



HÁLÓZATI RENDSZEREK
ÉS SZOLGÁLTATÁSOK
TANSZÉK

HÁLÓZATOK ALAPJAI ÉS ÜZEMELTETÉSE

Bevezető, alapfogalmak
2023. február 27.

Mészáros András

BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
meszarosa@hit.bme.hu



- **Oktatók**

- Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
- Előadások: Mészáros András (tárgyfelelős),
Gódor Győző,
Zsóka Zoltán
- Laborgyakorlatok: Gódor Győző, Mészáros András,
Szandi Lajos, Zsóka Zoltán

- **Elérhetőség**

- Email: meszarosa@hit.bme.hu
- Teams (Mészáros András Gergely)
- Ellenjavalt: Moodle üzenetben



Bemutatjuk:

- tanszékünket,
- laboratóriumainkat,
- specializációinkat!

bit.ly/HIT_YouTube



- Félév közben
 - Részvétel
 - Laborgyakorlatokon **70% (max. 3 hiányzás)**
 - Adminisztráció: **be- és kiugró beadása**
 - Ellenőrző laborok
 - Vezetett laborgyakorlaton tanultak ellenőrzése
 - 5 darab, melyből **3 darab elégséges szinten (40%)** teljesítendő
 - KisZH
 - 5 darab közül **3 darab elégséges szintű (10-ből 4 pont)** megírása
 - Az ellenőrző laborok elején 10 kérdésre 13 perc
- Vizsga
 - Elmélet: 10 kiskérdés (10p)
 - Gyakorlat: szimulátoros feladat (20p)
 - Szóbeli (40p)

- **Jutalompont: be- és kiugrón (vezetett labor)**
 - Beugró: vezetett labor elején 1 kérdés max. 1 jutalompont
 - Kiugró: vezetett labor végén 1 kérdés max. 1 jutalompont
 - Minden laboron összesen legfeljebb egy jutalompont kapható
 - $JP = \min(\text{beugró} + \text{kiugró}, 1)$
 - 7 vezetett labor – maximum 7 jutalompont
- **Többszörös választás pontozása**
 - Minden bejelölése = 0 pont
 - Pl. 2 jó, 3 rossz válasz esetén minden jó válasz 0.5 pont, minden rossz válasz -0.33 pont
 - Az egyes kérdésekre kapható legkisebb pontszám 0

- **Elemi**
 - A 3 legjobb kisZH (**$12 \leq K \leq 30$**)
 - Vizsga pontszáma (**$0 \leq V \leq 70$**)
 - Jutalompontok (**$0 \leq J \leq 7$**)
 - Sikeres vizsga feltétele: **$K+V \geq 40$**
- **Képlet**
 - **$K+J+V$**

85-	jeles
70-84	jó
55-69	közepes
40-54	elégséges
-39	elégtelen

- **Előadások**
 - Heti 1 vagy 2 alkalom
 - Fogalmak tisztázása, mechanizmusok bemutatása
- **Laborgyakorlatok**
 - Heti 1 alkalom
 - Ismeretek gyakorlati alkalmazása
 - Vezetett labor – laborvezetők bemutatják a teendőket
 - Ellenőrző labor – önálló munka, értékeléssel
 - Az ellenőrző laborok időpontja Moodle-ben látható lesz

- Kari moodle
 - edu.vik.bme.hu
 - Belépés EduID-vel (címtáras azonosítóval)
- Adminisztráció
 - Pontok
- Oktatási anyagok
 - Előadás ppt
 - Laborfeladatok leírása
- Számonkérések
 - Beugrók/kiugrók
 - KisZH-k
 - Ellenőrző labor leadása
 - Vizsgák
- Egyéb információk

- **hau-id** azonosító
 - A tárgyra érvényes egyedi hallgatói azonosító
 - Moodle-ben Osztályzatok/Grades
 - Mire való?
 - Laborgyakorlatokon szükség lesz rá
 - Bizonyos feladatoknál szükséges hozzá jelszó is
- Közérdekű információk terjesztése
 - Fórumüzenetek formájában (értesítést küld a moodle)
- Üzenetküldő funkció is van – de ne használjuk

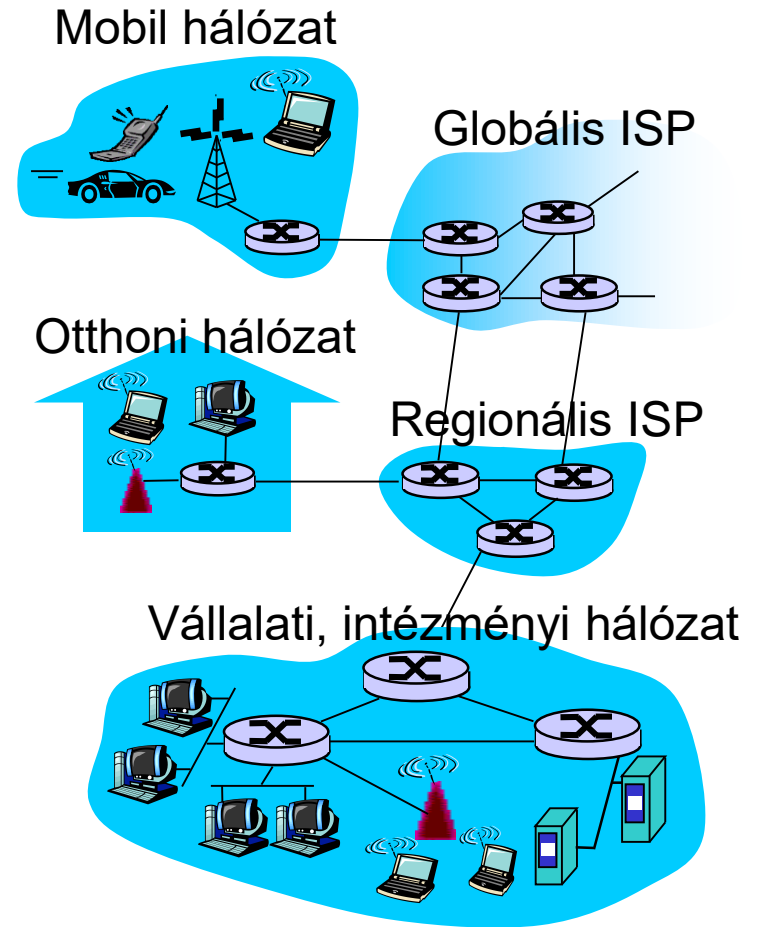
- Órák xx:15-kor kezdődnek, félidőben szünet
- Jegyzet:
James F. Kurose - Keith W. Ross: Számítógép-
hálózatok működése, Panem, 2009 – **KR**
 - Van ami nincs benne/nem kell belőle
 - 4. kiadás egyes részei elavultak (angol 8. kiadás: 2021)
- Virtuális gép készítés első labor előtt (infó később)
- Angol szavak és rövidítések
- Az anyagnak csak az eleje könnyű
- Kérdezni szabad

- Hogy képes működni az Internet?
- Méretek
 - 30 Mrd (?) eszköz
 - 150.000 GB adat másodpercenként
- Elvárások
 - Rengetegféle eszköz és alkalmazás
 - Bedugom/bekapcsolom és működik
 - Szolgáltatás minőség (sebesség, megbízhatóság, késleltetés, stb.)
- Egy egyszerű weboldal betöltése sem triviális...

- Számítógép(?) hálózatok alapfogalmai, felépítése és alapvető építőelemei
 - Hálózati rétegek
 - Protokollok
 - Eszközök
 - Napjainkban elterjedt megoldások
- Hálózatok üzemeltetése
 - Eszközök konfigurációja
 - Felügyelet, menedzsment
 - Hibakeresés, hibaelhárítás

1. Hálózatok alapelemei, az Internet alapjai
2. Protokoll, szerkezet és szolgáltatás
3. Az Internet szerkezeti részei
4. Áramkörkapcsolás és csomagkapcsolás
5. Csomagvesztés, késleltetés, átbocsátóképesség

- Összekapcsolt intelligens eszközök milliói: **hosztok (végponti rendszerek)**
 - **hálózati alkalmazásokat** futtatnak
- **Kommunikációs összeköttetések (adat-kapcsolatok, linkek)**
 - fényvezető, réz, rádiós és műholdas
 - adatátviteli sebesség, elterjedt, de nem teljesen korrekt nevén **sávszélesség**
- **Útvonalválasztók (routerek)**
 - csomagokat (adatdarabkák) továbbítanak

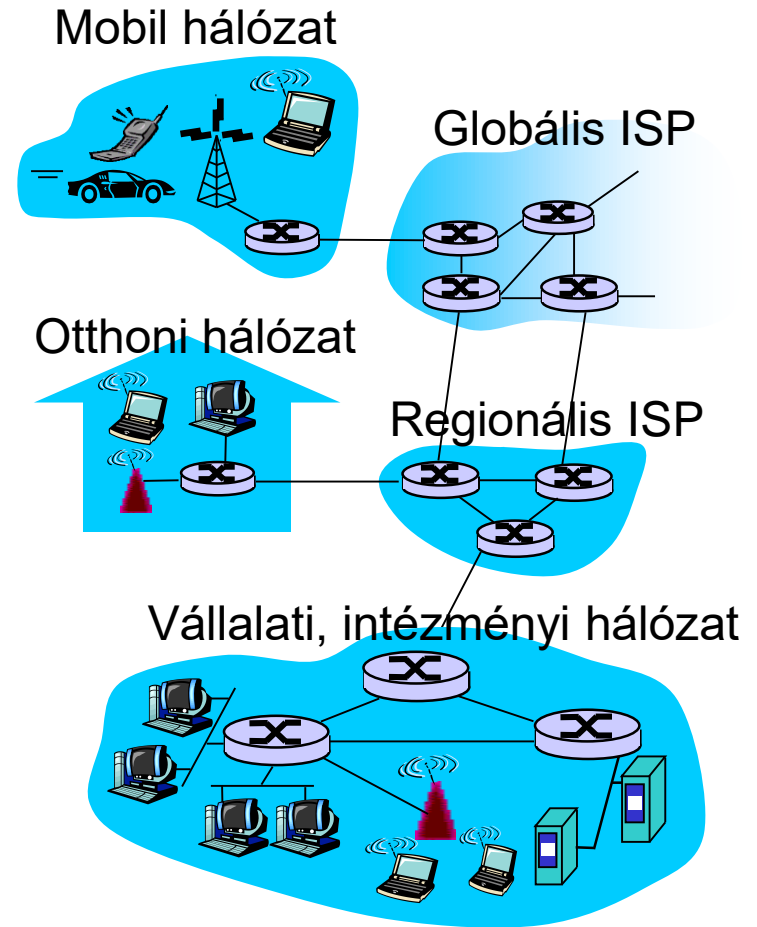


- Számítógép?
- Mobil kommunikációs eszközök
- IoT eszközök
- Számítógépek!

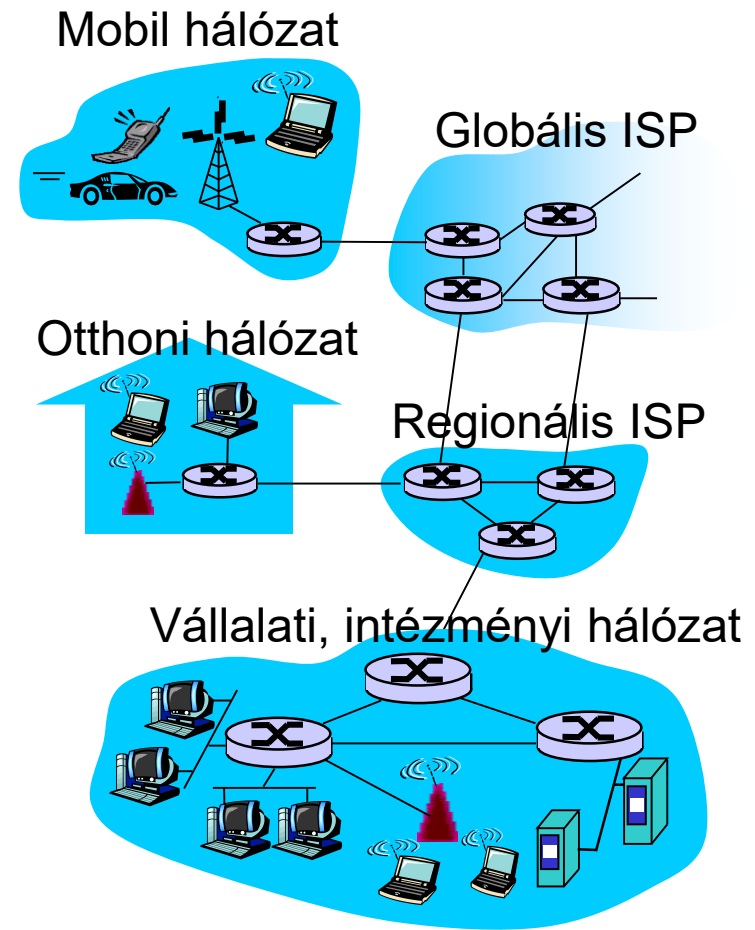


ÉS MÉG MI AZ INTERNET?

- **Kommunikációs infrastruktúra**, ami elosztott alkalmazások futtatását teszi lehetővé, pl:
 - web, VoIP, email
 - e-kereskedelem, fájlmegosztás, játékok
- **Az alkalmazásoknak nyújtott kommunikációs szolgáltatások**
 - Adatszállítás forrás és nyelő között
 - Sokféle igény



- **Hálózatok hálózata**
 - lazán hierarchikus
 - nyilvános Internet, privát intranetek
- **Protokollok** az üzenetek küldésének és fogadásának vezérléséhez
- Internet **szabványok**
 - RFC: Request for comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force



1. Hálózatok alapelemei, az Internet alapjai
2. **Protokoll, szerkezet és szolgáltatás**
3. Az Internet szerkezeti részei
4. Áramkörkapcsolás és csomagkapcsolás
5. Csomagvesztés, késleltetés, átbocsátóképesség

- **Emberi kommunikáció**
 - Kapcsolatfelvétel
 - Információcsere
 - Elkészítés
 - A céltól, helyzettől függ

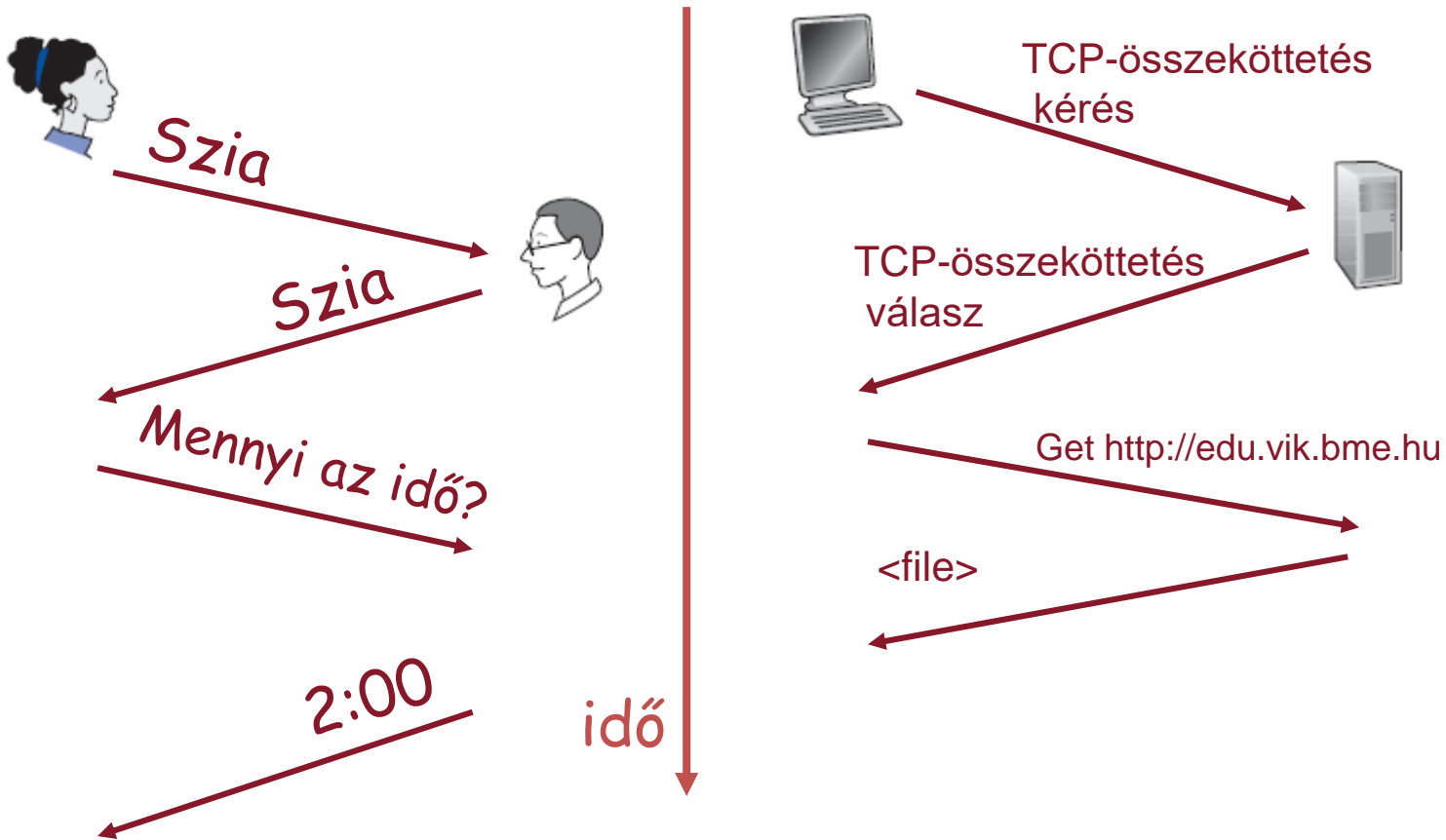
Protokoll

Üzenetváltást leíró szabályok

- Sorrend
- Formátum
- Reakciók eseményekre
 - Küldés/fogadás
 - Egyéb

- **Gépi kommunikáció**
 - Hasonlít az emberire
 - Pontosabb szabályok kellene
 - Gépek generálják és dolgozzák fel az üzeneteket
 - Formátumok
 - Állapotok

Időbeli lefolyás emberi és gépi kommunikáció esetén

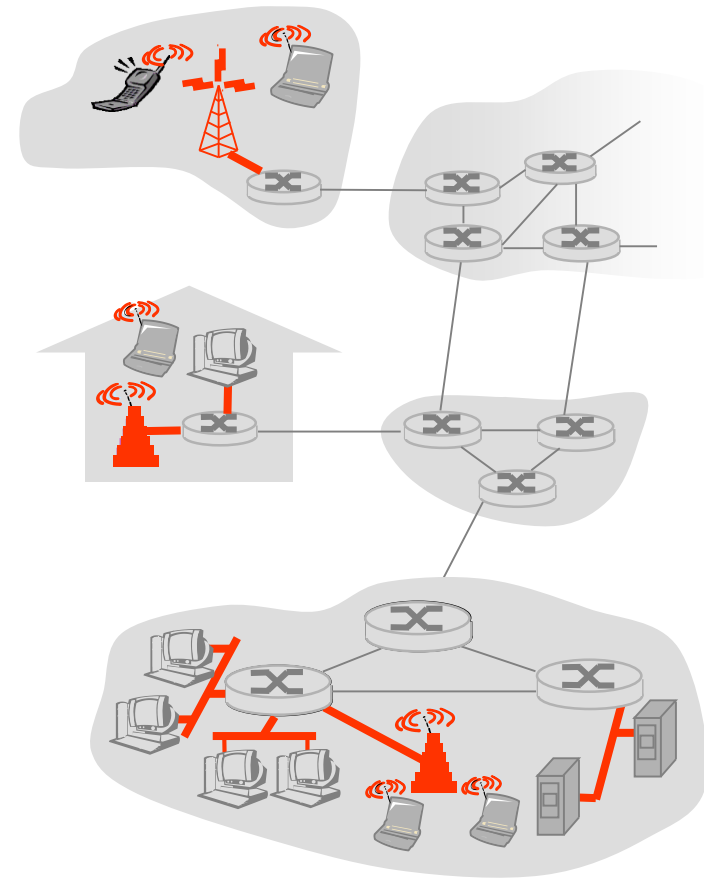


- A hosztok alkalmazásokat futtatnak
 - Kliens szerep: adatot igényel
 - Szerver szerep: adatot szolgáltat
- **Kliens-szerver** architektúra
 - Egyértelmű, dedikált szerep
 - Például web böngészés
- **Peer-to-peer** architektúra
 - Minden elem mindkét szerepben (lehet)
 - Például skype, torrent

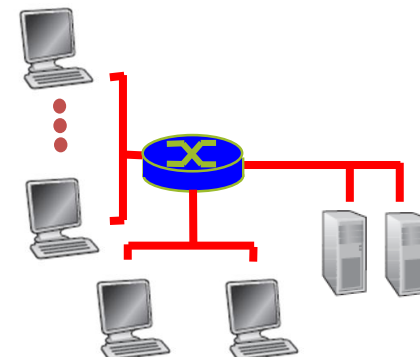
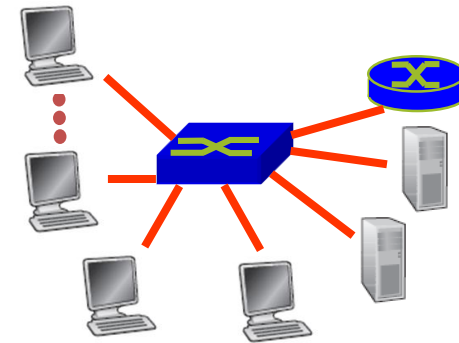
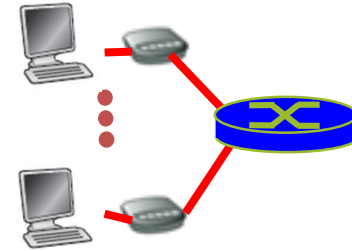
1. Hálózatok alapelemei, az Internet alapjai
2. Protokoll, szerkezet és szolgáltatás
3. **Az Internet szerkezeti részei**
4. Áramkörkapcsolás és csomagkapcsolás
5. Csomagvesztés, késleltetés, átbocsátóképesség

- A **hálózat széle, pereme (edge)**: alkalmazások és hosztok
- A **hozzáférési hálózat (access)**: fizikai közeg, vezetékes, vezeték nélküli kommunikációs linkek
- A **hálózat magja (core)**: hálózatba kötött útvonalválasztók

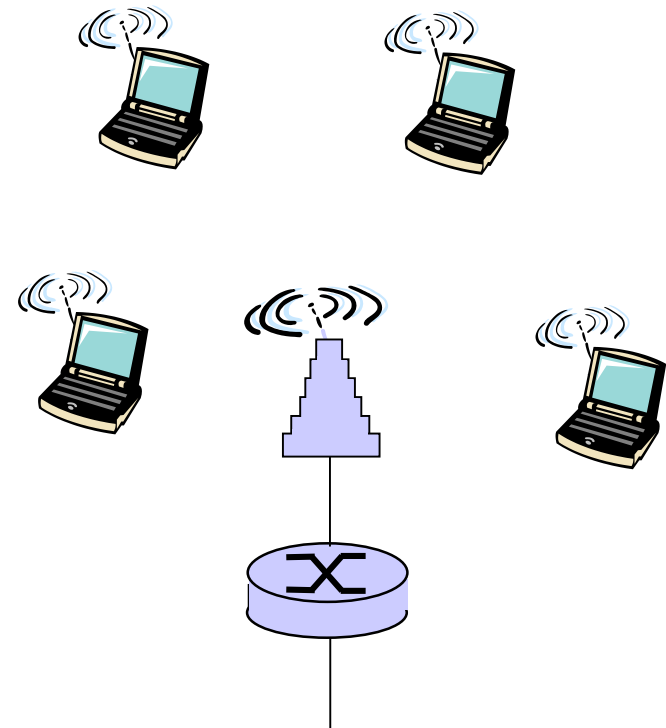
- Csomópontok
 - A hosztok hálózati funkciójú elemei, pl. hálózati kártya
 - Hálózati eszközök
 - Összekapcsolva egymással és a hálózat magjával
- Hordozó közeg
 - Fizikai közeg



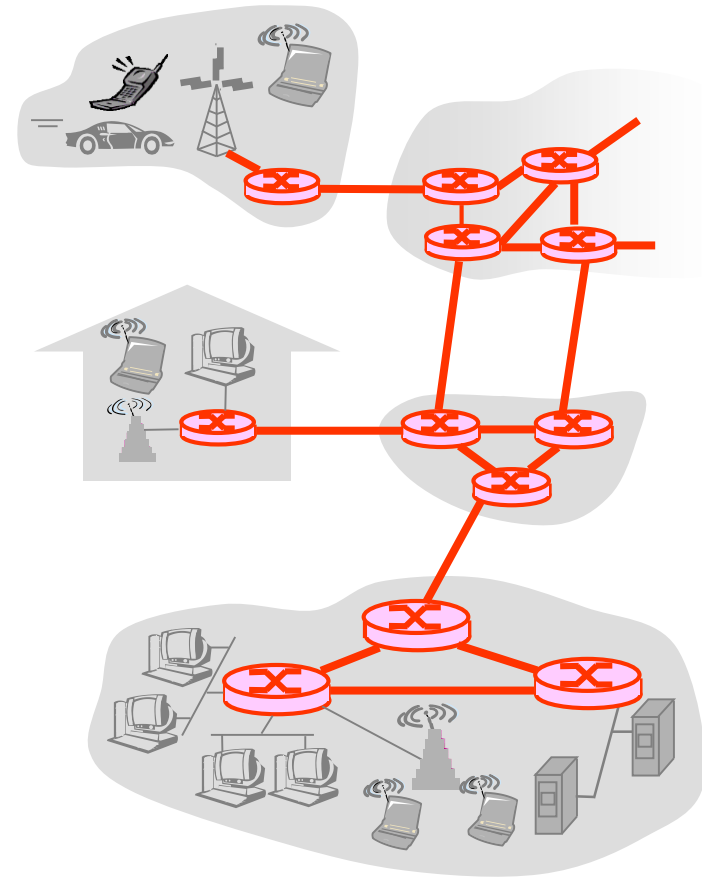
- Otthonról
 - **Digitális előfizető vonal** (DSL) változatai – dedikált, aszimmetrikus
 - **Kábel** (Coax vagy HFC) – dedikált vagy osztott aszimmetrikus
 - **Optikai kábel** (FTTx) – dedikált aszimmetrikus
- Vállalati vagy egyetemi környezetben
 - tipikusan **Ethernet** – osztott szimmetrikus
- Vezeték nélküli



- Osztott hozzáférésű vezeték nélküli / rádiós hálózatok csatlakoztatják a hosztokat
 - **Hozzáférési pontokon** (access point), vagy **bázisállomásokon** (base station) keresztül
- **Wireless LAN**
 - Legelterjedtebb a 802.11b/g (WiFi)
- **Nagytávolságú rádiós link**
 - Mobilszolgáltató hálózatán keresztül
 - Cella alapú hálózatok, 3G, 4G, 5G ...
 - WiMAX



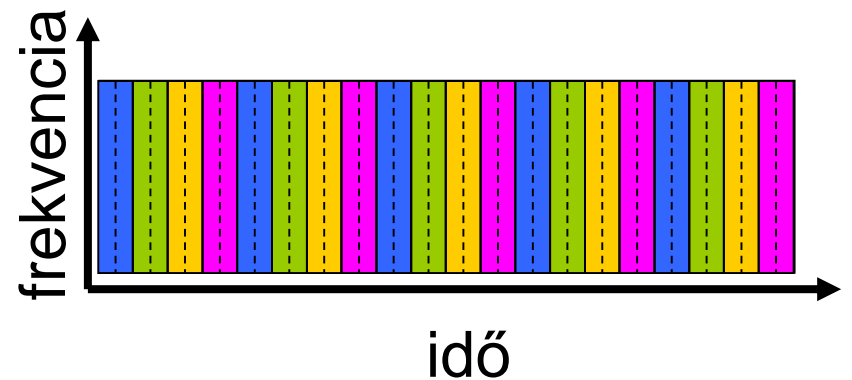
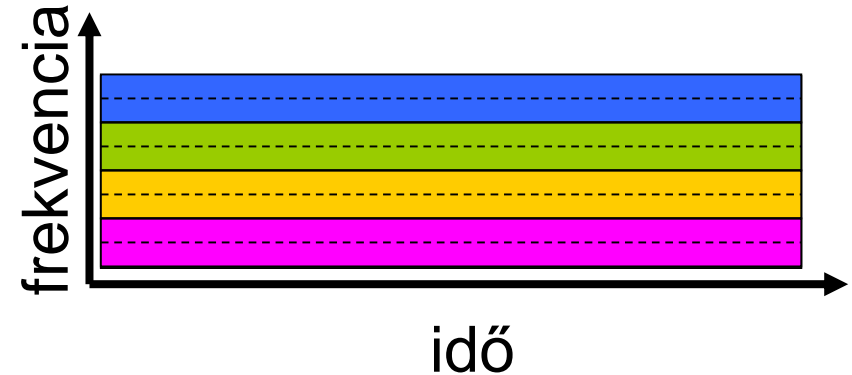
- Összekapcsolt útvonalválasztók szövevényes hálózata
- Kérdés, hogy hogyan továbbítódnak az adatok a hálózaton?
 - **Áramkörkapcsolás:** kapcsolatonként dedikált csatorna, régi példa: vezetékes távbeszélő
 - **Csomagkapcsolás:** az adatok diszkrét "darabkákban" továbbítódnak



1. Hálózatok alapelemei, az Internet alapjai
2. Protokoll, szerkezet és szolgáltatás
3. Az Internet szerkezeti részei
4. **Áramkörkapcsolás és csomagkapcsolás**
5. Csomagvesztés, késleltetés, átbocsátóképesség

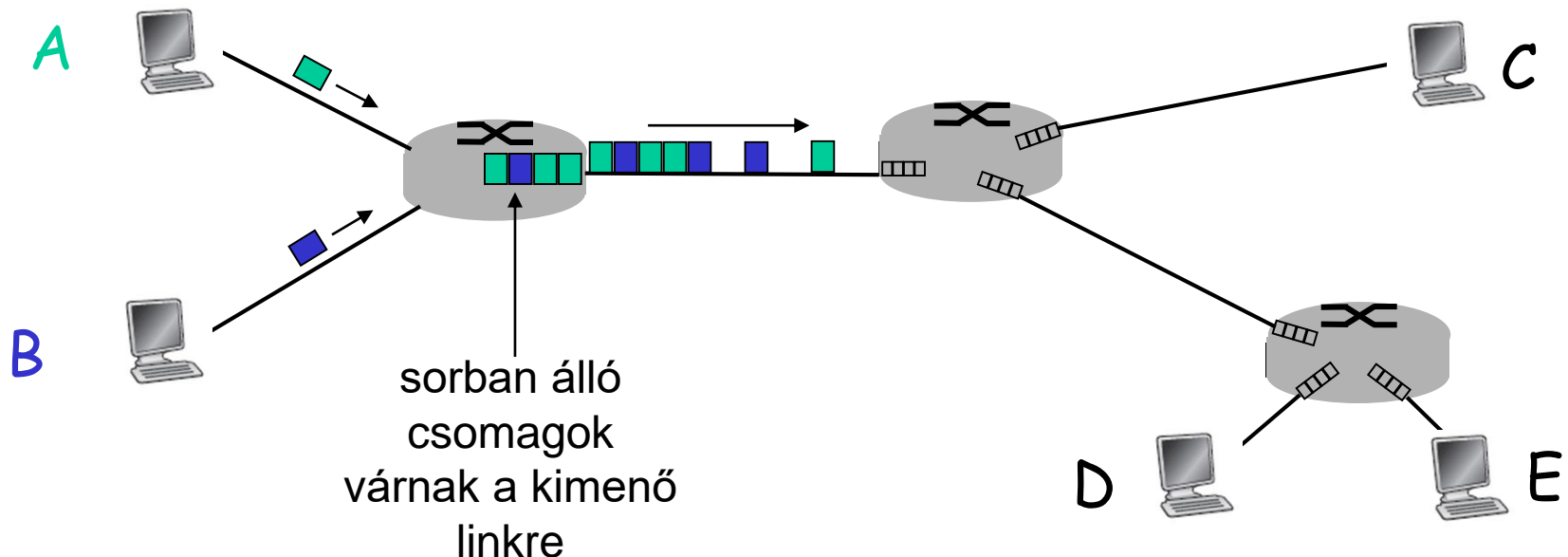
- Egy-egy kapcsolat (hívás) végponttól végpontig foglal le erőforrásokat
 - Dedikált erőforrások, a lefoglalt részen nincs erőforrás-megosztás más kapcsolatokkal
 - Áramkörszerű (garantált) teljesítőképesség
 - Hívásfelépítés és lebontás szükséges
- A hálózati erőforrásokat (pl., a sáv szélesség) “darabokra” osztjuk
 - Az erőforrás darabokat kapcsolatokhoz rendeljük
 - Az éppen egy kapcsolathoz sem rendelt erőforrás darabok nincsenek használatban (nincs erőforrás-megosztás)

- Link sávszélességének “feldarabolása”
 - **Frekvenciaosztás** – FDM
(Frequency Division Multiplexing)
 - **Időosztás** – TDM (Time Division Multiplexing)
 - További felosztási módszerek
 - Kódosztás – CDM
 - Hullámhosszosztás – WDM
- Kapcsolatok multiplexálása



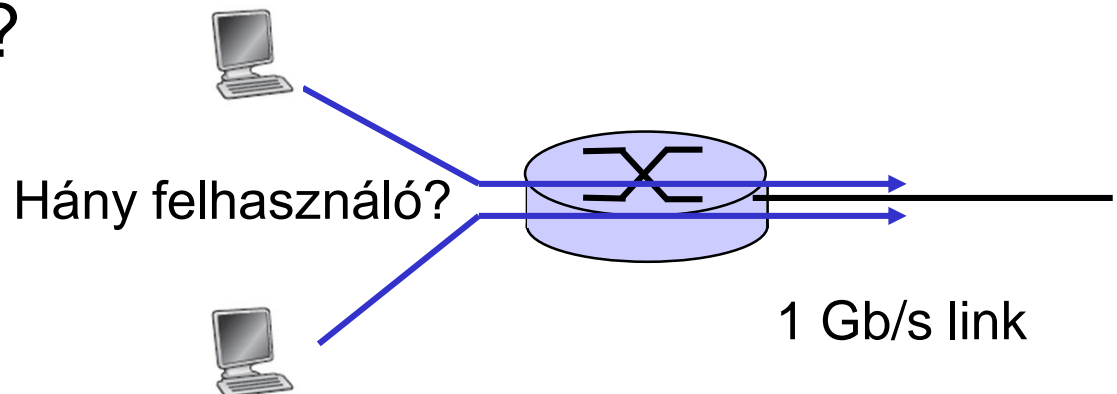
- Minden adatfolyam csomagokra van bontva
 - A és B felhasználó csomagjai **osztóznak** a hálózati erőforrásokon
 - Minden csomag a teljes link-sávszélességet használja
 - Az erőforrások felhasználása **igény szerint**
 - Az erőforrás „darabjai” nincsenek lefoglalva és egyes adatfolyamokhoz rendelve
- Verseny az erőforrásokért
 - Az aggregált erőforrásigény akár túl is lépheti a rendelkezésre álló erőforrások mennyiségét
 - **Torlódás (congestion)**: a csomagok sorba állnak, várják, hogy használhassák a linket

- A és B csomópont csomagjainak sorozata
 - Nincs fix sorrend
 - Nem biztos, hogy fix a csomagok mérete
 - Az adatfolyamok a sávszélességen igény szerint osztoznak
 - Emlékezzünk: időosztás esetén egy adott adatfolyam mindig ugyanazt az időrést kapja a TDM-keretekben



- **Áramkörkapcsolás**
 - Hosszú kapcsolat (kapcsolat felépítése/lebontása)
 - Egyenletes erőforrásigény
 - Megbízható minőség (pl. késleltetés)
 - Pl. telefonhívás
- **Csomagkapcsolás**
 - Rövid kapcsolat
 - Dinamikus erőforrásigény
 - Minőségi garancia másodlagos
 - Pl. **adatátvitel**

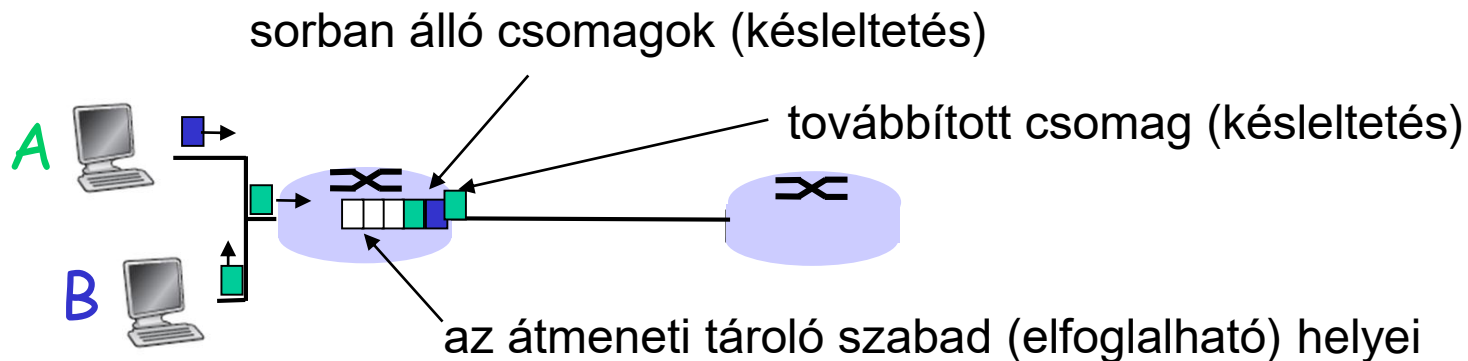
- Hányan használhatják egyszerre a hálózatot?
 - Példa
 - 1 Gb/s sávszélességű link
 - Az idő 10%-ában aktív, 100 Mb/s igényű felhasználó
 - Áramkörkapcsolás
 - Összesen 10 felhasználó egyidejű kiszolgálása sikeres
 - Csomagkapcsolás
 - Összesen 35 felhasználó egyidejű kiszolgálása esetén annak a valószínűsége, hogy egyszerre több mint 10-en aktívak, kevesebb, mint 0,004 (vagyis 0,4%)
- Tehát melyik jobb?



- Nagyszerűen megfelel löketszerűen érkező (bursty) adatok továbbítására
 - **Statisztikusan megosztott** erőforrások
 - Egyszerű működés, nincs hívásfelépítés
- Nagyobb torlódás esetén mi lesz a csomagokkal?
 - Késleltetés a **sorbanállás** miatt
 - Csomagvesztés
 - Protokollok szükségesek a megbízható adatátvitelhez és torlódásvezérléshez
- Hogyan biztosítható az áramkörkapcsolásra hasonlító működés?
 - garantált sávszélesség kell az audio/video alkalmazások számára
- Fejlécek kellene minden csomagra

1. Hálózatok alapelemei, az Internet alapjai
2. Protokoll, szerkezet és szolgáltatás
3. Az Internet szerkezeti részei
4. Áramkörkapcsolás és csomagkapcsolás
5. Csomagvesztés, késleltetés, átbocsátóképesség

- A csomagok **sorban állnak** az útvonalválasztók átmeneti tárolóiban (buffer, puffer)
 - A csomagok érkezési intenzitása eléri a kimenő link kapacitását (csomag/másodperc)
 - Várnak a továbbításukra
 - A kiszolgálás legegyszerűbb esetben FIFO
- A pufferek mérete véges
 - Teli puffer esetén érkező csomaggal mi legyen?

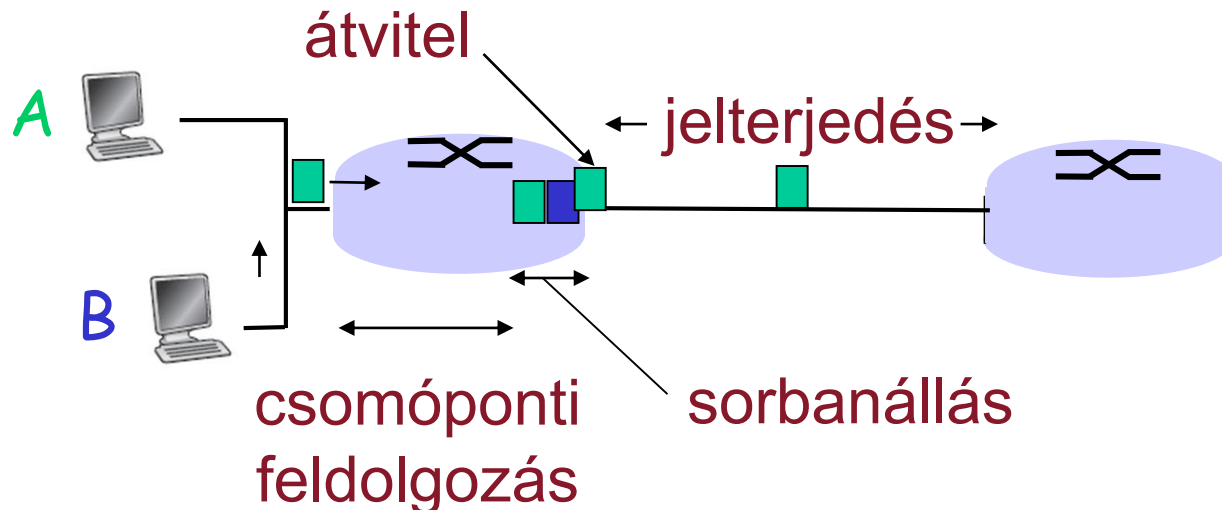


1. Csomóponti feldolgozás

- Bithibák ellenőrzése
- Kimenő link meghatározása
- Tipikusan néhány mikroszekundum, vagy kevesebb

2. Sorbanállás

- Az átvitelre várakozás a kimenő linknél
- Függ az adott útvonalválasztónál fennálló torlódás mértéktől

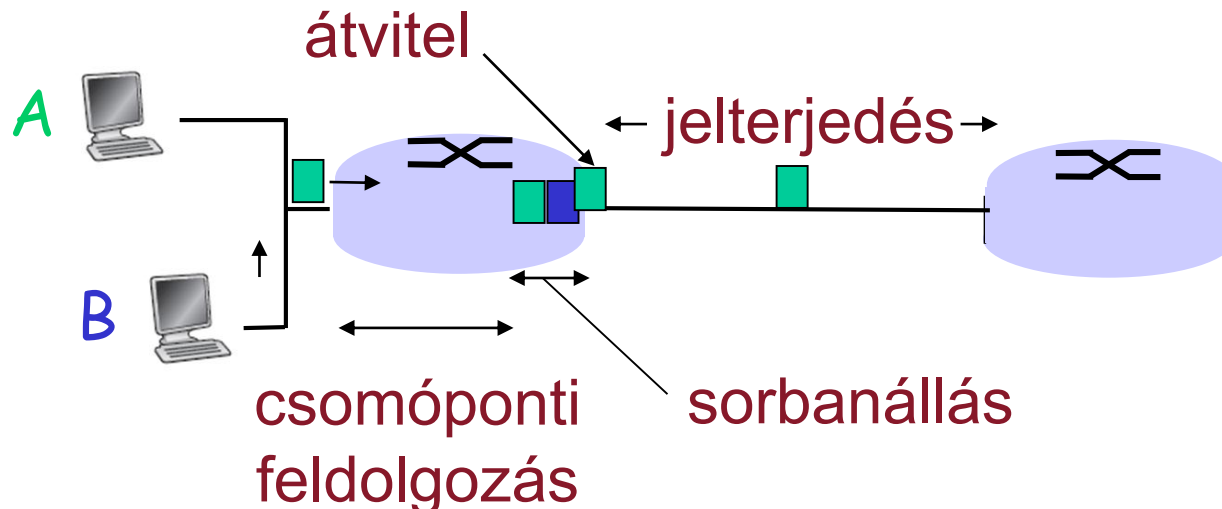


3. Átviteli késleltetés

- R = link sávszélesség (bps)
- L = csomagméret (bit)
- A csomag bitjeinek a linkre kiküldéséhez szükséges idő: L/R

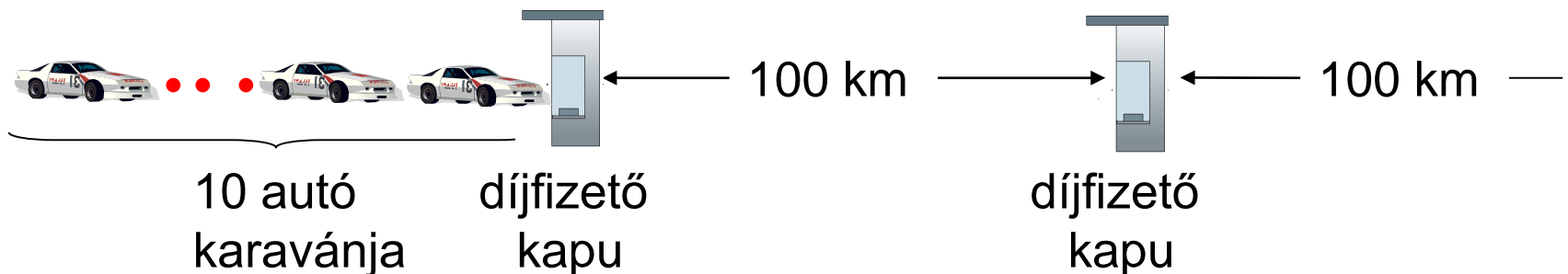
4. Jelterjedési késleltetés

- d = a fizikai link hossza (m)
- s = a jel terjedési sebesség a közegben ($\sim 2 \times 10^8$ m/sec)
- Jelterjedési késleltetés: d/s
- Néhány mikroszekundumtól néhány milliszekundumig



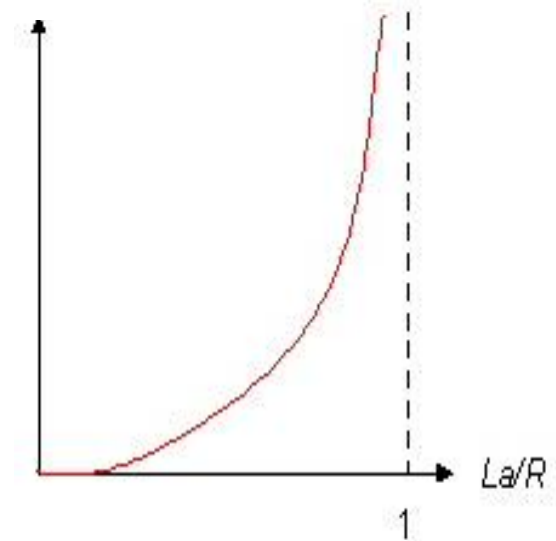
ANALÓGIA: AUTÓKARAVÁN AZ AUTÓPÁLYÁN

- Az autók “terjedési” sebessége 100 km/h
- A kapu 12 másodperc alatt szolgál ki egy autót (átviteli idő)
- Megfeleltetések
 - autó ~ bit
 - karaván ~ csomag
- Mennyi időbe telik, mire a karaván autói felsorakoznak a második kapunál?
- A teljes karaván (10 autó) következő útszakaszra való átengedéséhez szükséges idő: $12 \cdot 10 = 120$ mp
- Egy autó (az utolsó) az első kaputól a második kapuig : $100\text{km}/(100\text{km/h}) = 1$ óra alatt jut el
- Késeltetés: 62 perc



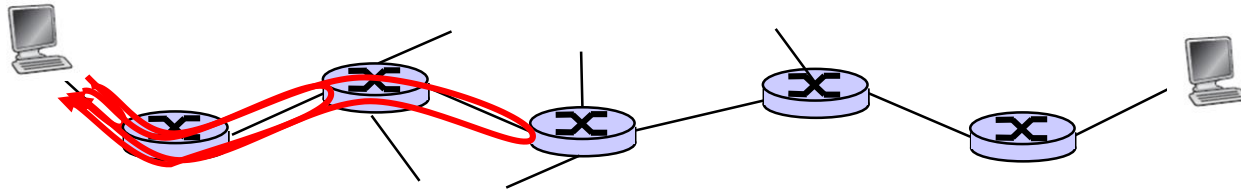
- A forgalom intenzitása = La/R
 - R =link sávszélesség (bps)
 - L =csomagméret (bit)
 - a =átlagos **csomagérkezési intenzitás** (1/sec)

átlagos sorbanállási késleltetés



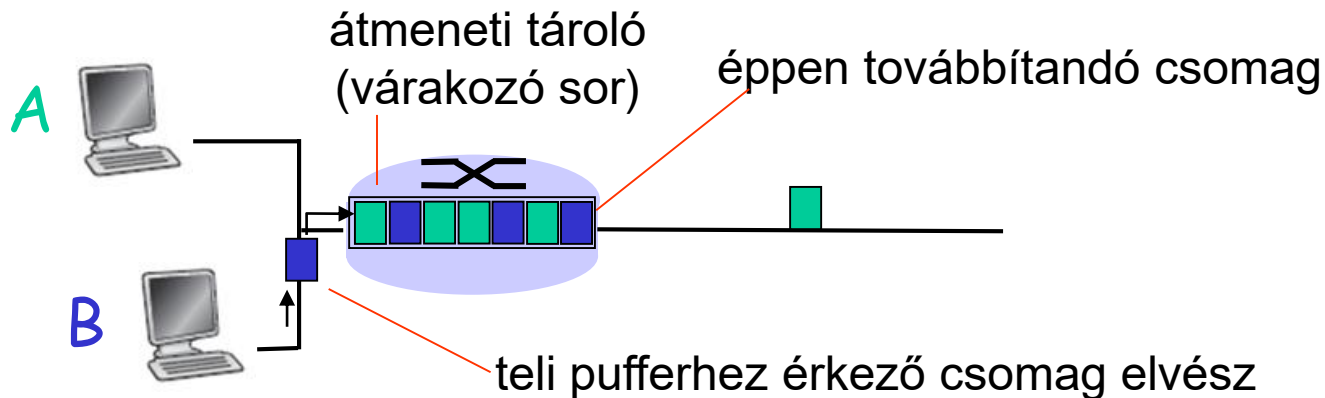
- $La/R \sim 0$: az átlagos sorbanállási késleltetés kicsi
- $La/R \rightarrow 1$: a késleltetés nő
- $La/R > 1$: több “tennivaló” érkezik, mint amennyi elvégezhető, az átlagos késleltetés végtelen nagy lesz!

- Hogyan néz ki a késleltetés és a csomagvesztés a “valóságos” Interneten?

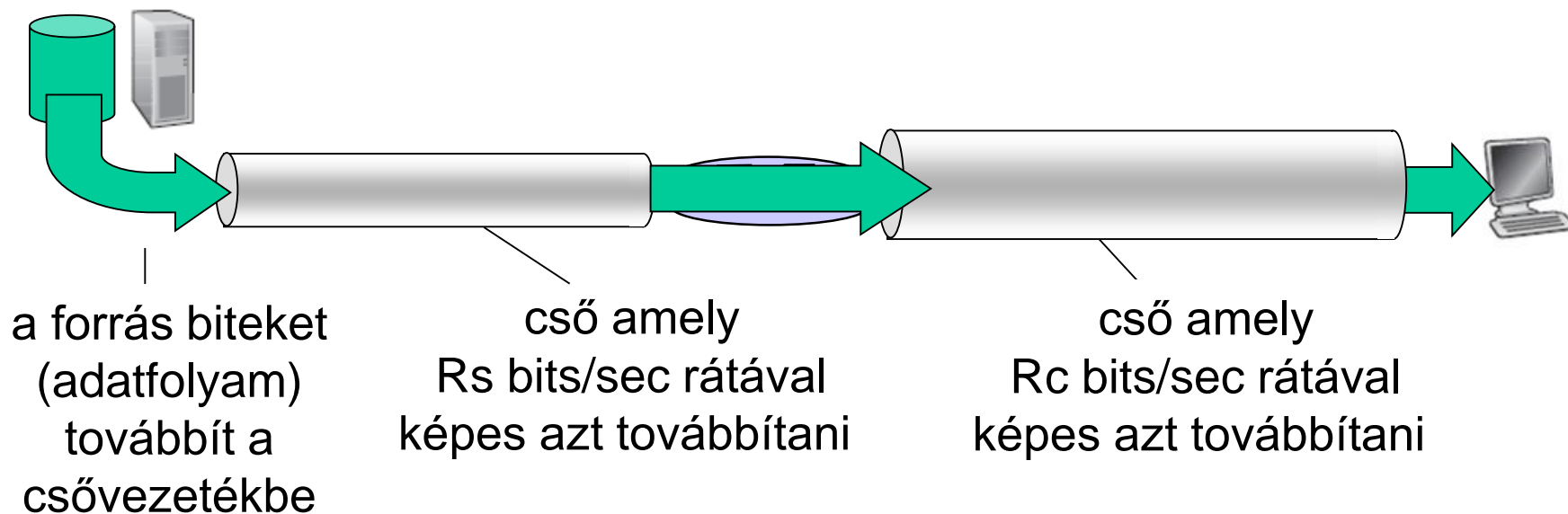


- Több útvonalválasztóban is sorban áll a csomag
- A korrekt kiszámítása összetett feladat
- Hogyan lehetne lemérni?
- **Traceroute** program: késleltetések mérése a forrástól a nyelőig minden útvonalválasztóra az útvonal mentén
 - A forrás csomagot küld minden egyes routerhez ami a nyelőhöz vezető úton van
 - Minden router visszaküld egy választ a forrásnak
 - A forrás ennek alapján kiszámolja a küldés és válasz közt eltelt időt: **RTT** (roundtrip time, körbejárási idő)

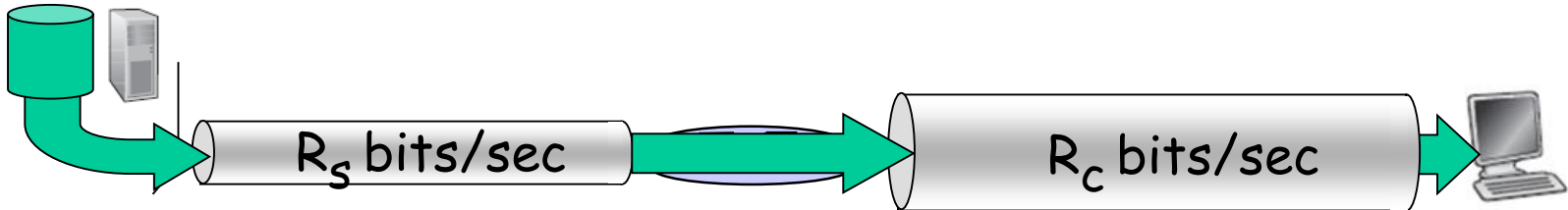
- A link előtti tároló kapacitása véges
- Ha akkor érkezik csomag, amikor tele a sor a csomagot el kell dobni: **csomagvesztés (packet loss)**
- Az elveszett csomagot újraküldheti az előző csomópont, a forrás hozt, de az is lehet, hogy nincs újraküldés
- Más okból is veszhetnek el csomagok, például bithibák miatt



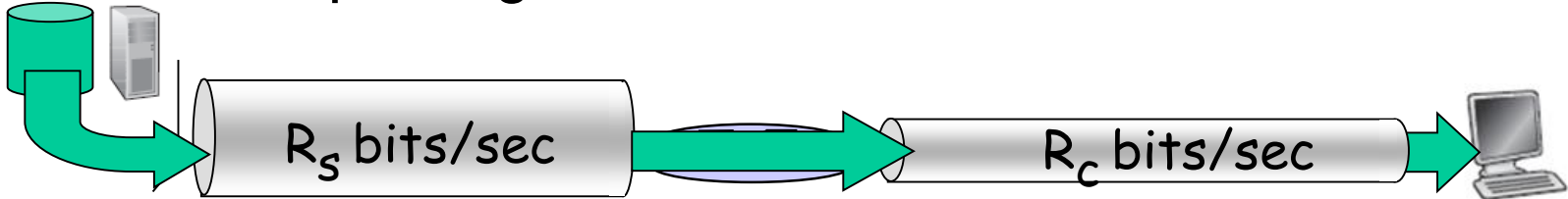
- Ráta (sávszélesség) amivel a bitek továbbítása
ténylegesen történik a forrás és a nyelő között (bps)
 - **Pillanatnyi:** egy adott helyen és időpontban
 - **Átlagos:** egy hosszabb időtartamra vonatkoztatva



- $R_s < R_c$ Mekkora a végpontok közötti átlagos átbocsátóképesség ?



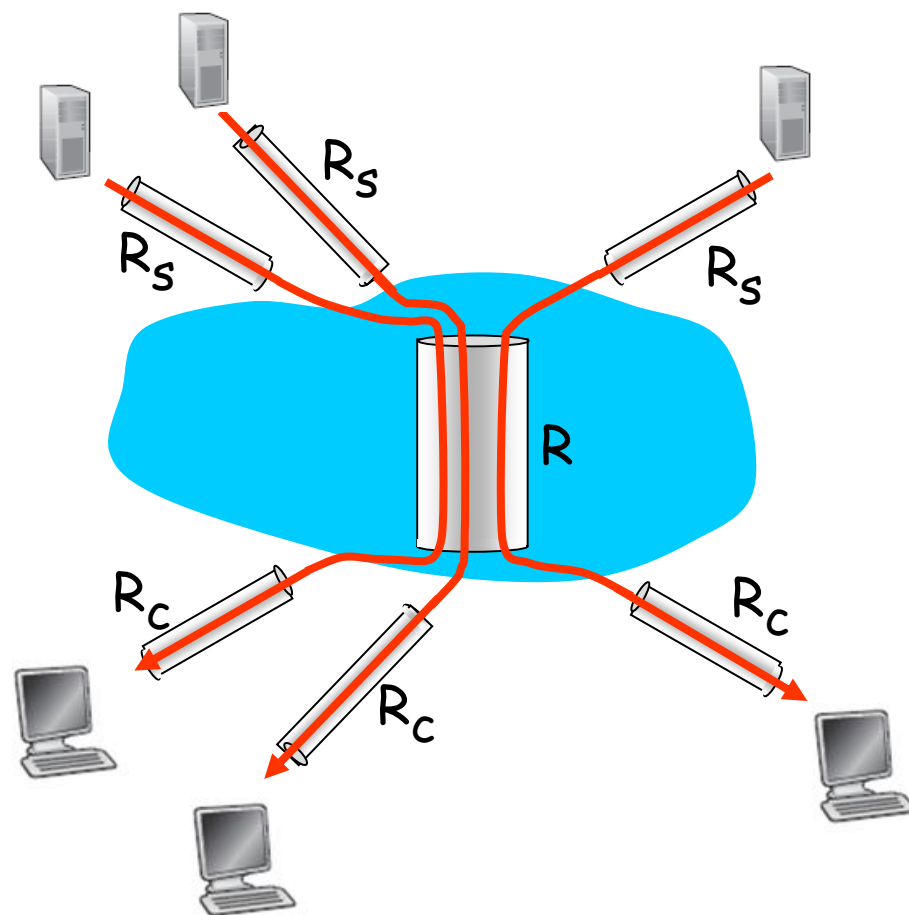
- $R_s > R_c$ Mekkora a végpontok közötti átlagos átbocsátóképesség ?



- **Szűk keresztmetszetű link (bottleneck)**
 - A végpontok közti átbocsátóképességet korlátozó link
 - Több forrás-nyelő pár esetén azért nem ennyire egyszerű...

- Példa: 10 kapcsolat osztozik a gerinchálózati (szűk keresztmetszetű) R sáv szélességű linken
- Egyenlő (igazságos) osztozkodás esetén minden kapcsolatra a végpontok közti átbocsátóképesség:

$$\min(R_c, R_s, R/10)$$
- A gyakorlatban: általában R_c vagy R_s a szűk keresztmetszet
- Bonyolultabb esetek
 - Több link hálózata
 - Nem igazságos osztozkodás



- Az eddig látott jellemzők az adatátvitel minőségét írják le
 - Késleltetés
 - Csomagvesztés
 - Átbocsátás (sávszélesség)
 - A késleltetés ingadozása
- Összefoglaló néven ezeket szolgáltatásminőségnek (**Quality of Service, QoS**) hívjuk
- Ezt az adatátvitelnél
 - Tapasztaljuk
 - Előírhatjuk?
- A **QoS követelmények** biztosítása a csomagkapcsolás miatt nem kézenfekvő
 - Erőforráslefoglalás
 - Prioritások

- Ebben a tárgyban nem részletezzük, de fontos
 - **Hálózatbiztonság**
 - Adataink és erőforrásaink védelme
 - **Megbízhatóság**
 - Ritkán szeretnénk meghibásodások következményeit tapasztalni



HÁLÓZATI RENDSZEREK
ÉS SZOLGÁLTATÁSOK
TANSZÉK

