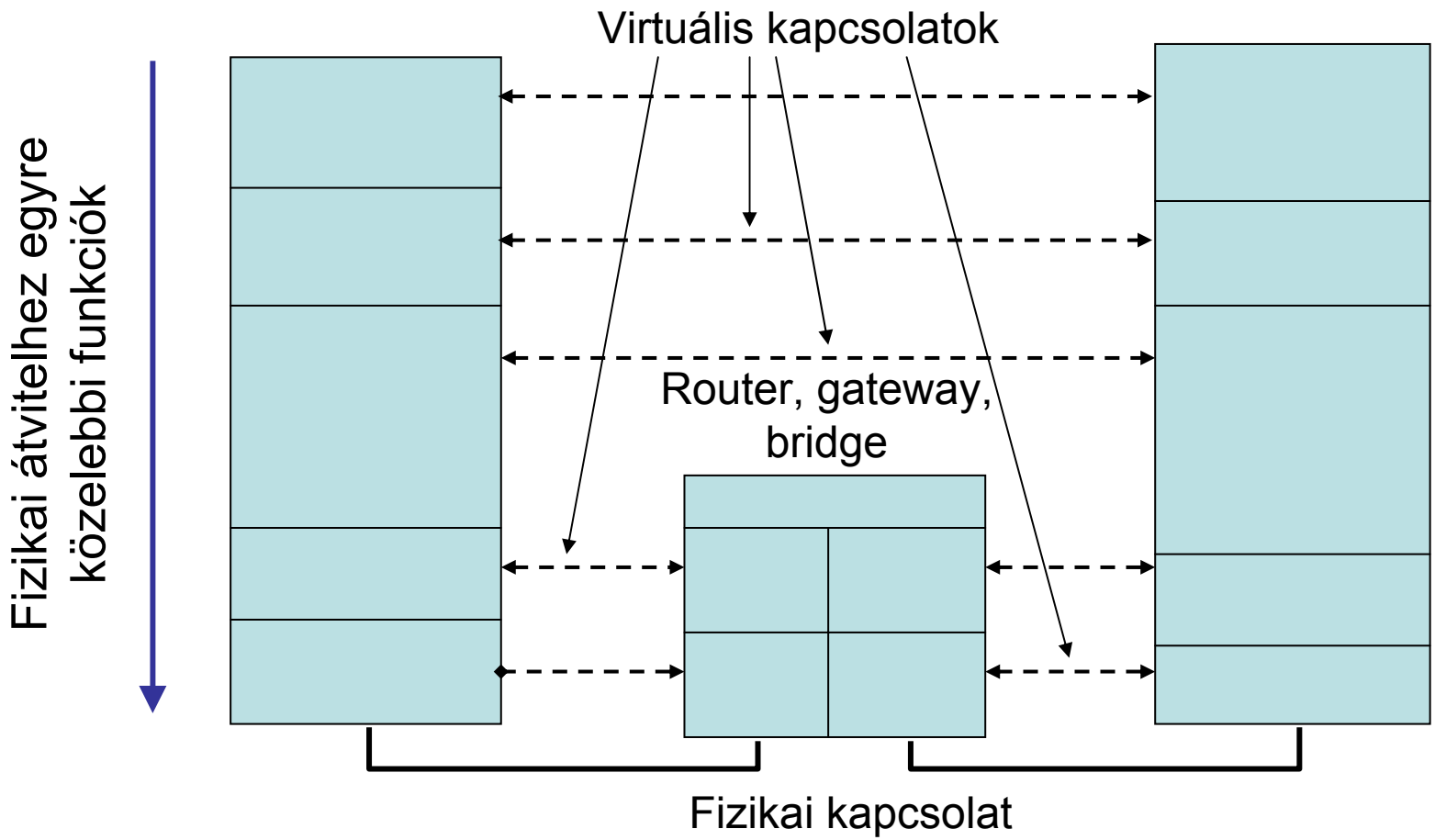
Protokollrétegek a hálózati csomópontokban



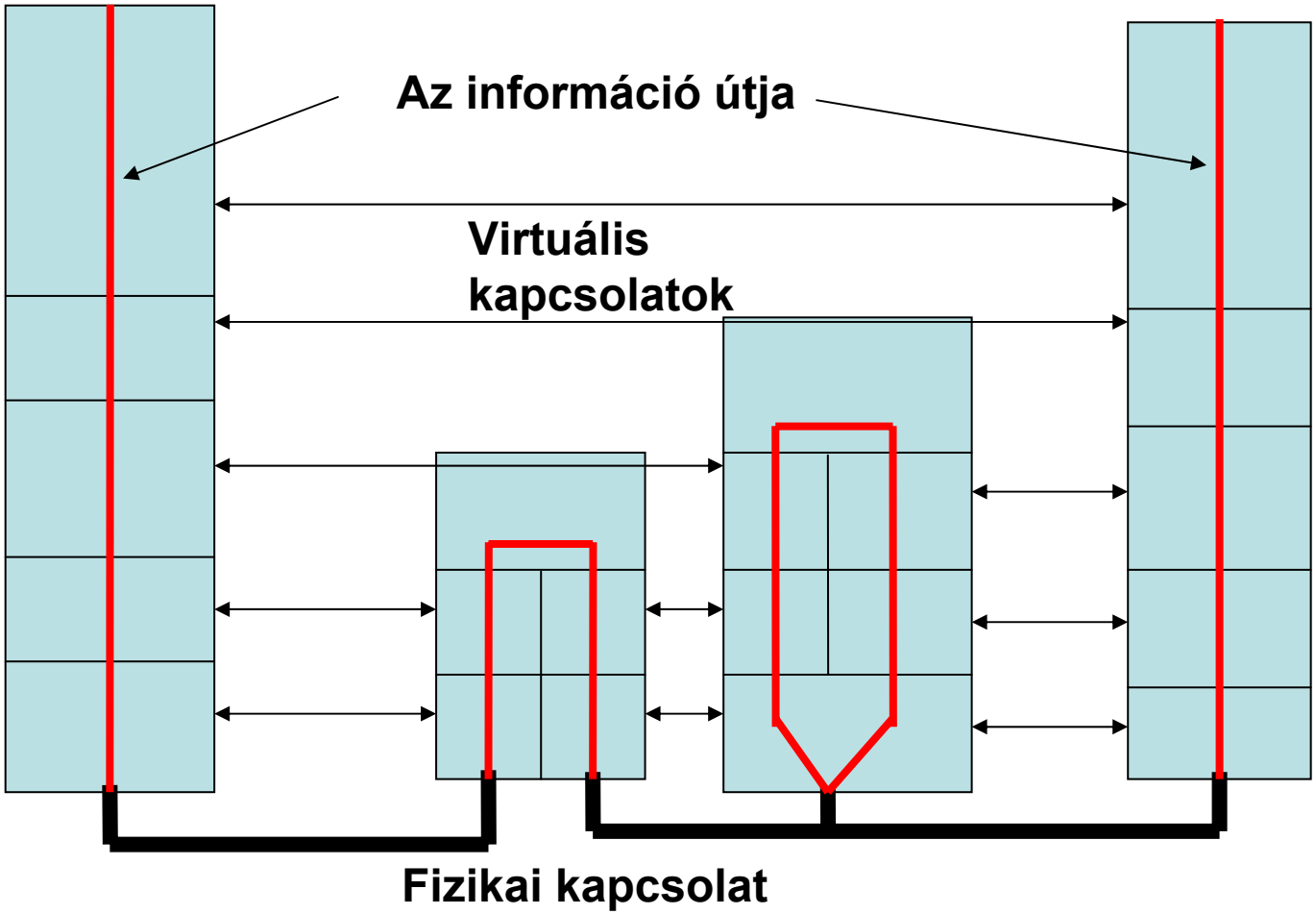
Nem minden rétegre van szükség minden csomópontban!

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Protokollrétegek (1)



Protokollrétegek (2)



Protokoll-adategységek (PDU – protocol data unit)

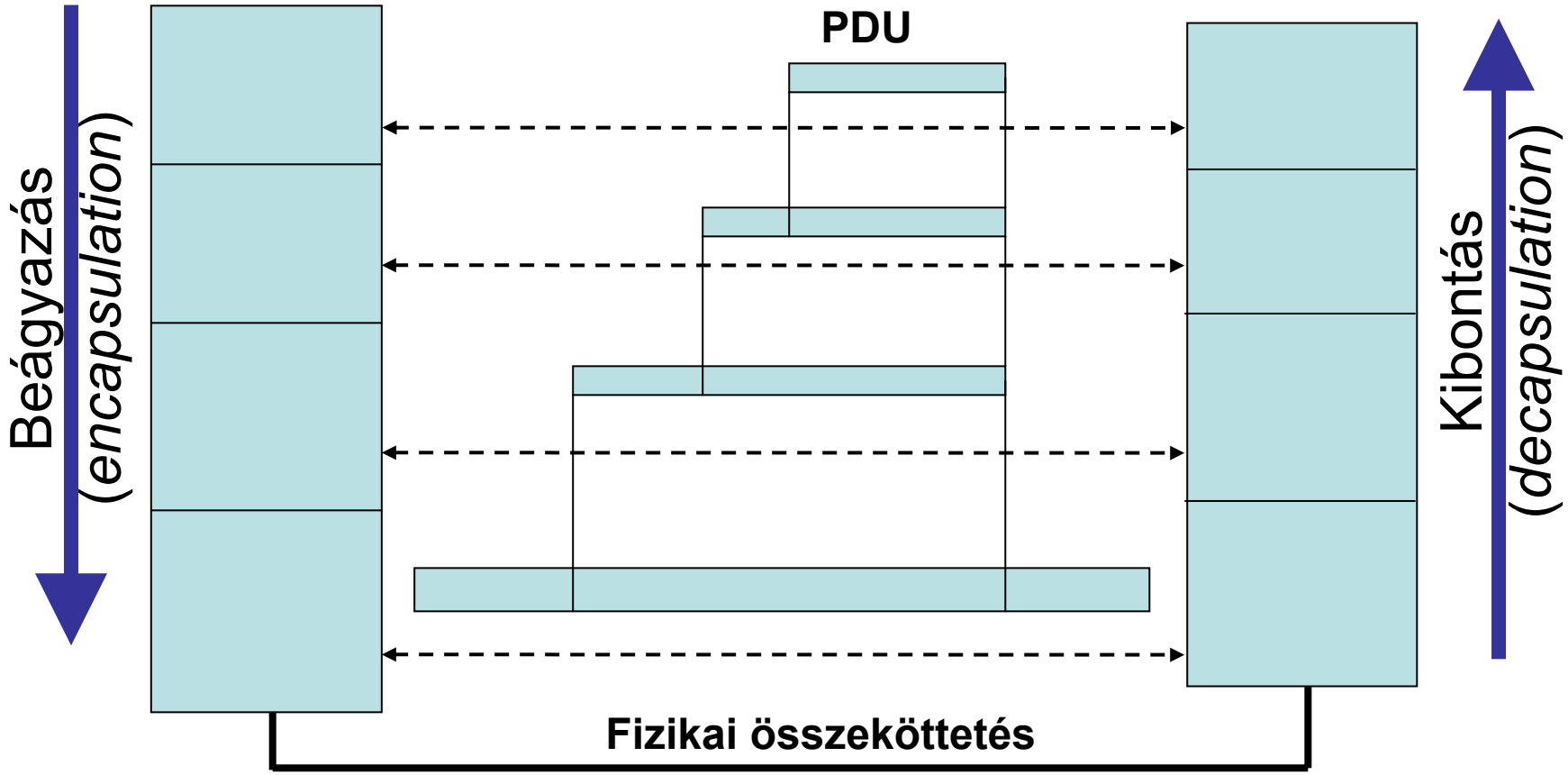
- Ezek kerülnek továbbításra a szomszédos rétegek között
- A PDU-k általános felépítése, tartalma

Fej (header)	Adat (payload)	[Farok (trailer)]

- A fejrészben és farokrészben található kiegészítő információk:
  - Címek, sorszámok, hibavédelem, egyéb opcionális paraméterek

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

„Borítékolás” - beágyazás (encapsulation)



Service Data Unit (SDU)

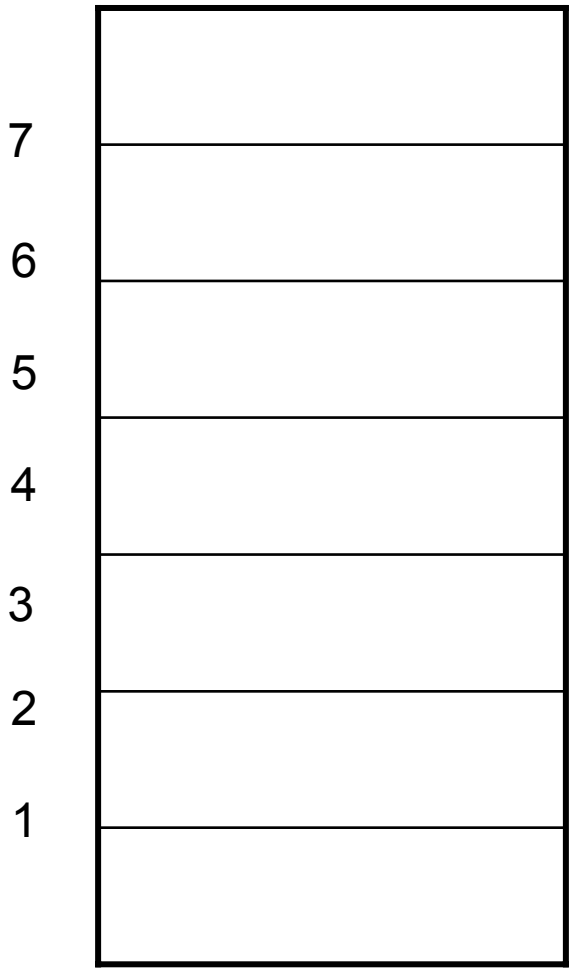
- Olyan adategység, amelyet egy OSI réteg egy alsóbb rétegnek küld és amit az még nem borítékol egy PDU-vá
- Ezt kapja meg a vele virtuális kapcsolatban álló réteg
- Az n. réteg PDU-ja: az n-1. réteg SDU-ja
  - Vagyis az SDU a PDU payload-ja
- Az n-1.réteg fejlécet és farokrészt ad rá, ezzel lesz az n-1.réteg PDU-ja

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

ISO OSI referenciamodell

ISO - International Organization for Standardization

OSI - Open Systems Interconnection



- **Alkalmazási réteg** (*Application layer*)
- **Megjelenítési réteg** (*Presentation layer*)
- **Viszonyréteg** (*Session layer*)
- **Szállítási réteg** (*Transport layer*)
- **Hálózati réteg** (*Network layer*)
- **Adatkapcsolati réteg** (*Data link layer*)
- **Fizikai réteg** (*Physical layer*)

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

PDU elnevezések az OSI-modellben

- Szigorúan véve:
  - az adott réteg protokoll-adategysége
  - vannak/voltak „szabványos” elnevezések
    - 2. réteg: keret (*frame*)
    - 3. réteg: csomag (*packet*)
    - 4. réteg: szegmens (*segment*)
    - Feljebb (főként alk. réteg): üzenet (*message*)

- Az egyszerűség kedvéért gyakran: mindent „csomag”-nak nevezünk

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Fizikai réteg

- A fizikai közeg specifikációja
  - pl. érintkezők kiosztása, használatos feszültség szintek, kábel specifikációk stb.
- Bitek, bitcsoportok továbbítása a fizikai csatornán
  - vonali kódolás: szimbólumreprezentáció
  - moduláció: vivő viszi át az információt
- Egyéb jelzések küldése a csatornára, ill. fogadása onnan
- Bitszinkronizáció végzése
- Csatlakozók típusának, méretének rögzítése

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Adatkapcsolati réteg

- Bitsorozatok „keretezése”
  - Csomagok összeállítása
- Hibaellenőrzéshez szükséges adatok előállítása, vétel esetén ellenőrzése, esetleg javítása
- Adatkapcsolati címek kezelése (MAC címek)
- Közeghozzáférés vezérlése (Media Access Control)
- Forgalomszabályozás itt is lehet (manapság ritkán)
- Tipikusan itt működik: bridge, switch

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Fizikai-Adatkapcsolati összehasonlítás

- Fő különbség:
  - fizikai: egy készülék interakciója a fizikai médiummal
  - Adatkapcsolati: több készülék interakciója egy osztott médiummal

- Fizikai megmondja:
  - a készülék hogyan adjon a médium felett és egy másik készülék ezt hogyan fogadja
  - De nem mondja meg hogyan férjen a médiumhoz!

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Hálózati réteg

- Egyedi linkek logikai összefűzése végpontok közötti csatornává
  - Akár több hálózaton át
  - Meghatározott QoS-t biztosítva a felsőbb rétegnek
- Logikai címzés: hálózati eszközök közötti kapcsolásokhoz
- Útvonalkeresés a hálózaton belül
- Forgalomirányítás, csomagjavítás
- Tipikusan itt működnek: útvonalválasztók

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Adatkapcsolati-Hálózati összehasonlítás

- Adatkapcsolati: **fizikai címzés**
  - MAC címek: gyártó fixen
- Hálózati: **logikai címzés**
  - hálózattervező határozza meg az értékeket

- Adatkapcsolati réteg egy hálózaton belül teremt kapcsolatot, hálózati réteg több hálózaton át!

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Szállítási réteg

- **Végpontok közötti megbízható kommunikáció**

- A hálózati réteg „nyers” csomagtovábbítása felett:
  - Hibamentes összeköttetés létrehozása:
    - Hibás csomagok ismétlése
    - Duplikált csomagok eldobása
    - Csomagsorrend helyreállítása
  - Forgalomszabályozás
  - Alkalmazások adatfolyamainak multiplexálása

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Szállítási réteg analógia

- Posta: kiküldi és rendszerezi a leveleket, csomagokat
- Megbízható szolgáltatást nyújt: nem veszhetnek el levelek következmények nélkül
- Viszont: csak a borítékát látja a levélnek, a tartalmát nem

Viszonyréteg

- Kapcsolat irányának kezelése
  - Duplexitás kezelése
- Összeköttetés kezelése
  - Kapcsolat felépítése, lebontása
- Adatfolyam-szinkronizáció
  - az összefüggő adatfolyamok összehangolása
- Manapság: általában a szállítási rétegben implementálják

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Duplexitás

- Duplex: kétirányú kommunikáció a két fél között
  - Pl. telefónia (mobil, vezetékes), távfelügyelet
  - Frekvenciaosztás, Full-duplex Ethernet

- Szimplex: egyirányú
  - Broadcast
  - Rakétavezérlés
  - Sputnik1, Pioneer 6

- Félduplex: kétirányú, de nem lehet egyszerre használni
  - Pl. Walkie-Talkie
  - Lehetnek allokált időrések is

Full duplex előnyei

- Nincs ütközés: nem kell újraadni
- Nagyobb adatátviteli ráta
- A kommunikáló feleknek nem kell várni egymásra: kisebb késleltetés

- Ha meg kell osztani a fizikai médiumot: emulált full duplex
  - Idő osztásban (TDD): igazából fél-duplex csatorna
  - Frekvencia osztásban (FDD)
  - Előny-hátrány?

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Megjelenítési réteg

- Míg az előző rétegek a fejben lévő meta-adatokat kezelik, ez a réteg a felhasználói adatokat
- Adatábrázolás
  - az átvitt felhasználói információ szintaktikai ellenőrzése
    - „Syntax réteg”
  - szükség szerinti konvertálása
    - adatábrázolás
    - operációs rendszer miatti különbségek
- Adattömörítés
- Adattitkosítás
- Általában az alkalmazási rétegben van megvalósítva

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Alkalmazási réteg

- A végpontokon futó alkalmazási programok
- Felhasználják az alsóbb rétegek szolgáltatásait, ők maguk csak a felhasználót szolgálják ki

- Fő feladatai:
  - kommunikációs partnerek azonosítása, elérhetősége
  - hálózati erőforrások elérhetősége
  - szinkronizáció a felhasználók között
  - formátum, biztonsági egyeztetés
- Implementációi: HTTP, FTP, SMTP

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Az OSI referenciamodell szerepe, jelentősége

- Architektúraként nem valósult meg teljesen soha, és ma már a legtöbb OSI-protokoll sincs használatban

- Referenciamodellként továbbra is hasznos
  - a különböző létező architektúrák megértéséhez, bemutatásához
  - mintegy „mérőléc”-ként használva

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Nem OSI-szerinti protokollarchitektúrák

- OSI: túl sok réteg a felső szinteken
  - *TCP-IP architektúra*
    - *Transmission Control Protocol – Internet Protocol*

- OSI: túl kevés réteg az alsó szinteken
  - *IEEE (PAN) – **LAN** – (MAN) architektúra*
    - *(Personal – Local – Metropolitan Area Networks)*

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

1.példa: a TCP/IP protokoll-architektúra

- Rétegek és viszonyítás az OSI modellhez

Alkalmazási (***Application***)
Szállítási v. transzport (***Host-to-host***)
Internet-réteg (***Internetworking***)
Interfész réteg (***Interface v. link***)

Alkalmazási
Megjelenítési
Viszony
Szállítási
Hálózati
Adatkapcsolati
Fizikai

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

TCP/IP protokoll-architektúra

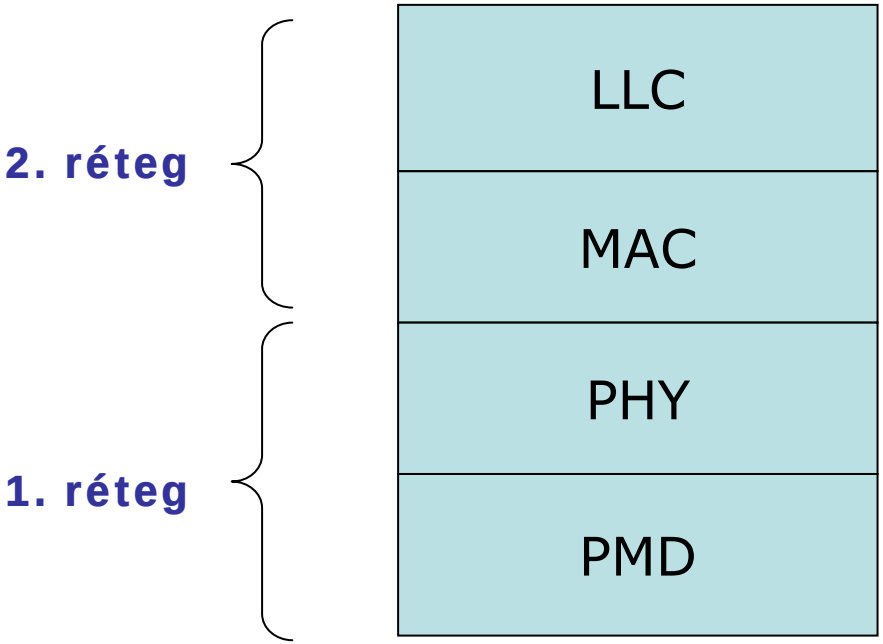
- RFC 3439 kimondja: „A rétegezés károsnak tekinthető!”
- Az IETF által koordinált protokoll-architektúra
- Már az OSI modell előtt használták, Internet világát tükrözi
  - Összeköttetésmentes csomagkommunikáció
- A protokolloknak nem kell megfelelni szigorúan rétegeknek, hogy el legyenek fogadva szabványként
- Az operációs rendszerek többsége mind TCP/IP-t használ

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

2. példa: az IEEE szerinti LAN-architektúra

IEEE – Institution of Electrical and Electronic Engineers
802-es szabványosítási bizottság

OSI



Logical Link Control
(Logikai adatkapcsolat-vezérlés)

Medium Access Control
(Közeghozzáférés-vezérlés)

Physical
(Fizikai)

Physical Medium Dependent
(Fizikaiközeg-függő)

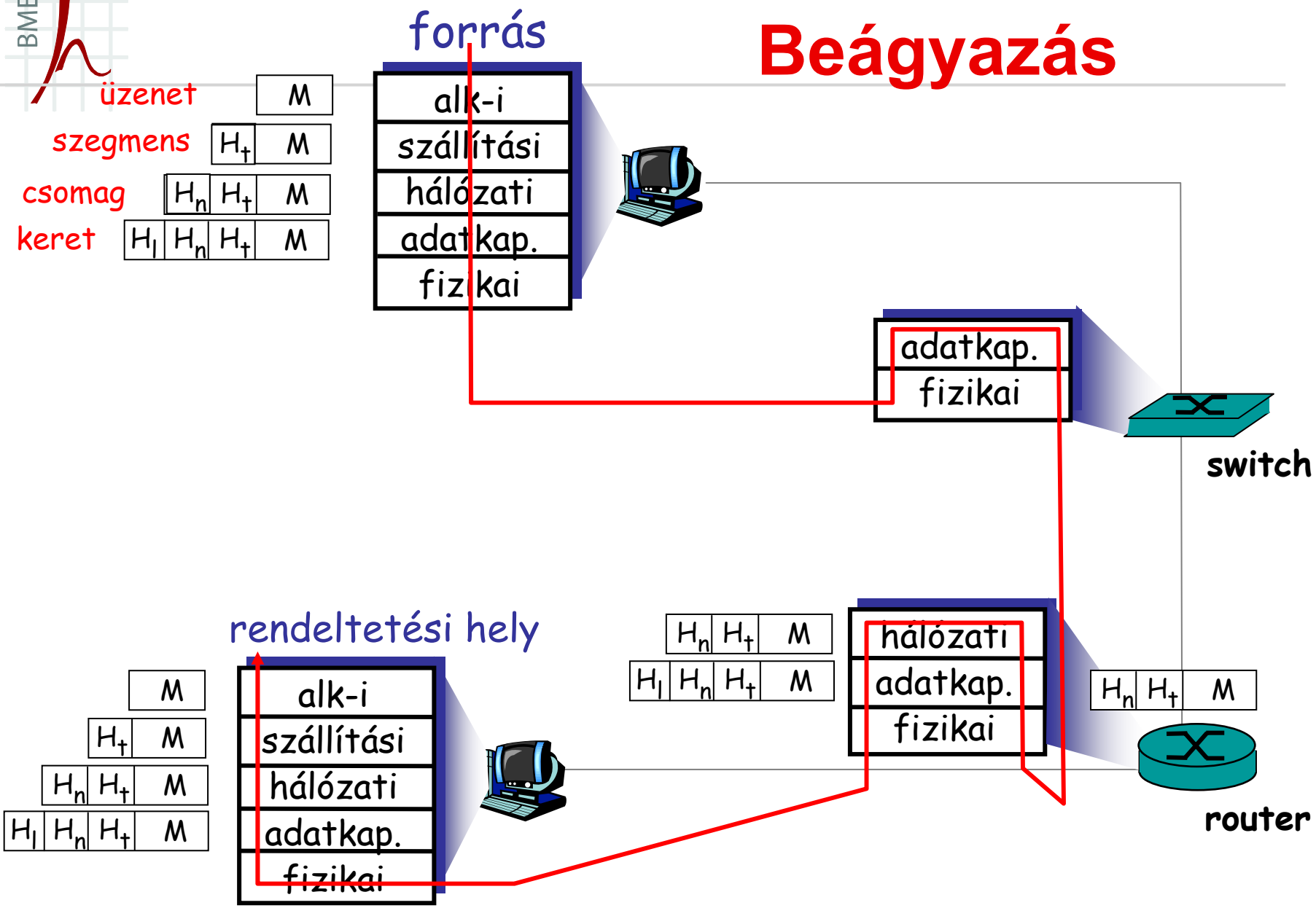
A gyakorlatban jól használható kombinált referenciamodell

[Tanenbaum: Számítógép-hálózatok],
[Kurose-Ross: Computer Networking]

5 réteg, a felső három a TCP/IP-nek, az alsó 2 az OSI-nak felel meg

Alkalmazási réteg
Szállítási (transzport-) réteg
Hálózati réteg
Adatkapcsolati réteg
Fizikai réteg

Beágyazás

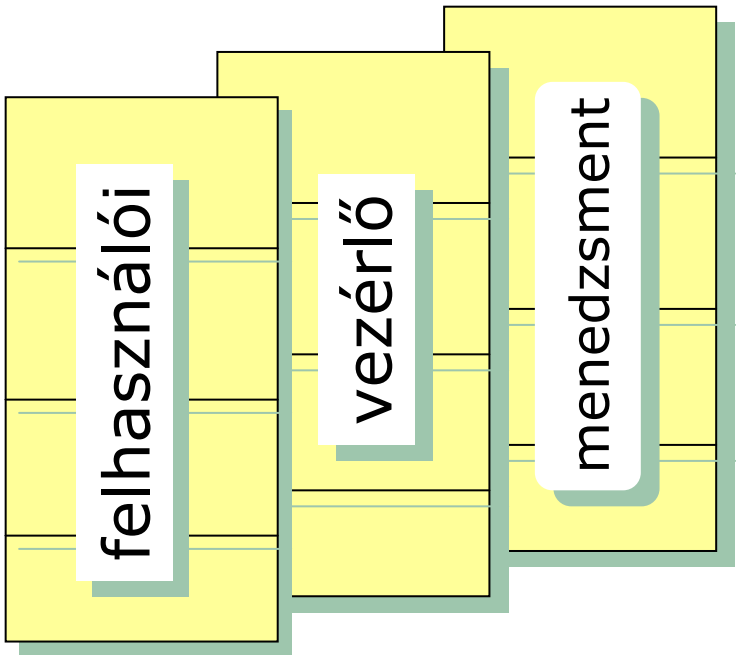

forrás
üzenet
szegmens
csomag
keret
M
H_t M
H_n H_t M
H_l H_n H_t M
alk-i
szállítási
hálózati
adatkap.
fizikai
adatkap.
fizikai
switch
rendeltetési hely
H_n H_t M
H_l H_n H_t M
hálózati
adatkap.
fizikai
H_n H_t M
router
M
H_t M
H_n H_t M
H_l H_n H_t M
alk-i
szállítási
hálózati
adatkap.
fizikai

„Többsíkú” architektúrák

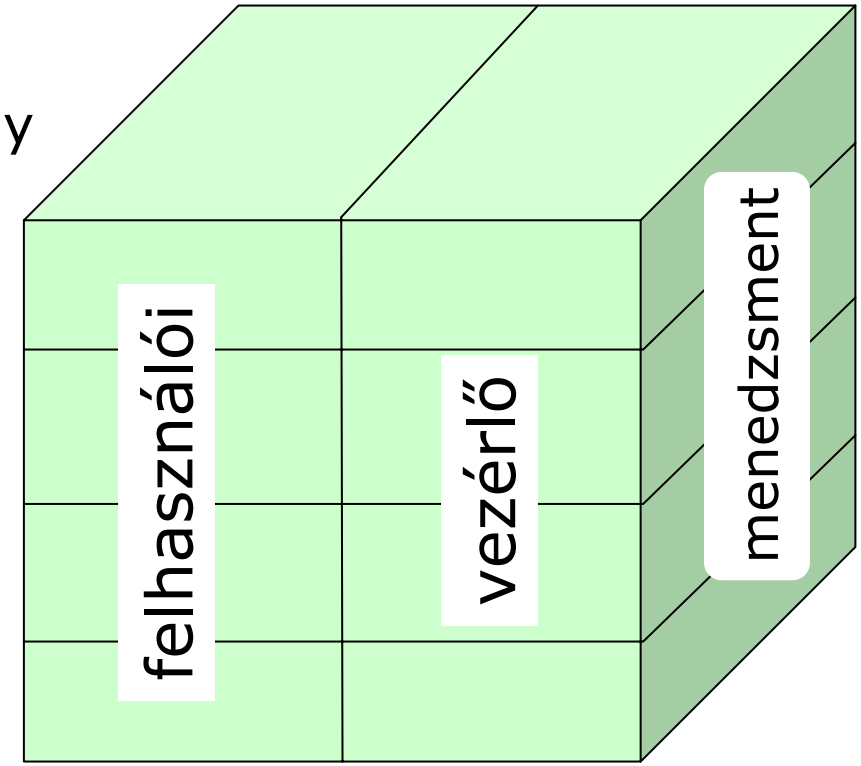
- Bizonyos feladatok egymásra épülnek, de vannak eltérő jellegűek
  - pl. az adatforgalom és a forgalomszabályozás
- Feladatcsoportok:
  - *felhasználói információ továbbítása*
  - *a felhasználói információ továbbításához szükséges ismeretek cseréje*
  - *a felhasználói információ továbbítására való képesség fenntartása, ellenőrzése*
- Felhasználói-, vezérlő- és menedzsment feladatcsoportok → „síkok”

A háromsíkú protokollarchitektúra

- Mint egy épület …

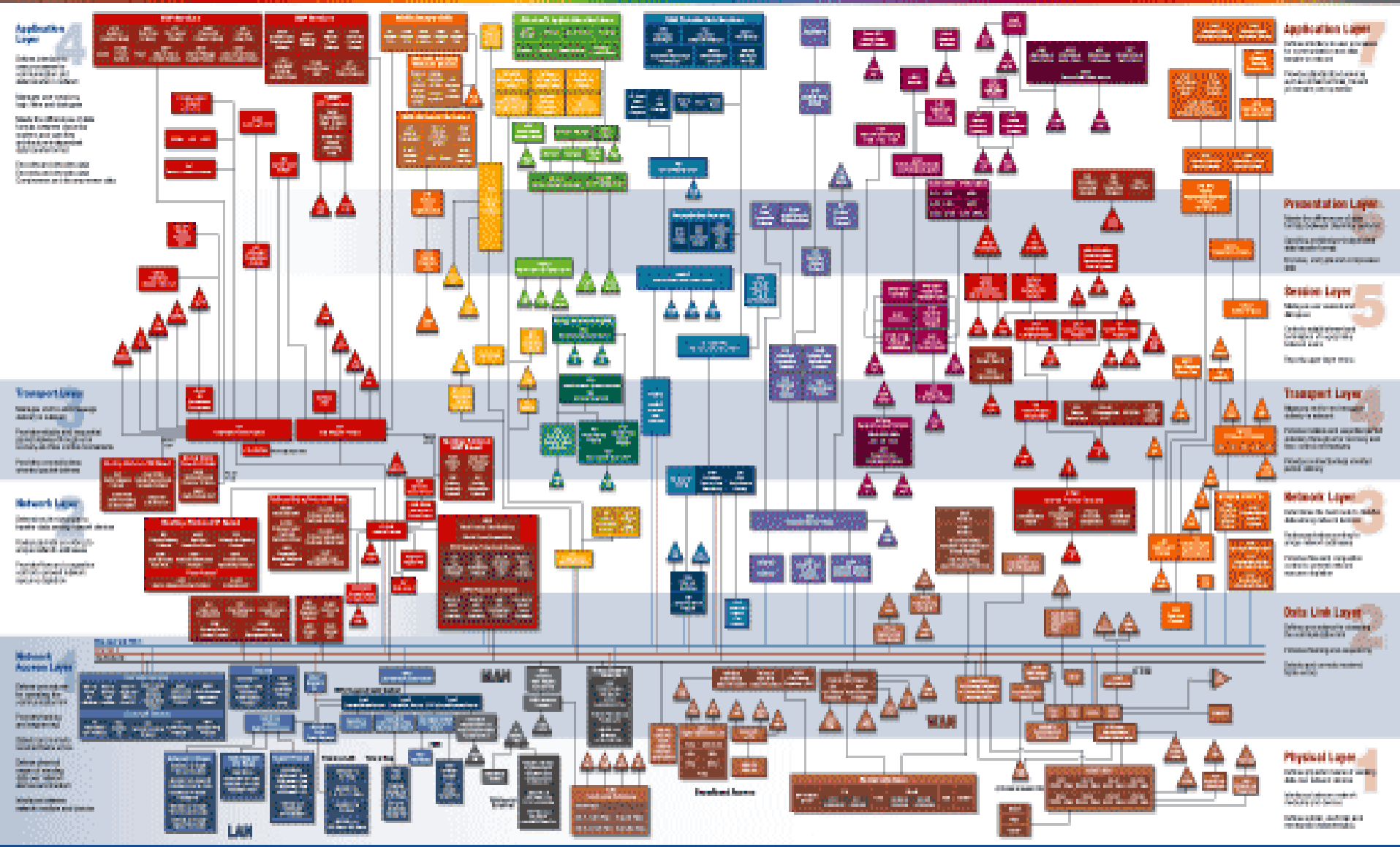


vagy



Network Protocols Map

TCP/IP MODEL | TCP/IP | UNIX/IP/Sun | Novell | Microsoft | SAN | IBM | Apple | VoIP | VPN/Security | ISO | OSI MODEL

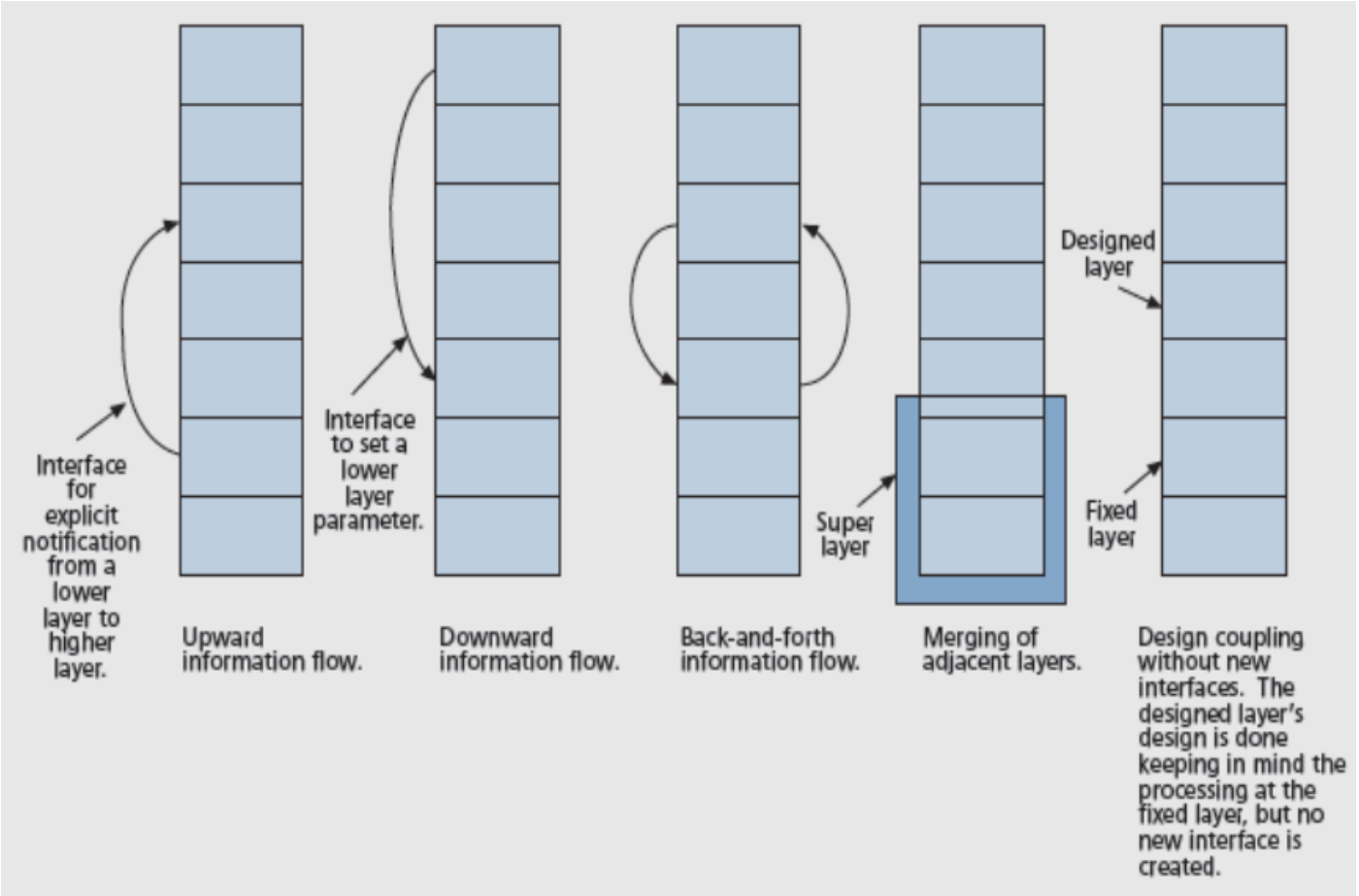


Javvin

www.javvin.com

Cross-layer megközelítés

- Rétegezés: nincs közvetlen kommunikáció a nem-szomszédos rétegek között
- Cross-layer ezt az elvet sérti meg!



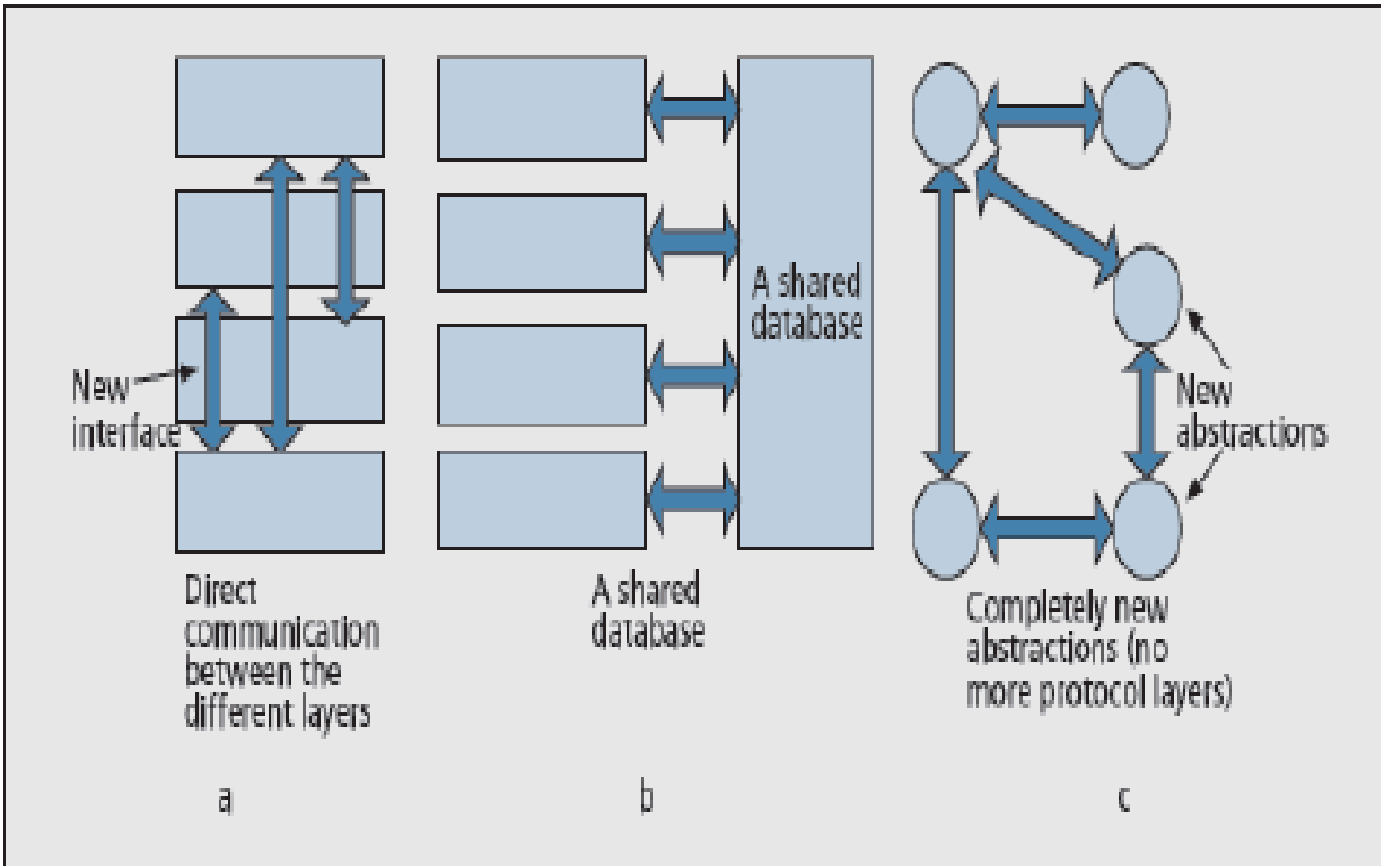
Cross-layer példák

- Infó felfelé:
  - TCP nem tudja megkülönböztetni, hogy hibás csomagok vagy torlódás miatt van-e a csomagvesztés
  - Mondja meg ezt a szállítási rétegnek az alsóbb réteg

- Infó lefelé:
  - Alkalmazási réteg megmondja a fizikai rétegnek, hogy milyen késleltetést vár el

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Megvalósítás



Összefoglalás

- Protokollarchitektúra
  - rétegek, rétegek közötti kommunikáció, adategységek, beágyazás
- Az OSI referenciamodell
- Protokollarchitektúrák
  - TCP/IP
  - IEEE
- Többsíkú modellek

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

MŰEGYETEM 1782

BME

A következő anyagrész:

Fizikai szintű kommunikáció

(most már mondhatjuk így is: fizikai rétegbeli kommunikáció)

2013.február 19.

Kérdések?

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

Dr. Simon Vilmos
adjunktus
BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
svilmos@hit.bme.hu