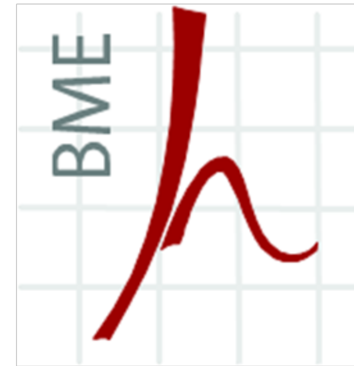


SZÁLLÍTÁSI (TRANSPORT, HOST-TO-HOST) PROTOKOLLOK

UDP és TCP

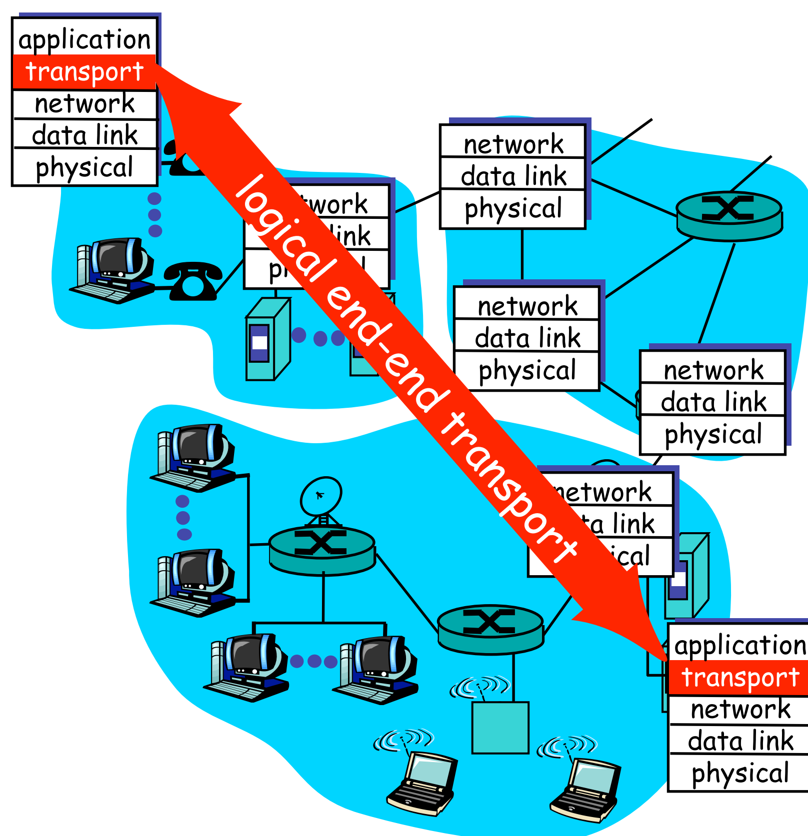
Dr. Simon Vilmos
docens
BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
svilmos@hit.bme.hu

2017.november 15.

A hálózati és a szállítási réteg

- *hálózati réteg:* végpontok („host”-ok) közötti logikai kapcsolatok
- *szállítási réteg:* alkalmazások (process) közötti logikai kapcsolatok
  - a hálózati réteg szolgáltatásainak igénybevételére alapozva **megbízható** átvitel a **transzport entitások** között (transport entity)
  - Feladatai:
    - forgalomszabályozás
    - multiplexelés
    - hibadetektálás, javítás (pl. Automatic Repeat reQuest – ARQ: nyugta, timer, újraküldés)
    - sorrendhelyes átvitel

A szállítási réteg



Logikai kapcsolatok a végpontokban futó **alkalmazások között**

A szállítási protokollok a **végpontokban futnak**, a csomópontokban nem

Az alkalmazások adategységeit szállítási protokoll-adategységekbe tördeljük, a kapottakból pedig összerakjuk

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Szállítási protokollok: UDP és TCP

- **UDP – User Datagram Protocol**
- **TCP – Transmission Control Protocol**

- Az UDP és TCP közös képességei:
  - Portok kezelése
  - Multiplexelési képesség

- Alapvető különbség az UDP és a TCP között:
  - o UDP összeköttetésmentes (connectionless),
  - o TCP összeköttetés-alapú (connection–oriented)

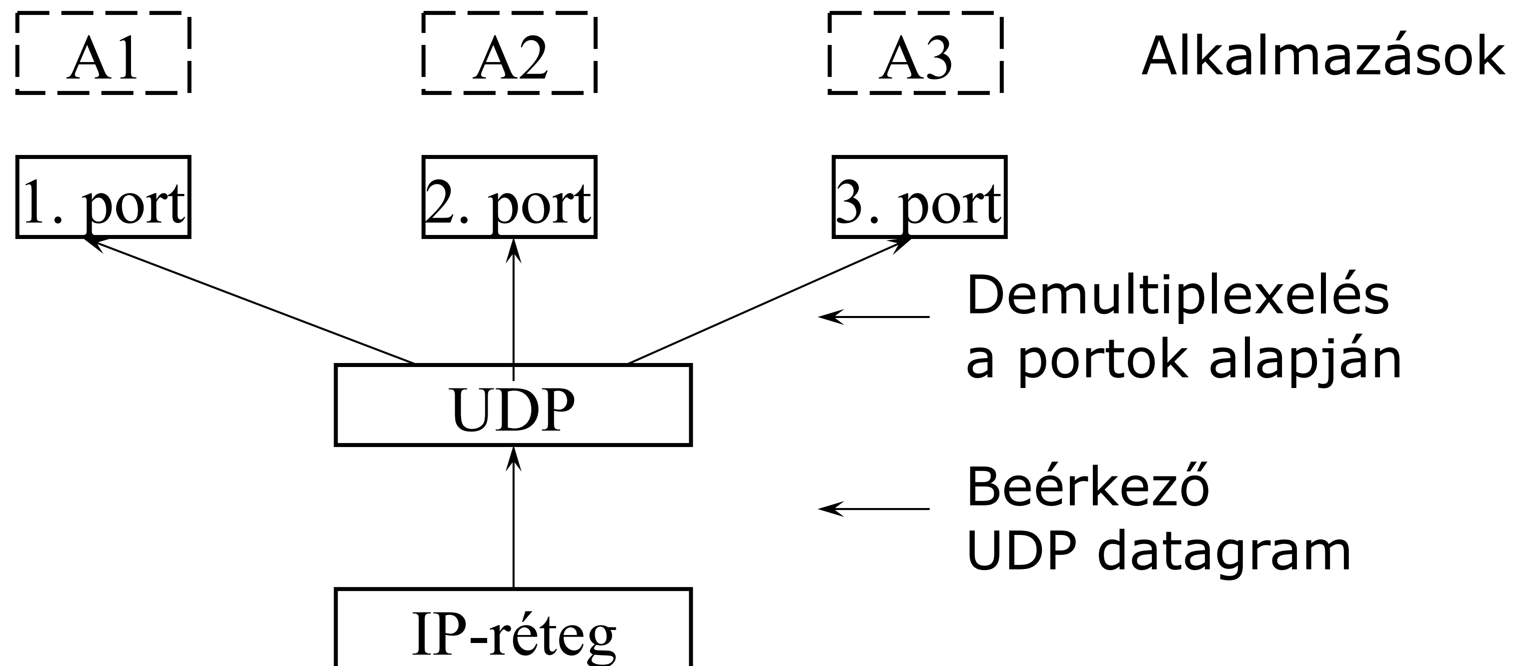
  transzport-szolgáltatást nyújt

Az UDP és TCP közös képességei (1)

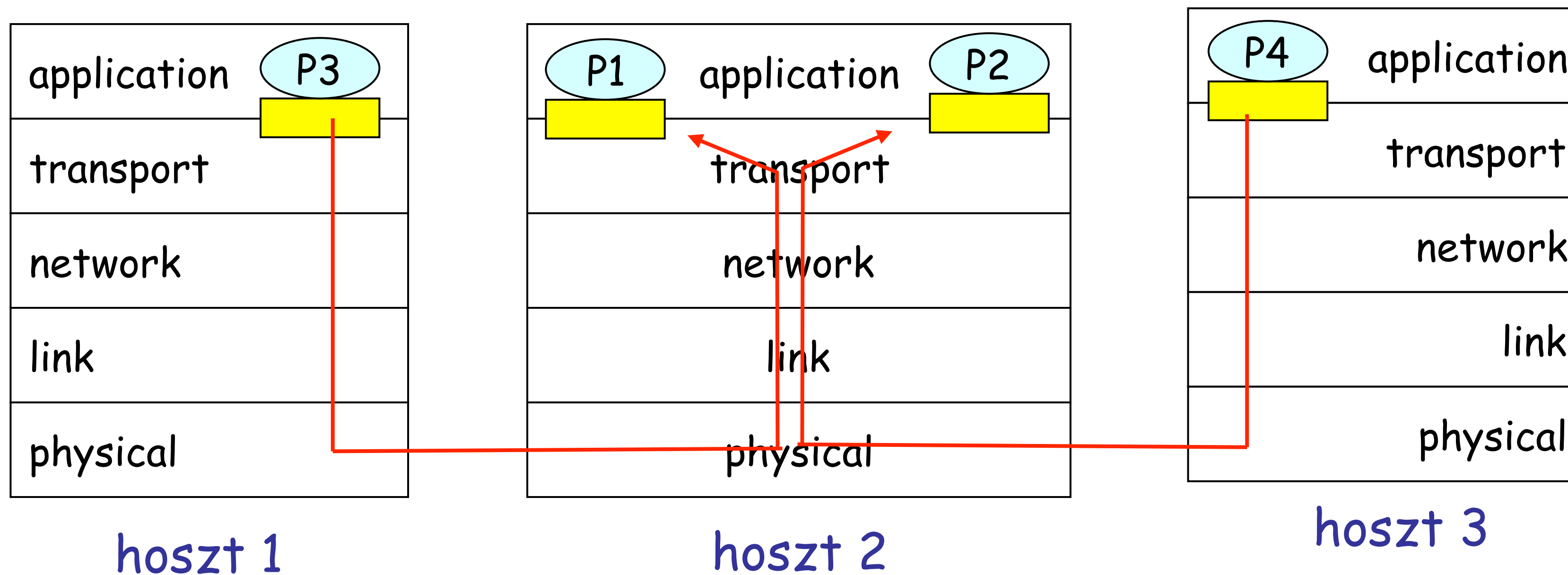
- Portok kezelése:
  - Az IP-rétegben a csomagok végpontnak, „host”-nak vannak címezve
  - A végpontokon belül: több alkalmazás, folyamat
  - Megkülönböztetésük: portok használatával (16 biten)
  - **Foglalt** (reserved, „well-known”, 0-1023), **regisztrált** (registered, 1024-49151) és **dinamikus** (dynamic, 49152-65535) portszámok
    - Foglalt portok: ide mindig lehet küldeni datagrammokat
      - pl. 80: HTTP, 21: FTP (ezek főként TCP-re)
  - Az UDP-en belül megállapításra kerülnek az alkalmazandó portszámok
- Multiplexelés /demultiplexelés
  - A portmechanizmus segítségével

Az UDP és TCP közös képességei (2)

Multiplexelés és demultiplexelés
Példa:



Multiplexelés-demultiplexelés



Socket: magyarázat

- Socket: interfész, „ajtó” az alkalmazás és a hálózat között
- A socket-et az alábbiak jellemzik:
  - transzport protokoll (UDP v. TCP)
  - saját IP cím
  - saját portszám
  - *(opcionális) távoli host IP címe*
  - *(opcionális) távoli alkalmazás portszáma*

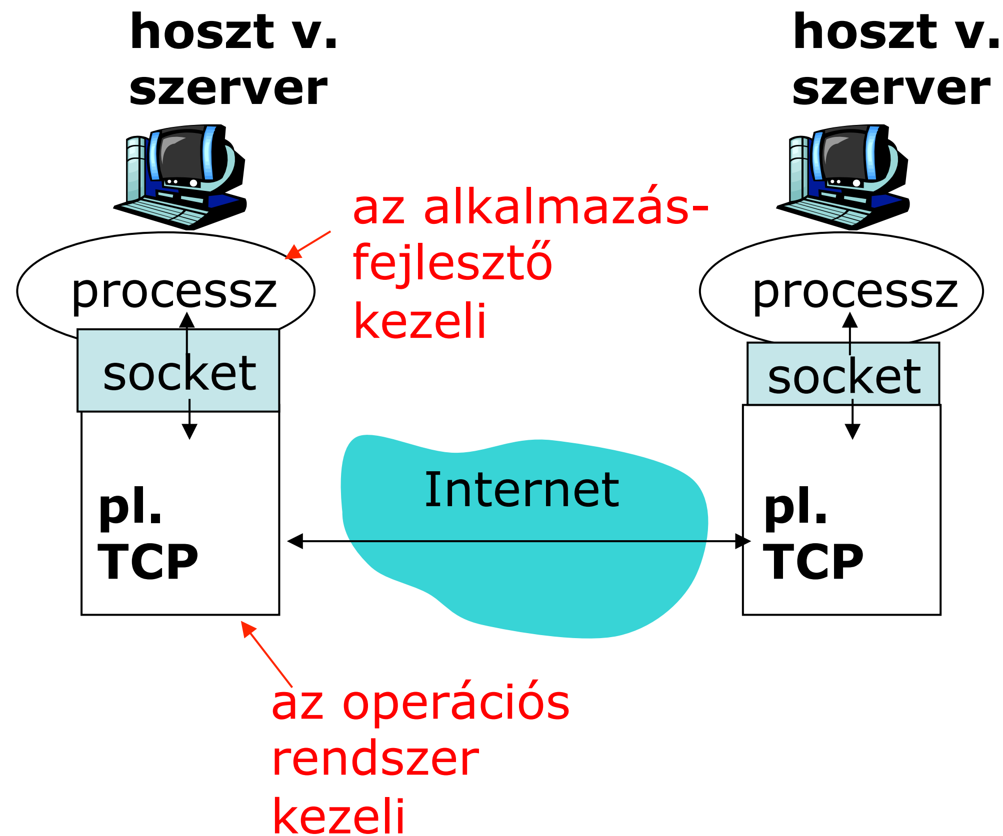
helyi socket cím (saját IP cím + saját portszám)

távoli socket cím (távoli host IP címe + távoli alkalmazás portszáma)

socket pár (az összes fenti jellemző)

- Leegyszerűsítve: socket = IP cím + portszám
- Az operációs rendszer a bejövő IP csomagokat a fentiek alapján továbbítja az alkalmazásnak, kiszedve ezeket a megfelelő PDU-kból
- Netstat paranccsal lehet kilistázni őket

Socket: illusztráció

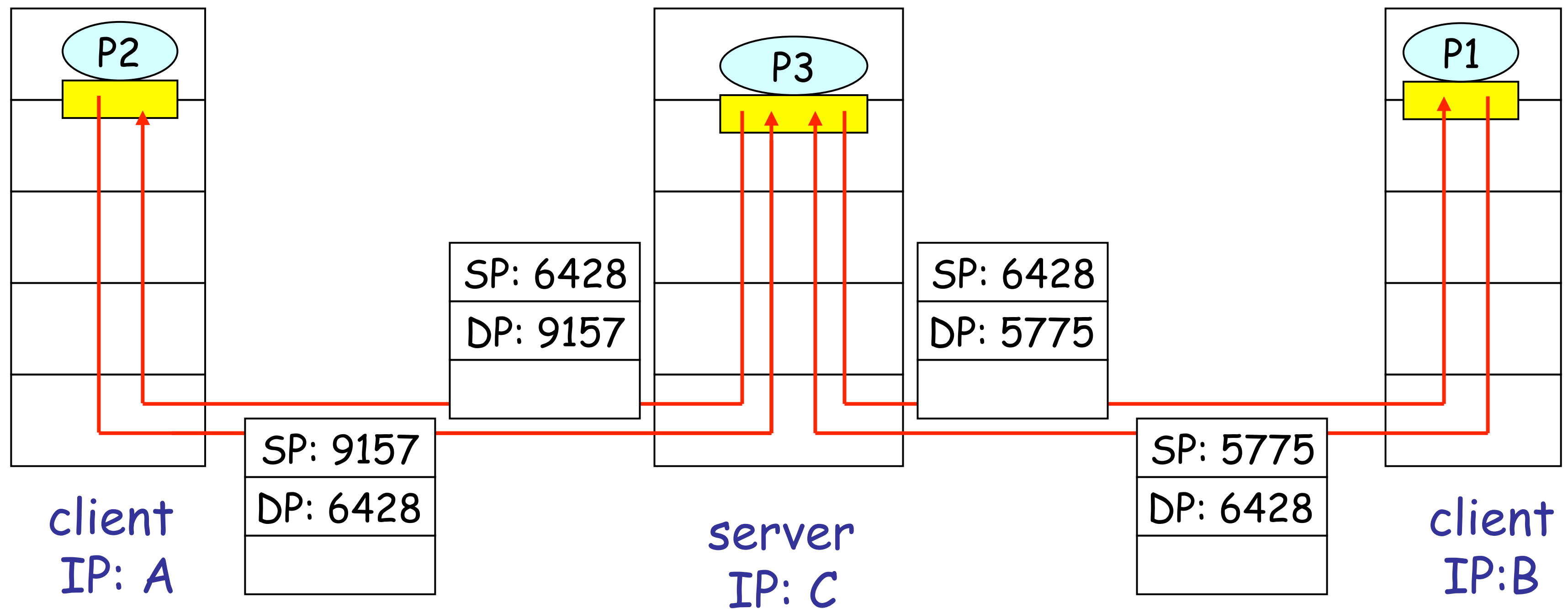


Socket típusok

- Datagramm socket
  - Összeköttetésmentes socket, UDP használja
- Stream socket
  - Összeköttetés-alapú socket, TCP használja
- Raw (IP) socket

Multiplexelés-demultiplexelés, összeköttetésmentes eset (UDP)

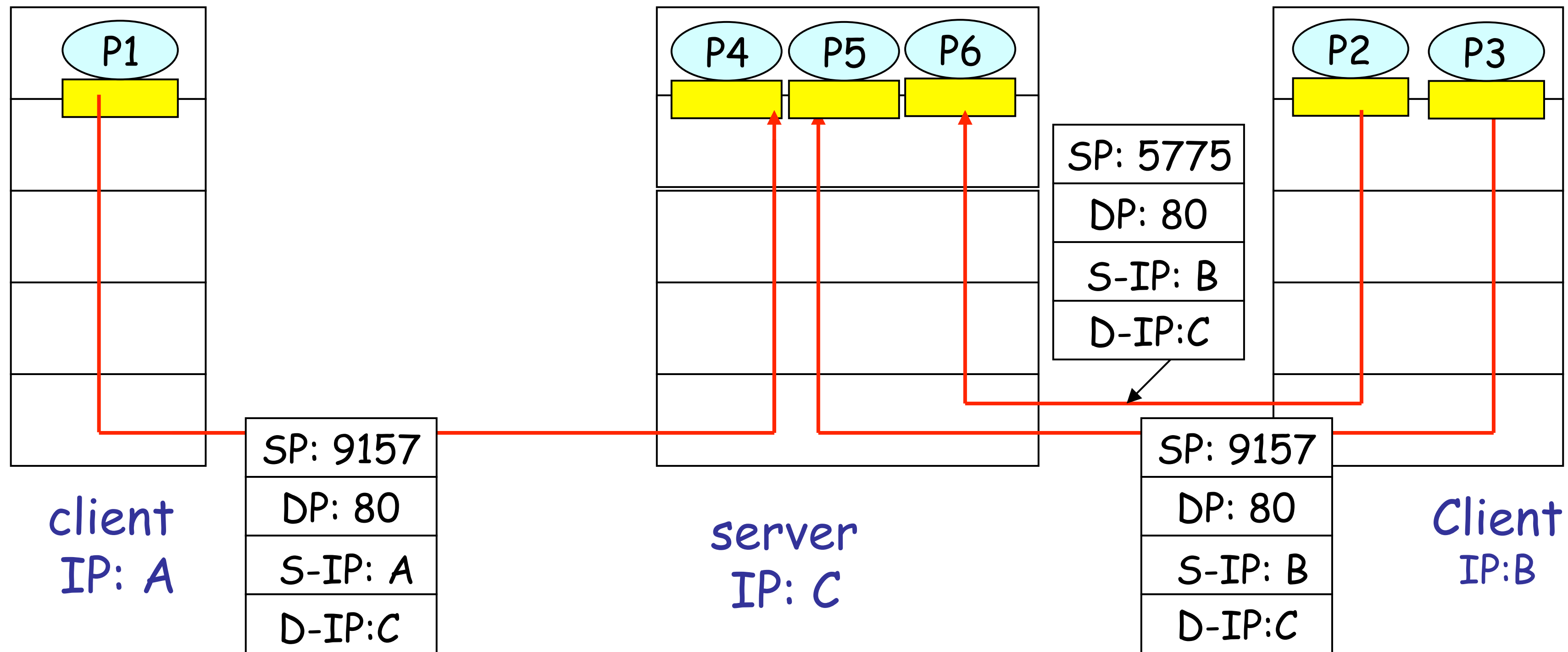
UDP socket: (cél IP cím, cél portszám) – “two-tuple”



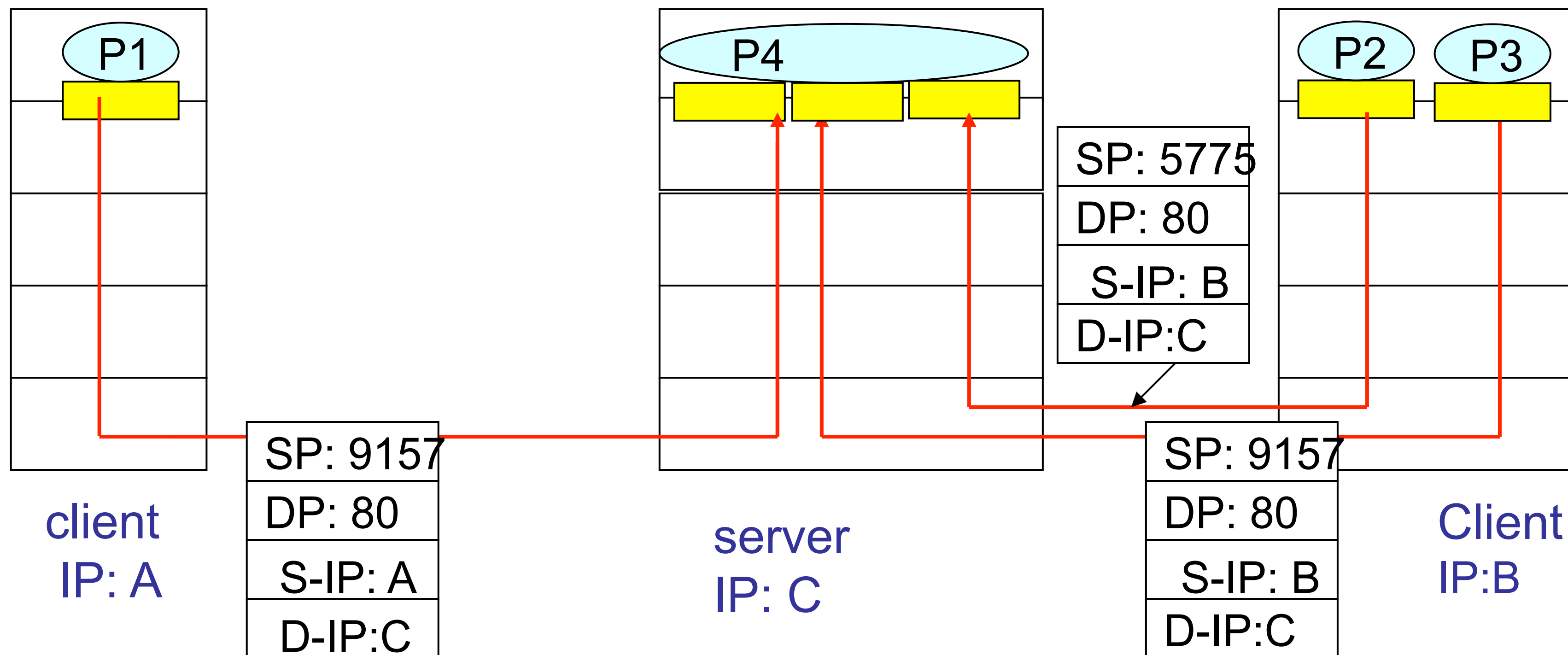
SP megadja a “vissza” címet

Multiplexelés-demultiplexelés, összeköttetés-alapú eset (TCP)

TCP socket: (forrás IP cím, forrás portszám, cél IP cím, cél portszám) – "four-tuple"



Összeköttetés-alapú eset (TCP): Threaded Web Server



TCP kliens-szerver socket kezelés

- Szerver létrehoz **„hallgató” módban** lévő socketeket
  - várja a kliensek kapcsolatfelvételét
- Kapcsolatfelvétel után: **dedikált socket** minden kapcsolathoz
  - Socket-socket közötti virtuális áramkörkapcsolás: TCP kapcsolat, duplex byte folyam
- Szerver különböző TCP socketeket hozhat létre ugyanazzal a helyi IP címmel és port számmal
  - mivel a távoli host IP címével, portjával **más socket párt alkot**
  - szerver gyerek processz összerendelése a kliens processzével
- UDP-ben **nincs dedikált socket**
  - Nincs külön gyerek processz minden távoli processzhez, egy processz kommunikál velük

Egyszerű (raw) socket

- **Közvetlenül** az alkalmazásnak továbbítja a csomagot a **fejléccel**
  - Nincs TCP/IP feldolgozás, alkalmazás látja el fejléccel/veszi le a fejlécet

- Windows XP-ben 2001-ben jelent meg: biztonsági aggályok (Unixban régóta)
  - Félelem **TCP reset támadástól**: „lelövi" a TCP kapcsolatot
    - +:gyanús kapcsolatok megszakítása
    - -: harmadik fél beékelődve megszakítja a kapcsolatot
    - +/- ? Peer-to-peer forgalom szűrése (Comcast-NNSquad eset)

UDP (User Datagram Protocol)

- Nincs kapcsolatfelépítés, kézfogás
- Semmi garancia:
  - a csomagok sorrendjére
  - elvesztésének detekciójára
- A megbízható átvitel garantálását az alkalmazási rétegre bízza
- *Unreliable* Datagram Protocol ☺
- Multiplexálást és opcionálisan adatintegritás ellenőrzést nyújt

UDP – User Datagram Protocol (2)

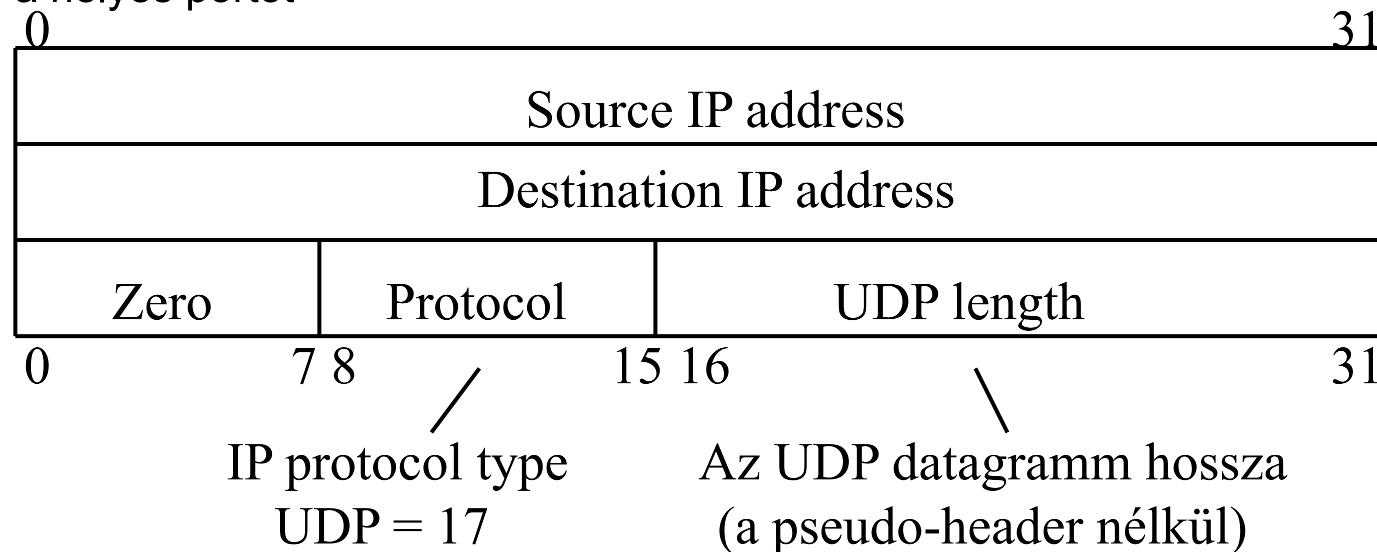
bitek: 0 15 16 31

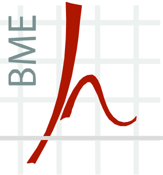
UDP Source Port	UDP Destination Port
UDP Message Length	UDP Checksum
Data	
⋮	

- **Source port** opcionális
- **Length**: oktettben, adat max (65 535-8-20)
- **Checksum**: opcionális (nincs: 0, IPv6-nál már nem opcionális)
- Az UDP checksum az egyetlen lehetőség annak ellenőrzésére, hogy a datagram helyesen érkezett-e meg
  - **adatra és fejlécre!**
  - az IP-csomag ellenőrzése csak a fejlécet fogja át

UDP – User Datagram Protocol (3)

- Az ellenőrző összeget „pseudo-header” hozzáadásával együtt számolja (IPv4-re)
  - De a pseudo-headert nem viszi át, csak a számoláshoz használja
- Tartalmazza az IP-címeket is
  - annak ellenőrzésére, hogy a datagramm elérte a helyes címzettet, nemcsak a helyes portot





Példa ellenőrzőösszegre

- Túlcsordulást figyelembe kell venni

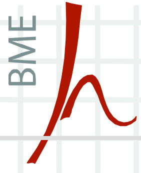
- Példa: két 16 bites integer összeadása

		1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
		1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
carry bit	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
összeg		1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
ellenőrzőösszeg		0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1

© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

Miért használunk UDP-t?

- Nincs kapcsolatfelépítés és torlódásvezérlés: kisebb késleltetés
- Egyszerű: nem kell a kapcsolat állapotait tárolni az adónál, vevőnél
  - Pl. szerver több aktív kapcsolatot tud támogatni
- Kis méretű fejléc
- Nincs torlódásvezérlés: gyorsan eléri a maximális adatátviteli rátát



UDP – User Datagram Protocol
Összefoglalás: funkcionalitás és a költsége

- Portkezelés
  - a különböző alkalmazások/folyamatok megkülönböztethetők
- Több alkalmazás egyidejű kezelése
  - port-hozzárendeléssel és multiplexeléssel/demultiplexeléssel
- Hibajelzés az UDP datagram tartalmára és az IP csomag további részeire
- A fentiek költsége:
  minimum 8 oktettnyi overhead

UDP alkalmazása

- Média: streaming, valós idejű játékok, VoIP, IPTV
  - habár a streaming szolgáltatások nagy része már TCP-t használ (nem valós időben)
- Gyors és rövid lekérdezések:
  - DNS
  - DHCP
  - RIP
  - NTP
- Tipikusan a hálózati forgalom pár százaléka
  - De növekszik a részaránya és nincs torlódás szabályozás: aggályok!
  - Datagram Congestion Control Protocol (DCCP)

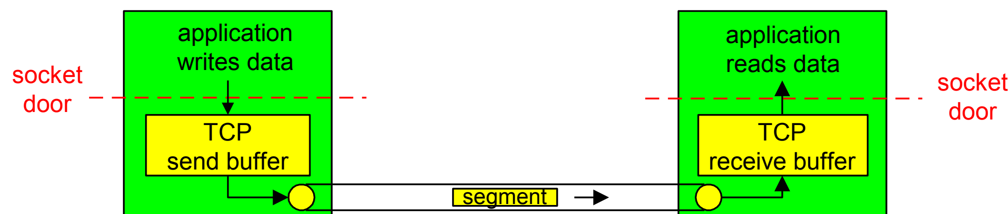
TCP megalkotói

- Vinton Cerf és Robert Kahn, 1974
- Előzetesen egy protokollnak képzelték el: TCP/IP, később szétvált
- PC, Ethernet, LAN, Web, streaming korszak előtt!
- Elég általános, hogy ma is működjön (módosításokkal)

- Megkapták érte az ACM Turing díjat

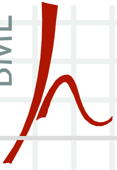
TCP –Transmission Control Protocol
Fő jellemzői

- **Pont-pont**
  - egy küldő, egy vevő
- ***Stream–típusú szolgáltatás***
  - byte streamek sorrendhelyes átvitele
- ***Pufferelt átvitel***
  - a streamből a szegmens megtöltéséhez szükséges mennyiséget várja össze (küldő és vevő oldali buffer), max: MSS
- ***Duplex kapcsolatok***
  - két független stream
- **Összeköttetés alapú**
  - összeköttetés épül fel és marad fenn a kommunikáció tartamára (3 utas kézfogás)
- ***Vezérlő információk küldése:*** az ellenkező irányban folyó streambe ágyazva (**piggybacking**)



Összekötettés alapú

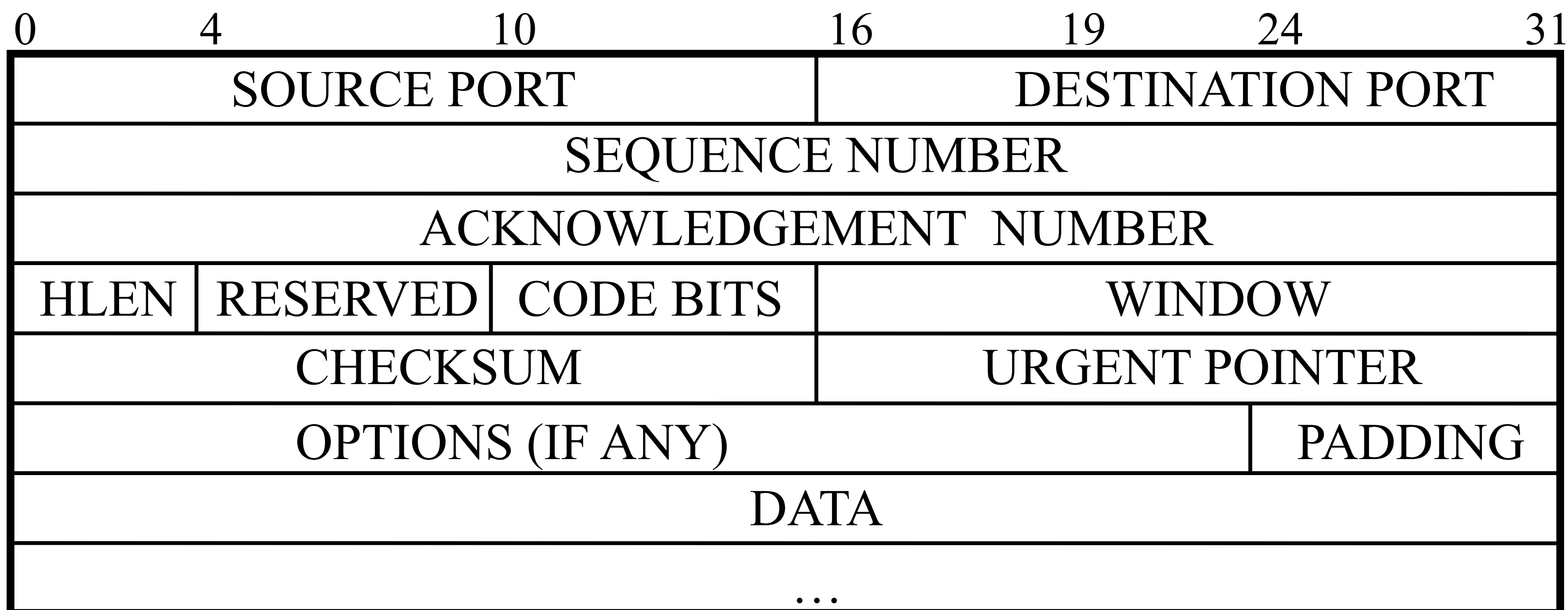
- Előzetes kapcsolatfelépítés (“kézfogás”) a két végpont processz között
- Se nem áramkörkapcsolás, se nem virtuális áramkörkapcsolás
  - Miért nem?
- Pont-pont: nem képes multicastre



TCP – Transmission Control Protocol
Miről lesz szó?

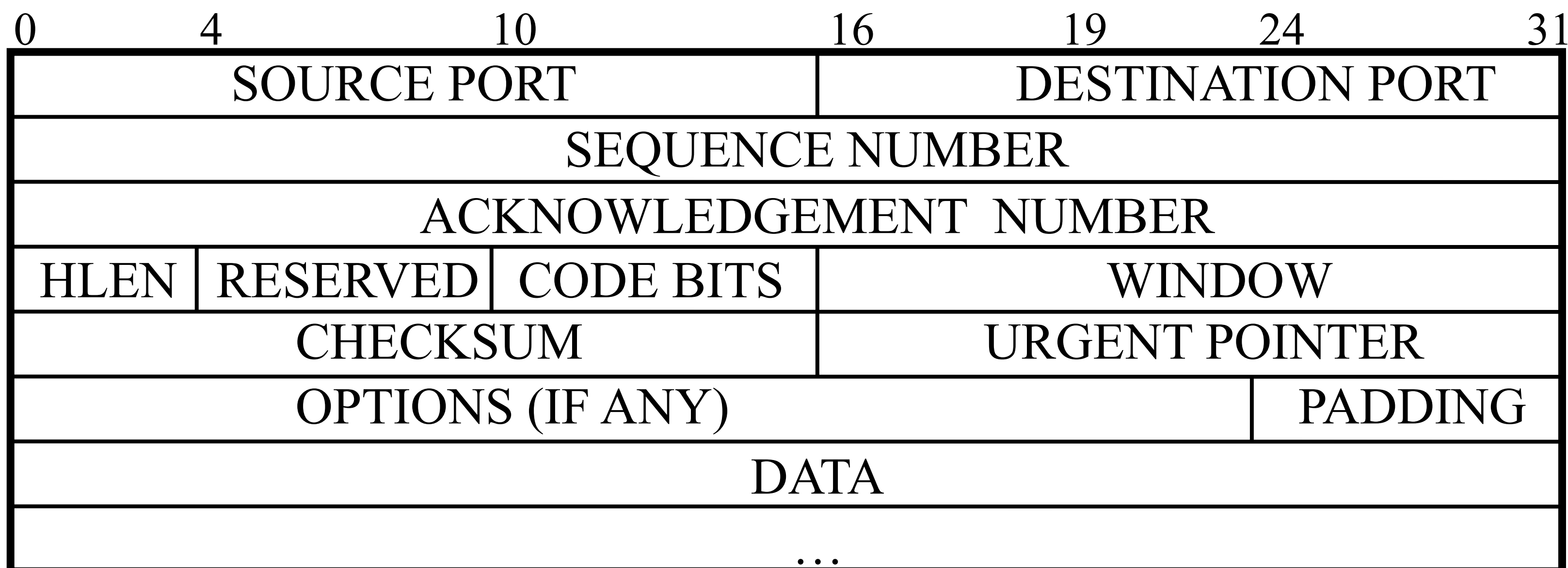
- **Adategység**: szegmens; szegmensstruktúra
- **Megbízható átvitel** sorszámozás és pozitív nyugtázás segítségével
- Összeköttetés-alapú kommunikáció: **kapcsolatfelépítés és -lebontás**
- **Forgalomszabályozás** (flow control) ablakmechanizmus segítségével
- **Torlódásvezérlés** (congestion control)

A PDU – Protocol Data Unit (a TCP-ben: „segment”) struktúrája



- **Sequence no**.: a szegmensben levő adat első byte-jának pozíciója a küldő byte stream-jében
- **Ack no**.: annak a byte-nak a sorszáma, amelyet a forrás legközelebb vár (előzőeket lenyugtázva ezzel)

TCP – Transmission Control Protocol
Szegmensformátum (folyt.)



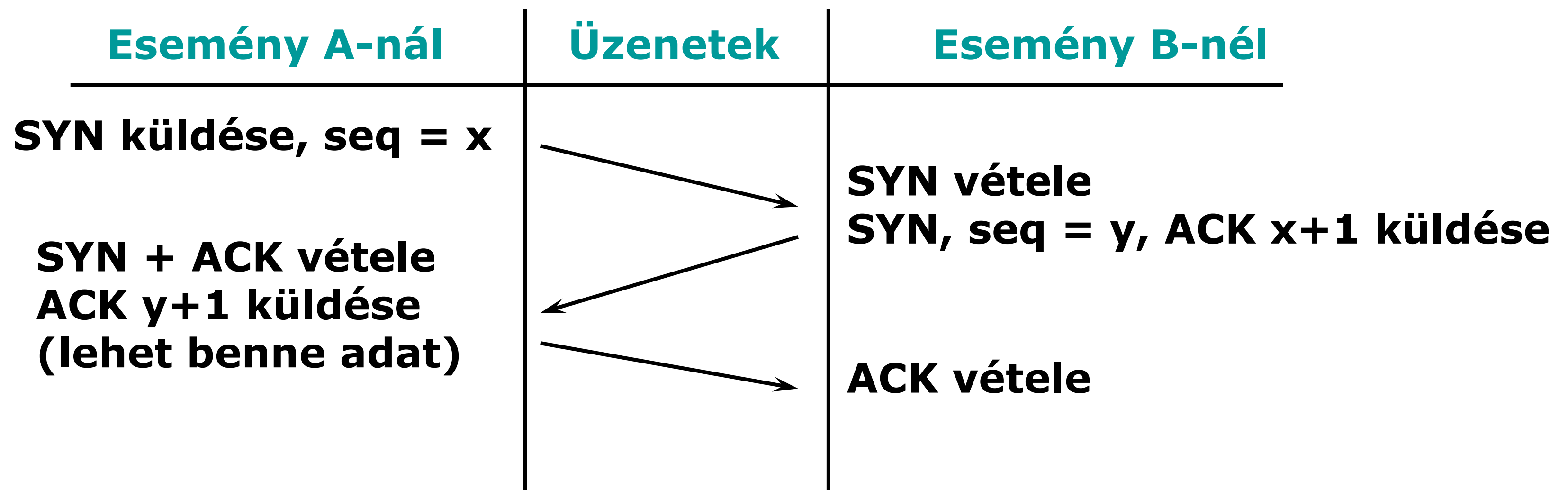
- **HLEN**: fejléc mérete, 4 oktettekben, minimum 20 byte, max 60 byte
- **Code bits** (flags): URG, PSH, ACK, RST, SYN, FIN bitek
  a kapcsolat kezeléséhez használt jelzőbitek
- **Window**: a küldő ismertté teszi a **vételi pufferének méretét**
- **Checksum**: mint az UDP-ben (pszeudoheader)
- **Urgent pointer**: ha URG=1, a szegmens „urgent” részt tartalmaz, ilyenkor a végére mutat (pl. jelszóküldés)

MSS (Maximum Segment Size)

- A legnagyobb adatméret bájtban, amit a TCP hajlandó küldeni egy szegmens adat részében: alkalmazás adatai, fejlécek nélkül
- Össze kell egyeztetni az adatkapcsolati réteg MTU-jával
  - elkerülendő a tördelést
- TCP kapcsolatfelépítésnél kell egyeztetni, **MSS opció a fejlécben**
- TCP adó használhat Path MTU discovery-t is: dinamikus MSS változtatás

Hívásfelépítés a TCP-ben

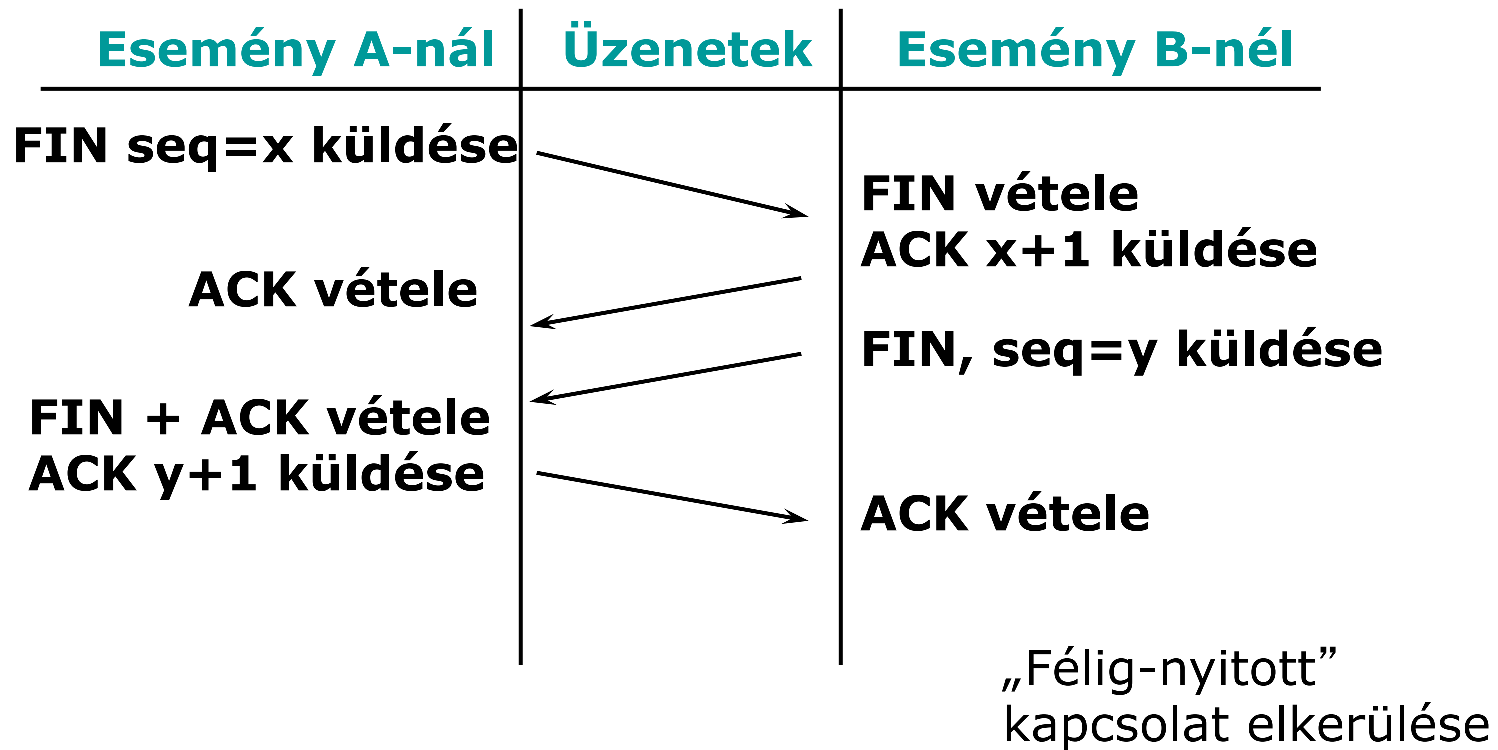
„3-way handshake” eljárás (3 utas kézfogás)



Elején véletlenszerű sorszám: ne keverjék össze korábbival illetve TCP sorszám predikciós támadás elkerülése

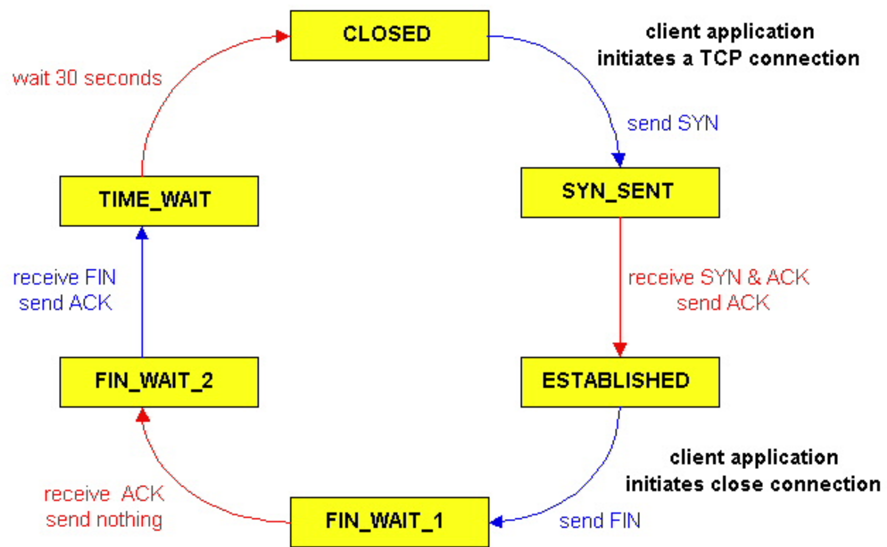
Híváslebontás a TCP-ben

„Modified 3-way handshake” eljárás



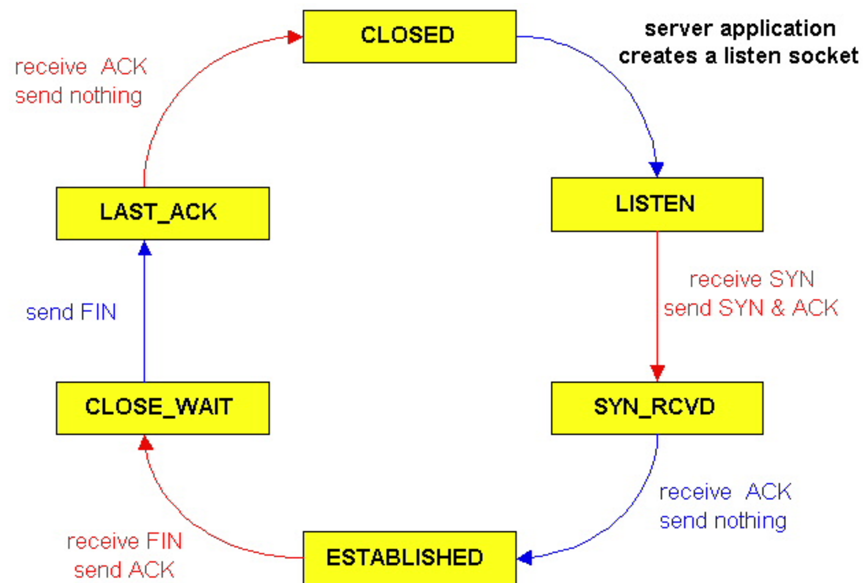
„Félig-nyitott” kapcsolat elkerülése

TCP kapcsolat menedzsment



TCP kliens életciklus

TCP szerver életciklus



SYN “egyéb” használata

- TCP SYN elárasztásos támadás (SYN flood attack)
  - Nem küld a támadó harmadik szegmenst (ACK) a kapcsolatfelépítésnél
  - (Distributed) Denial of Service: leköti a szerver erőforrásait
  - Védelem: SYN vagy RST cookies

- Port feltérképező programok (pl. nmap)

Sorszámok és nyugtaszámok használata a TCP-ben

Host A

Host B

User types 'C'

Seq=42, ACK=79, data = 'C'

host ACKs receipt of 'C', echoes back 'C'

Seq=79, ACK=43, data = 'C'

host ACKs receipt of echoed 'C'

Seq=43, ACK=80

time

telnet alkalmazás

Várakozás nyugtázásra

- Várakozás ACK-ra: **time–out**
- Mekkorára válasszuk a time–out-ot?
- Probléma a túl kicsivel és a túl naggyal

- Megoldás:
  a körbefordulási időhöz
  (RTT - round-trip time) igazítani, **adaptívvá** tenni
  - RTT számítása: szegmens elküldésének számít ahogy átadta az IP rétegnek, nyugta vételéig

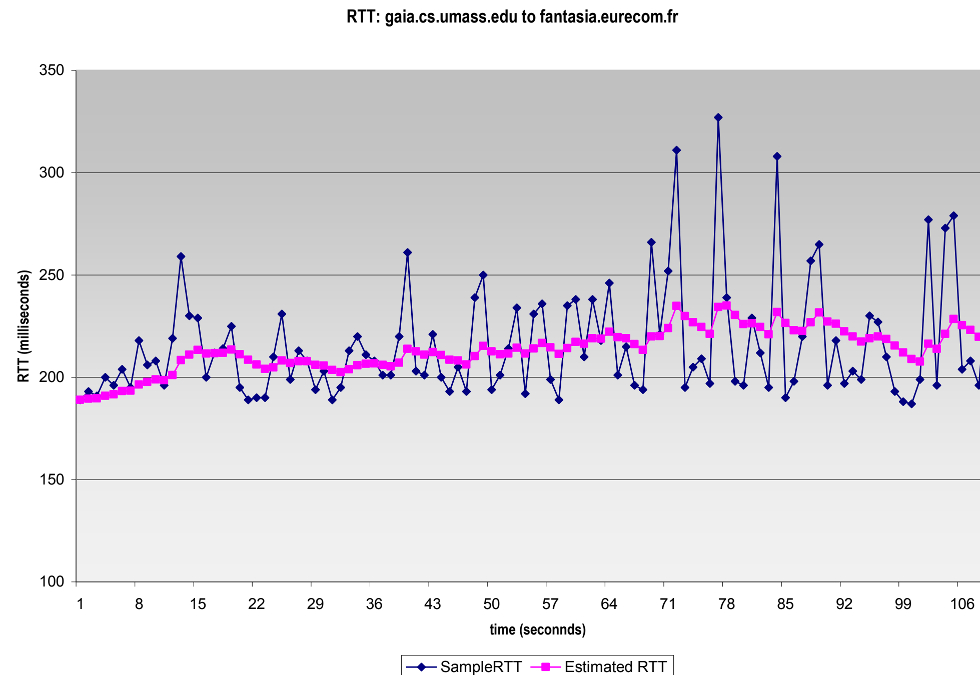
- Legyen hosszabb, de mennyivel, mivel RTT dinamikusan változik?

- Szabályok arra, hogy mit tegyünk, ha nem jön ACK a time-out alatt

Time-out és RTT

```
EstimatedRTT = (1- α)*EstimatedRTT + α*SampleRTT
```

- SampleRTT: pillanatnyi RTT
- Becsült RTT (Estimated): exponenciális mozgó átlaggal
- a régebbi RTT-k súlya exponenciálisan csökken
- jellemzően: α = 0.125



Time-out meghatározása

Time-out idő beállítása:

- EstimatedRTT + "biztonsági tartalék"
- Nagy ingadozás EstimatedRTT értékében -> nagy biztonsági tartalék

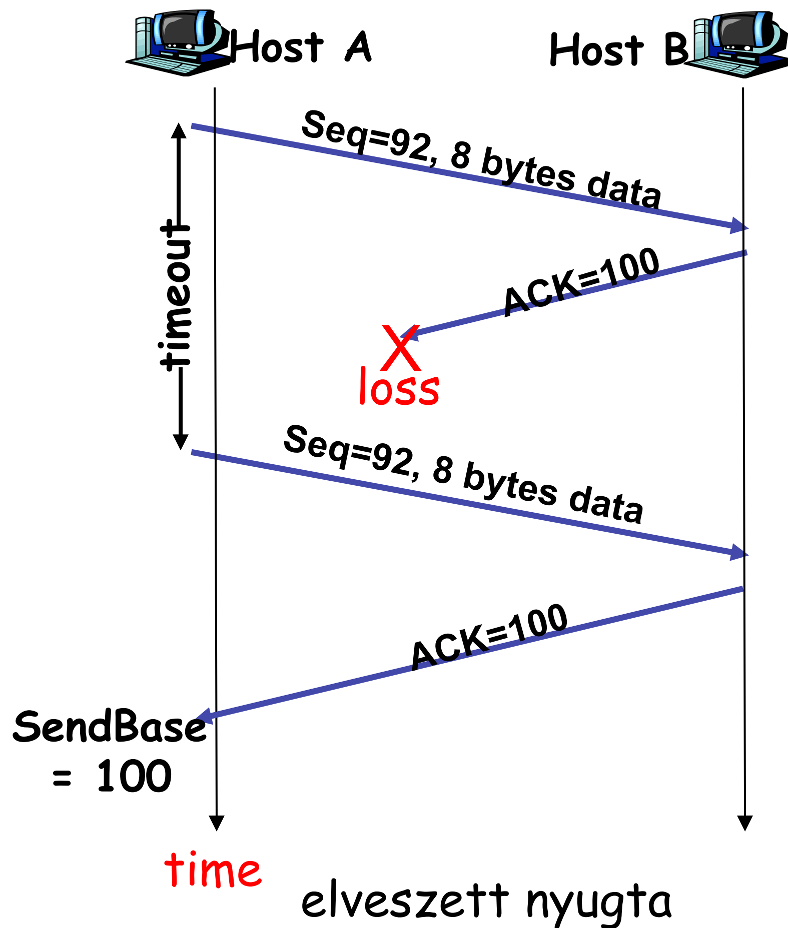
Becslés SampleRTT szórására EstimatedRTT-től:

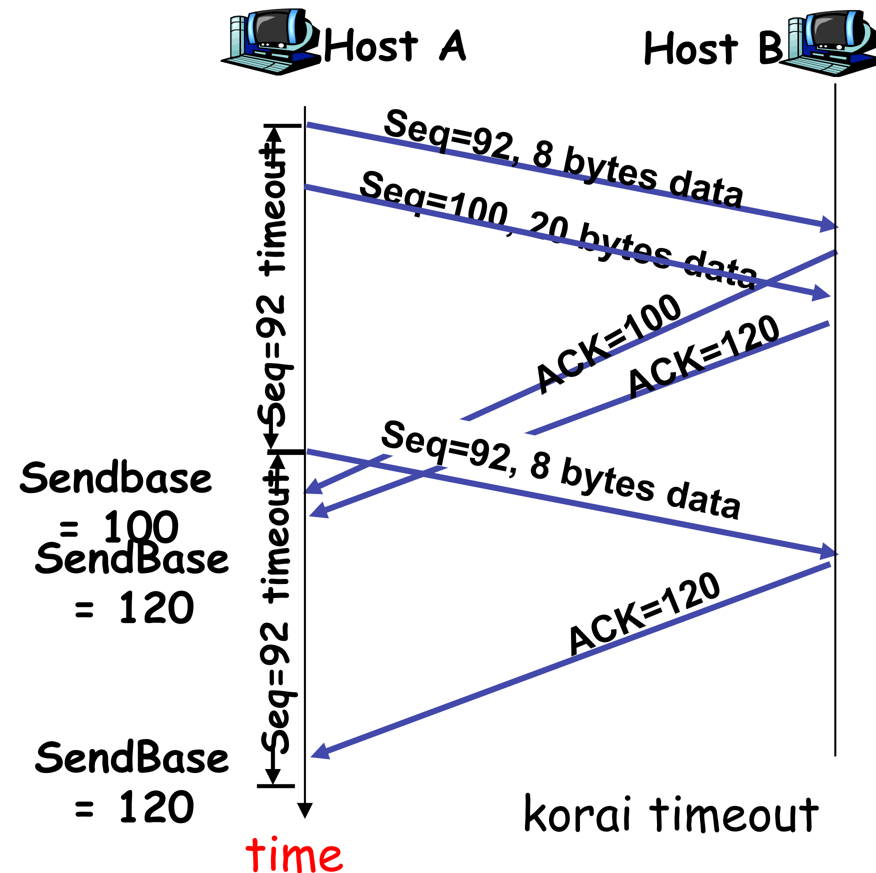
```
DevRTT = (1-β)*DevRTT +
             β*|SampleRTT-EstimatedRTT|

(jellemzően β = 0.25)
```

- Time-out értéke:

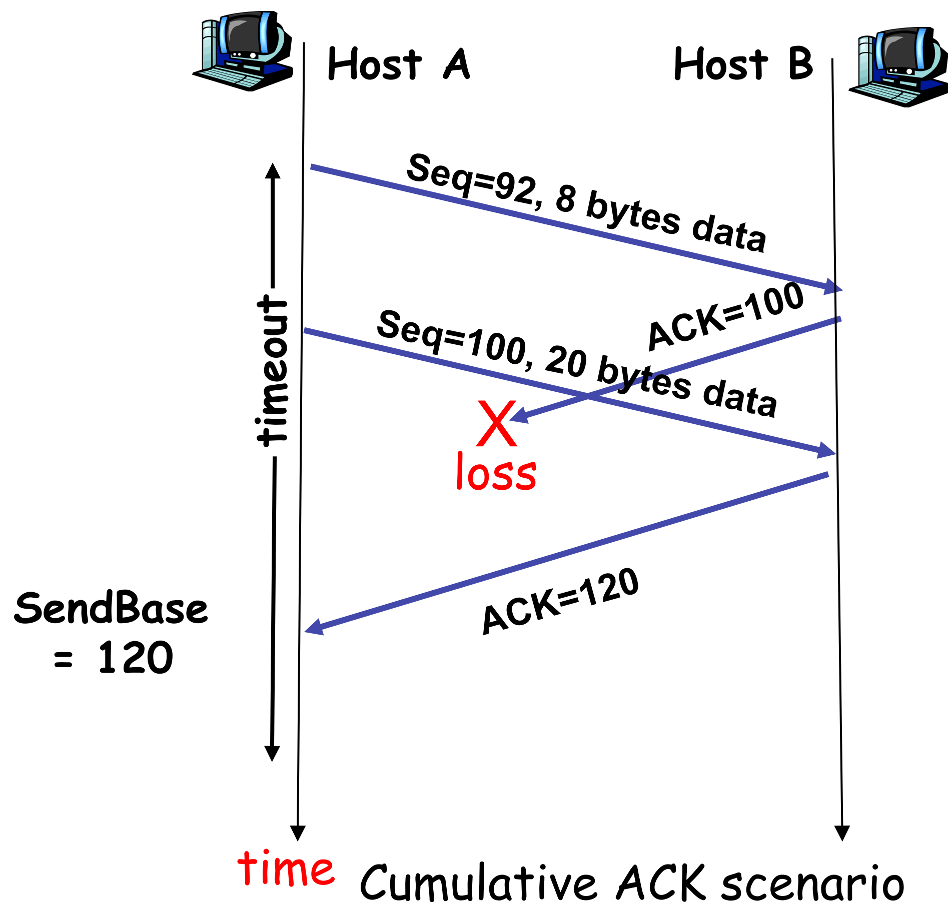
```
TimeoutInterval = EstimatedRTT + 4*DevRTT
```

Újraküldési esetek a TCP-nél: elveszett nyugta és korai timeout





Újraküldési esetek a TCP-nél: összevont nyugta



Time-out kétszerezés

- Mai TCP implementációkban: amennyiben lejár a timer és újraadás van, kétszereződik a time-out értéke
- Minden újraadás után exponenciálisan növekszik
- Nyugta vétele után visszaáll az EstimatedRTT és DevRTT kombináció
- **Torlódásvezérlés** egyik eszköze

Gond összevont (kumulatív) nyugtával

- Pl. 10000 bájt kerül elküldésre 10 szegmensben
  - Ha elveszik az első szegmens, a fogadó nem tudja visszajelezni, hogy 1000-9999 megjött, de 0-999 nem
  - Újra el kell küldeni a teljes 10000 bájtot
- Megoldás: **szelektív nyugtázás (SACK)**
  - SACK-ban meg tudja mondani, hogy 1000-9999 megjött sikeresen
  - Opcionális fejrészmezőben
  - Népszerű, minden TCP implementációban

Gond sorrend keveredéssel

- Sorrendkeveredés miatt elveszett csomagnak hiszi a küldő ->újraküldés->forrás visszafogás, timer kétszerezés

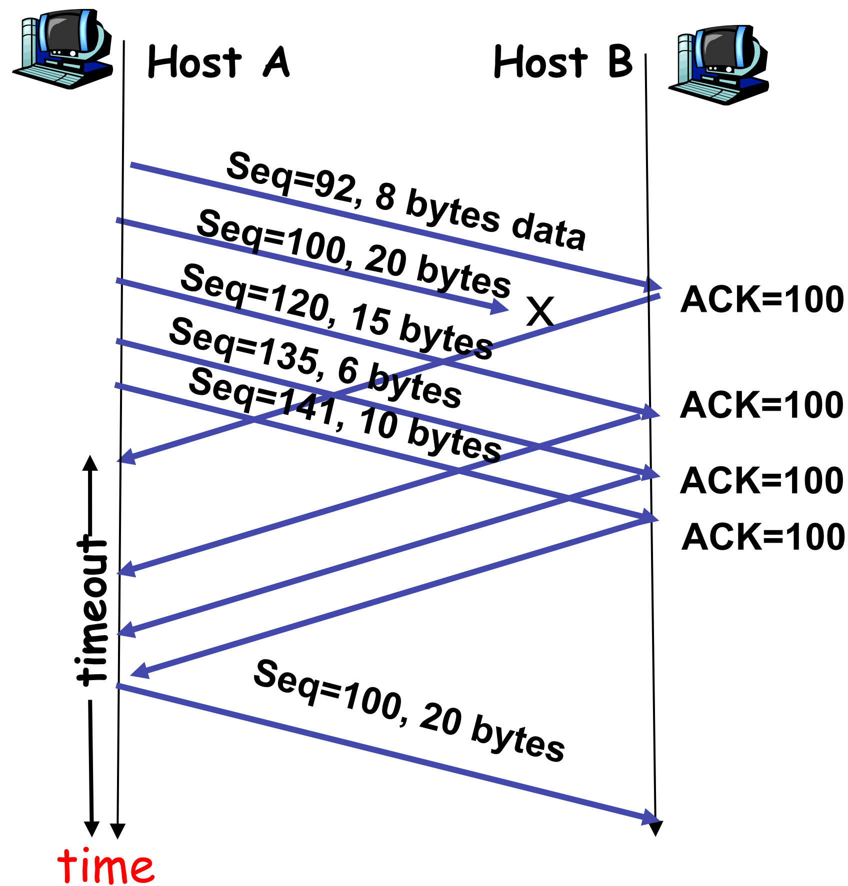
- Megoldás: **D-SACK (duplikált nyugta)**
  - Fogadó szól, hogy az újraküldött csomag duplikátum
  ->visszagyorsul a forrás

  - Opcionális fejrészmezőben
  - Népszerű, minden TCP implementációban

Fast retransmit (1)

- A time-out idő gyakran túl hosszú:
  - nagy késleltetés mielőtt az elveszett csomagot az adó újra tudná küldeni.
- De hogy értesülhetne az elveszett csomagról előbb, mintsem hogy letelt volna a timeout?
  - Az elveszett szegmensekre utalhatnak a duplikált ACK-ok
  - Ha a vevő hézagot vesz észre a vett szegmensek sorozatában (elveszett csomag) akkor újból lenyugtázza a megelőző helyesen vett szegmenst.
  - Több egymást követő duplikált ACK érkezhet.
- Fast retransmit szabály: ha az **adó 3 egymást követő ACK-t kap** (plusz az eredeti ACK) ugyanarra a szegmensre, feltételezi, hogy az azt követő szegmens elveszett és
  - **újraküldi azt még mielőtt lejárna a timeout**.

Fast retransmit (2)

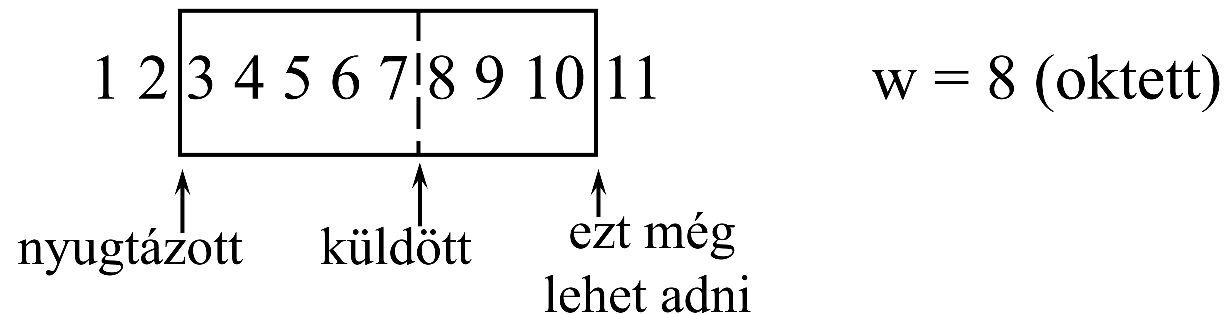


Számítási példa (Fast retransmit)

Az A és B végpont közötti kommunikáció során az A végpont által küldött utolsó 4 szegmens TCP PDU-jában a sorszám (sequence number) 245, 296, 372, 458. B válaszként küldött 4 szegmens TCP PDU-jában az ACK-szám 372, 372, 372, 372.

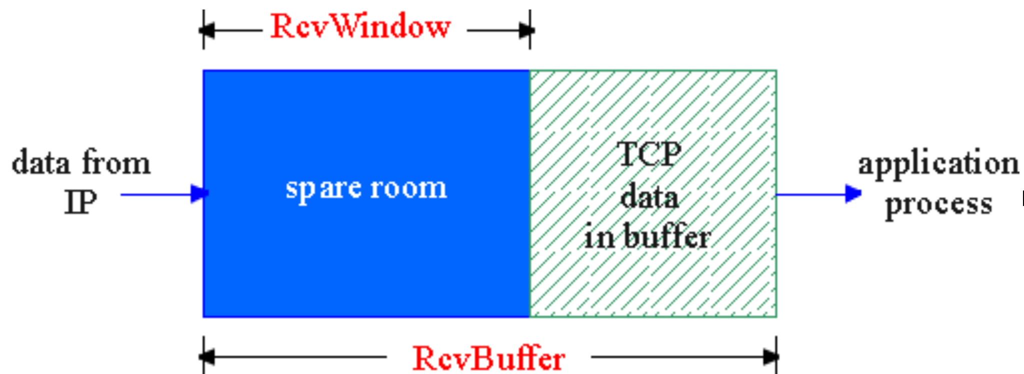
Erre válaszként az A terminal hány bájtos szegmenst fog küldeni fast retransmit esetén, amennyiben nem járt még le a time-out idő?

Forgalomszabályozás: a „sliding window” módszer elve



- Csúszóablakos („sliding window”) mechanizmus
  - az ablak mérete megadja a „kintlevő”, nyugtázatlan csomagok max. számát. (Pl.: w=8)
- A TCP-ben: az ablak-mechanizmus oktetteken működik

TCP forgalomszabályozás: hogy működik?



- Szabad hely:

= `RcvWindow`

= `RcvBuffer-[LastByteRcvd - LastByteRead]`

- A vevő közli a szabad helyének a méretét (**`RcvWindow`**) a küldött szegmensben
- Az Adó legfeljebb **`RcvWindow`** mennyiségű nyugtázatlan adatot küld
- Nem szabad összekeverni a torlódási ablakkal (**CongWin**)

- Hasonló mint torlódásvezérlés, de más feladat
- **Mindkettő a küldőt korlátozza, de más célból!**

Csúszóablakos problémák

I. Ha a vevő **nullás csúszóablak** méretet hirdet: adó leáll a küldéssel
- Ha **elveszik a vevő csomagja vagy nincs küldendő csomagja, nyugtája: nincs infó az új csúszóablak méretről**
  - adó vár hiába
- Megoldás: adó egy **timert** indít, lejárta után felkéri a vevőt, hogy küldjön ACK-ot az új ablakméretről

II. **Buta ablak jelenség**
- Ha a vevő oldalon kicsi (akár 1 byte) szabadul fel, lehet 1 byte az ablak
- A küldő 1 byte-ot küld, a vevő megint 1 byte-tal nyit
- Erőforráspocsékolás: kisebb az adat mint a fejléc!
- Megoldás:
  - A vevő nem nyitja az ablakot, csak akkor, **ha MSS nagyságrendűt nyithat**
- A küldő nem küld, hacsak nem
  - MSS-nyit küldhet
  - Mindent küldhet, amit az alkalmazás kért

Számítási példa (TCP vételi ablak)

Az “A” és „B” végpont közötti kommunikáció során „A” végpont utolsóként elküldött TCP PDU-jában a sorszám (sequence number) 8350, a hasznos adatrész 1400 byte.
„B” válaszként küldött TCP PDU-jában az ACK-szám 8050.
Hány byte-nyi adatot küldhet még „A” a következő nyugta megérkezéséig, ha a B vételi ablakmérete 2000?

Torlódásvezérlés a TCP-ben

- A torlódásvezérlésről általában (congestion control):
  - Azok a módszerek, amelyekkel linkek, csomópontok időszakos túlterheltségét megkíséreljük megszüntetni.

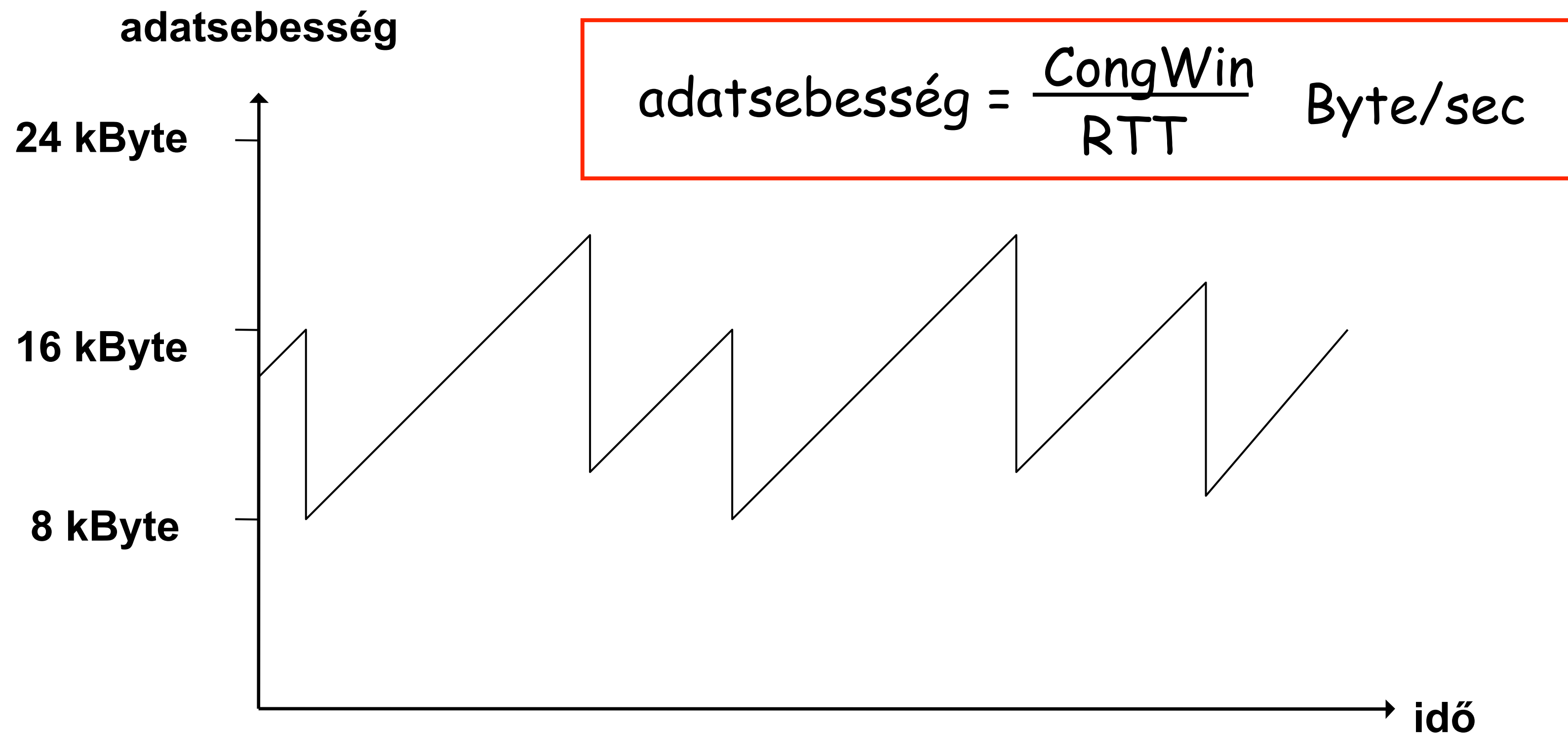
- Két fő módszer:
  - „Hálózat által segített” (**network assisted**) torlódásvezérlés
    - hálózati elemek (router) szolgáltatnak információt a túlterhelésről az adónak
    - Pl. TCP/IP ECN, ATM: külön jelzéscsomagok ehhez
  - Végpontok közötti (**end-to-end**) torlódásvezérlés
    - nincs visszacsatolás a hálózatból, a végpont következtet arra, hogy torlódás léphetett fel
      - timeout, többszörös nyugta, növekvő RTT)

- A TCP az utóbbit csinálja!

Torlódásvezérlés a TCP-ben

- Módszer:
  - **növeljük az adatsebességet**, ha úgy érzékeljük, van elég átbocsátóképesség
  - amíg **torlódásra utaló jeleket** nem tapasztalunk, ha igen, csökkentsük.
- Hogyan:
  - congestion window (torlódási ablak), **CongWin**
  - növeljük a CongWin-t minden RTT alatt MSS-sel, amíg vesztést nem érzékelünk
  - csökkentsük a CongWin-t felére minden veszteskor
  - = **Additive increase – multiplicative decrease (AIMD)** módszer
- Hogyan érzékeljük a torlódást (vesztést)?
  - timeout letelt, nem jött nyugta
  - többszörös nyugta érkezett ugyanarra a szegmensre

Az adatsebesség alakulása AIMD esetén



LastByteSent - LastByteAcked ≤ min {CongWin, RcvWin}

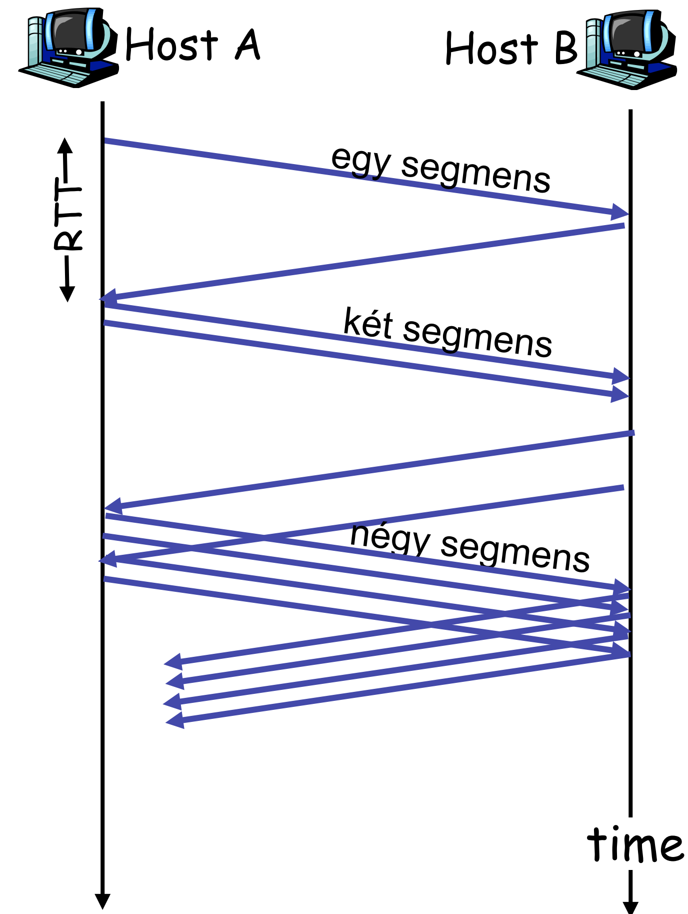
TCP torlódásvezérlés: további részletek

- Az AIMD kiegészítései:
- **„Slow Start”**
  - az összeköttetés kezdetén a sebesség gyors (exponenciális) növelése az első vesztésig (vagy korlátig)
  - utána AIMD

  - Gyors növelés: minden ACK után kétszerezzük
- Eltérő viselkedés timeout és többszörös (3-szoros) nyugták esetén

TCP Slow Start

- Az elején: `CongWin` = 1 MSS
  - Példa: MSS = 500 byte & RTT = 200 msec
  - kezdeti sebesség = 20 Kb/s
- Mivel a rendelkezésre álló átb. képesség >> CongWin/RTT lehet,
  - célszerű gyorsan elérni, ezért
  - induláskor exponenciálisan növelni az első vesztésig



Csomagvesztés

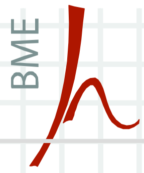
- 3 duplikált ACK után:
  - **`CongWin`** felére csökken
  - Utána lineáris növekedés
    - **torlódás elkerülési fázis**
- <u>De timer lejárta esetén:</u>
  - **`CongWin`** 1 MSS lesz;
  - Utána exponenciálisan nő
  - Egy korlátig, majd onnan lineáris
    - **torlódás elkerülési fázis**

Filozófia:

- timer lejárta rosszabb torlódási helyzetet jelez, mint a 3 duplikált ACK

Összefoglaló: TCP torlódás vezérlés

- Ha a **`CongWin`** egy korlát alatt van, adó slow-start fázisban, exponenciális ablak növelés
- Ha **`CongWin`** a korlát felett, az adó torlódás elkerülési fázisban, lineáris ablak növelés
- Ha 3 duplikált ACK, a korlát **`CongWin/2`** lesz és a **`CongWin`** pedig a korlát
- Ha timer lejárt, a korlát **`CongWin/2`** lesz, míg a **`CongWin`** 1 MSS lesz

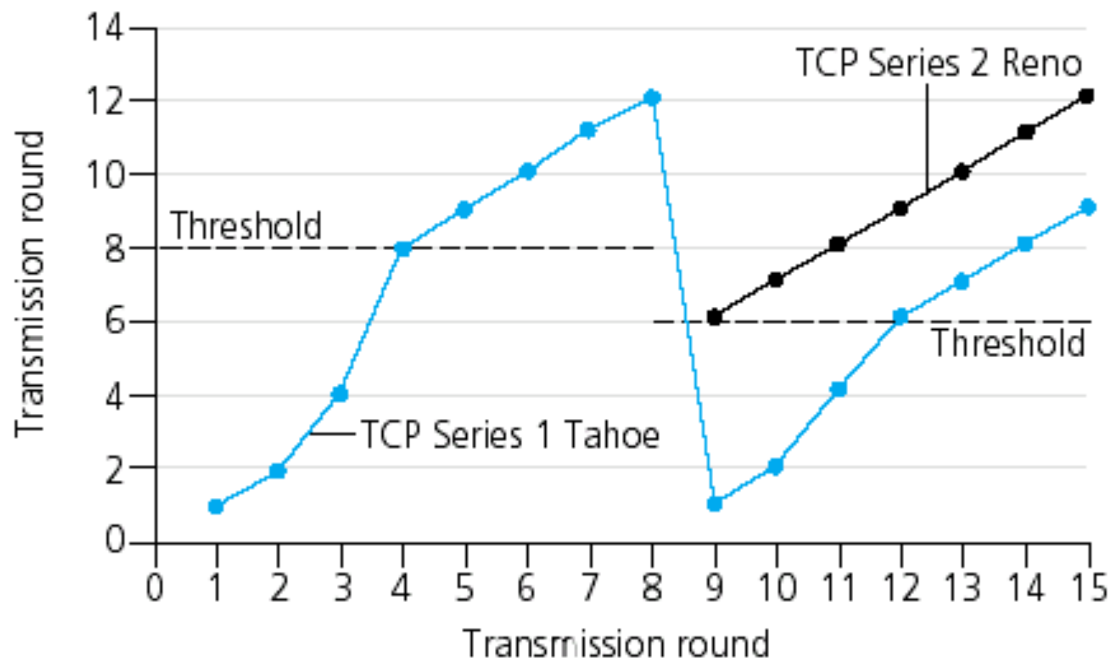


TCP sender congestion control *

State	Event	TCP Sender Action	Commentary
Slow Start (SS)	ACK receipt for previously unacked data	CongWin = CongWin + MSS, If (CongWin > Threshold) set state to “Congestion Avoidance”	Resulting in a doubling of CongWin every RTT
Congestion Avoidance (CA)	ACK receipt for previously unacked data	CongWin = CongWin+MSS * (MSS/ CongWin)	Additive increase, resulting in increase of CongWin by 1 MSS every RTT
SS or CA	Loss event detected by triple duplicate ACK	Threshold = CongWin/2, CongWin = Threshold, Set state to “Congestion Avoidance”	Fast recovery, implementing multiplicative decrease. CongWin will not drop below 1 MSS.
SS or CA	Timeout	Threshold = CongWin/2, CongWin = 1 MSS, Set state to “Slow Start”	Enter slow start
SS or CA	Duplicate ACK	Increment duplicate ACK count for segment being acked	CongWin and Threshold not changed

TCP implementációk

- Korlát: 8MSS
- 3 duplikált ACK a 9.átvitelnél:
  - **Tahoe**: nincs fast recovery, így 1MSS-ról indul újra (mint ha timer járt volna le), exp. a korlátig, onnan lineáris
  - **Renoe**: CongWin/2-ről lineáris (amennyiben timeout, olyan mint Tahoe)



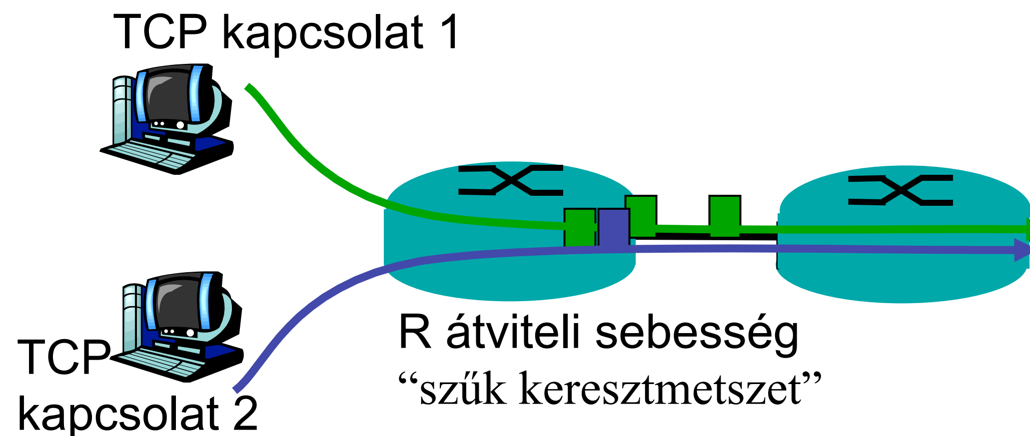
TCP átbocsátóképessége

- TCP átlagos átbocsátó képessége az ablak méret és RTT függvényében?
  - Nem foglalkozunk slow-start-al, ami csak az elején van és nagyon rövid ideig tart
- *W* az ablakméret a csomagvesztés pillanatában
- Csomagvesztés előtt az átbocsátás: ***W/RTT***
- Vesztés után az ablak *W/2* lesz, átbocsátás: ***W/2RTT***.
- Átlagos átbocsátás: **0.75 *W/RTT***

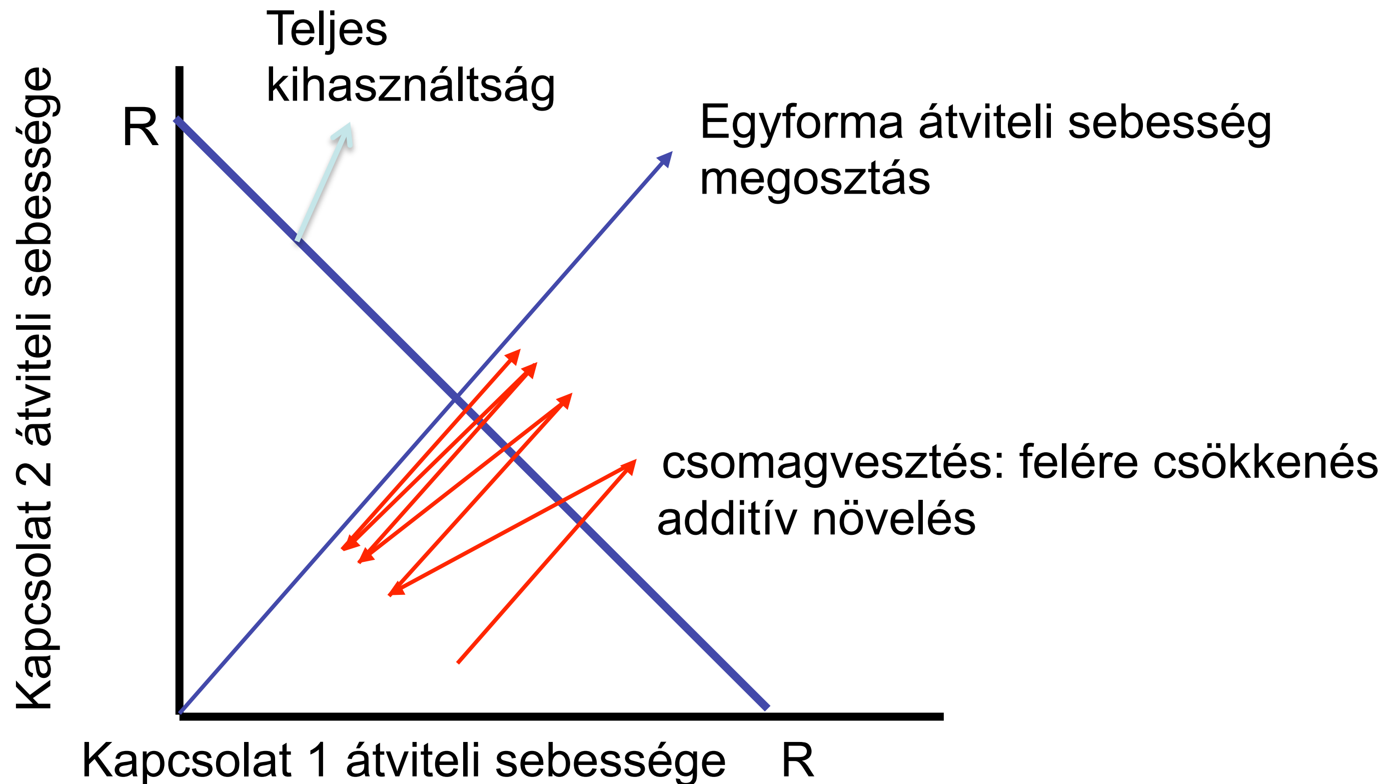
© Dr.Simon Vilmos, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

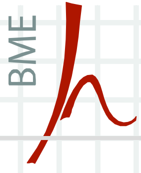
TCP fairness

- Idealizált eset:
  - Mindkét kapcsolatnál egyforma MSS és RTT
  - Nincs más TCP vagy UDP kapcsolat
  - AIMD eset (nincs slow-start)



Két versenyző kapcsolat



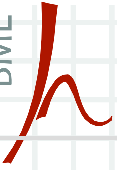


Valóságban…

- Kisebb RTT-vel rendelkező kapcsolatok gyorsabban növelik a CongWin-t → nagyobb átviteli sebesség!
- UDP nem fair, kiszorítja a TCP-t
- Párhuzamos TCP kapcsolatok
  - Böngészők több párhuzamos TCP kapcsolatot építenek fel a webszerverhez
  - Minél több kapcsolat, annál nagyobb átviteli sebesség!
- Példa: R átv. seb., kliens-szerver, 9 kapcsolattal
  - Ha az új alkalmazás 1 TCP kapcsolatot kér, sebessége: R/10
  - Ha az új alkalmazás 11 TCP kapcsolatot kér: több mint R/2!

TCP és UDP: összefoglalás

- Mindkettő szállítási rétegbeli protokoll
- Mindkettő portokat kezel
  - multiplexelés/demultiplexelés
  - ezáltal interfész nyújtása az alkalmazási folyamatok felé
- Az UDP összeköttetés-mentes, best effort szolgáltatás
  - nem garantál célba juttatást, csak hibajelzést nyújt
  - gyorsan célba juttat
- A TCP összeköttetés-alapú, megbízható transzport szolgáltatás
  - sorrendhelyes, hibamentes szállítást nyújt
  - ára: késleltetés



Néhány gyakori alkalmazás és a használt transzportprotokollok

Alkalmazás	***Alkalmazási rétegbeli protokoll***	***Használt transzport-protokoll***
E-mail	SMTP	TCP
Távoli elérés	Telnet	TCP
Web-elérés	HTTP	TCP
File-átvitel	FTP	TCP
Routing	RIP	UDP
Hálózatmenedzsment	SNMP	UDP, TCP
VoIP, média-streaming	Többnyire nem szabványos	UDP, TCP

Kérdések?

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

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