



HÁLÓZATI RENDSZEREK
ÉS SZOLGÁLTATÁSOK
TANSZÉK

HÁLÓZATOK ALAPJAI ÉS ÜZEMELTETÉSE

Bevezető, alapfogalmak

2019. február 4.

Zsóka Zoltán

BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

zsoka@hit.bme.hu



- Hálózatok alapjai és üzemeltetése
 - Üzemmérnök informatikus képzés, 2. félév
 - BME-VIHIBA01
- Oktatók
 - Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
 - Előadások: Zsóka Zoltán, docens (tárgyfelelős)
 - Laborgyakorlatok: Gódor Győző, Jakab Tivadar, Mészáros András, Szandi Lajos, Zsóka Zoltán
- Elérhetőség
 - Előadások előtt, szünetben vagy után
 - Email: zsoka@hit.bme.hu

- Félév közben
 - Részvétel
 - Fizikai jelenlét
 - Laborgyakorlatokon **70%, 9 alkalom** (12 valódi labor lesz)
 - Ellenőrző laborok
 - A 7 darab vezetett laborgyakorlaton tanultak ellenőrzése
 - Összesen 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 végén tíz percre tíz kérdés
- Vizsga

- **Elemi**

- A 3 legjobb kisZH (**$12 \leq K \leq 30$**)
- Vizsga pontszáma (**$28 \leq V \leq 70$**)
- Jutalompontok (**$0 \leq J \leq 7$**)
 - A vezetett laborgyakorlatokra való felkészülést ellenőrző beugró/kiugró kérdésért kapható

- **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
 - Gyakorlati szakemberek vendégelőadásai
- **Laborgyakorlatok**
 - Heti egy alkalom
 - Ismeretek gyakorlati alkalmazása
 - Vezetett órák – a laborvezetők mutatják a teendőket
 - Ellenőrző órák – önálló munka, értékeléssel

- Adminisztráció
 - Jelenlét
 - Pontok
- Oktatási anyagok
 - Előadás-fóliák
 - Laborfeladatok
- Számonkérések
 - Beugrók/kiugrók
 - kisZH-k
 - Vizsgák
- Egyéb információk



- Terembeosztás a laborokhoz
- **hau-id** azonosító
 - A tárgyra érvényes egyedi hallgatói azonosító
 - Mire való?
 - Laborgyakorlatokon szükség lesz rá
 - GDPR-kompatibilis azonosítás, pl. ülésrendekhez
 - Bizonyos feladatoknál szükséges hozzá jelszó is
- Közérdekű információk terjesztése
 - Fórumüzenetek formájában

- Cím: moodle.hit.bme.hu
- Bejelentkezés
 - Azonosító: neptun kód
 - Jelszó
 - elsőre kérjünk újat, úgy, mint elfelejtett jelszónál
 - az email a hivatalos címre megy
- Hallgatói hozzáférés 2019 február 6-án 15:00-től

- Tankönyv:
James F. Kurose - Keith W. Ross: Számítógép-
hálózatok működése, Panem, 2008 – **KR**
 - Nem minden fejezetet tárgyalunk
 - Nem minden anyagrészt fed le
 - A magyarul elérhető 4. kiadás egyes részei kezdenek elavulni
 - 7. kiadás: 2017

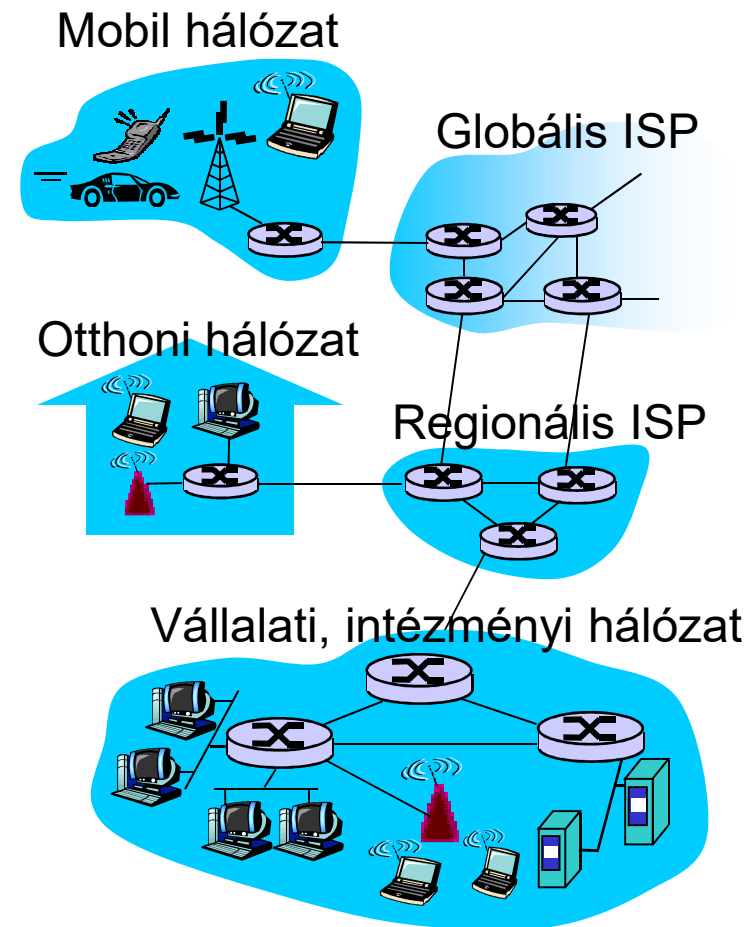
- Előadásfóliák
 - Felhasználtuk hozzájuk a KR könyvhöz készült fóliasort is
- Az egyes anyagrészekhez külön megadott források
 - A KR könyvvel nem lefedett részekhez
- A laborokon nem tilos jegyzetelni

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

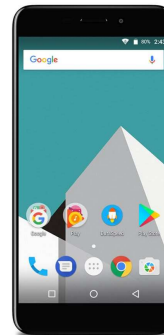
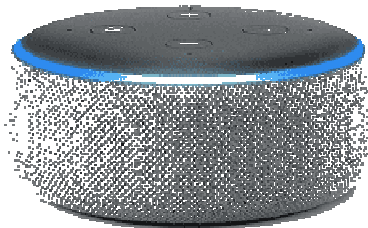
1. Hálózatok alapelemei, az Internet alapjai
2. Protokoll, szerkezet és szolgáltatás
3. Az Internet szerkezeti részei
4. Áramkörkapcsolás és csomagkapcsolás
5. Csomagvesztés, késleltetés, átbocsátóképesség

- Számítógép hálózatok
 - Kommunikációs hálózatok
 - Infokommunikációs hálózatok
 - Egymással kommunikáló számítástechnikai eszközök, programok
- Az ember szerepe?
 - Néha még van ember a kapcsolatok végpontjain
- Működik az Internet?
 - Elvárjuk, hogy mindig, mindenhol legyen
 - Mint az elektromos hálózat 30 éve...

- Összekapcsolt intelligens eszközök
milliói: **hosztok (végponti
rendszerek, végrendszerek)**
 - **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 (adatarabkák)
továbbítanak

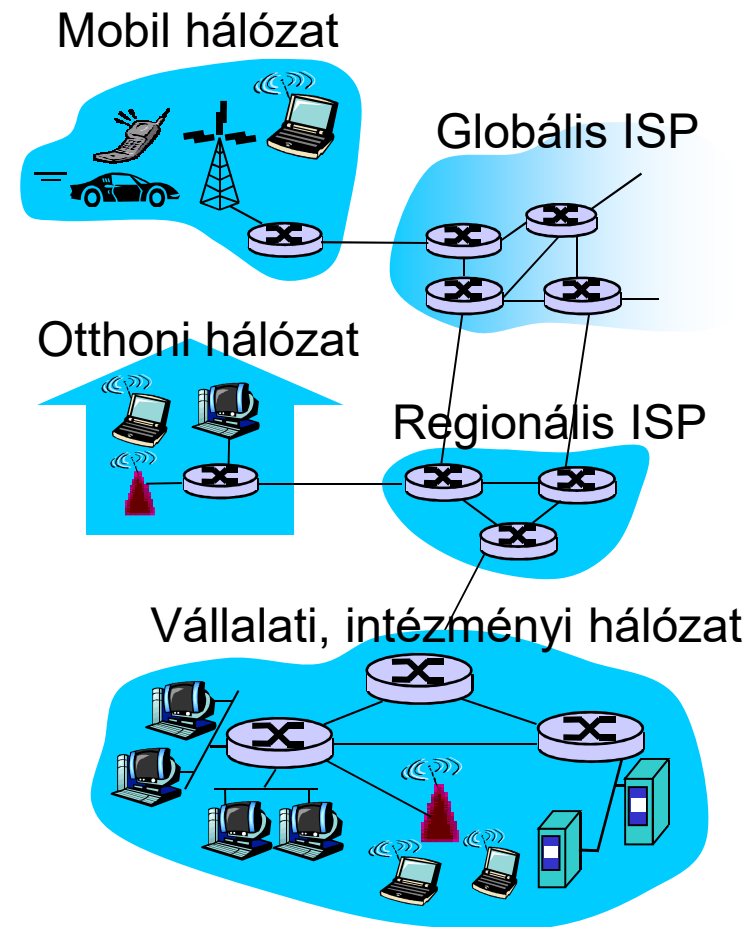


- Számítógép?
- Mobil kommunikációs eszközök
- IoT eszközök
- Számítógépek!



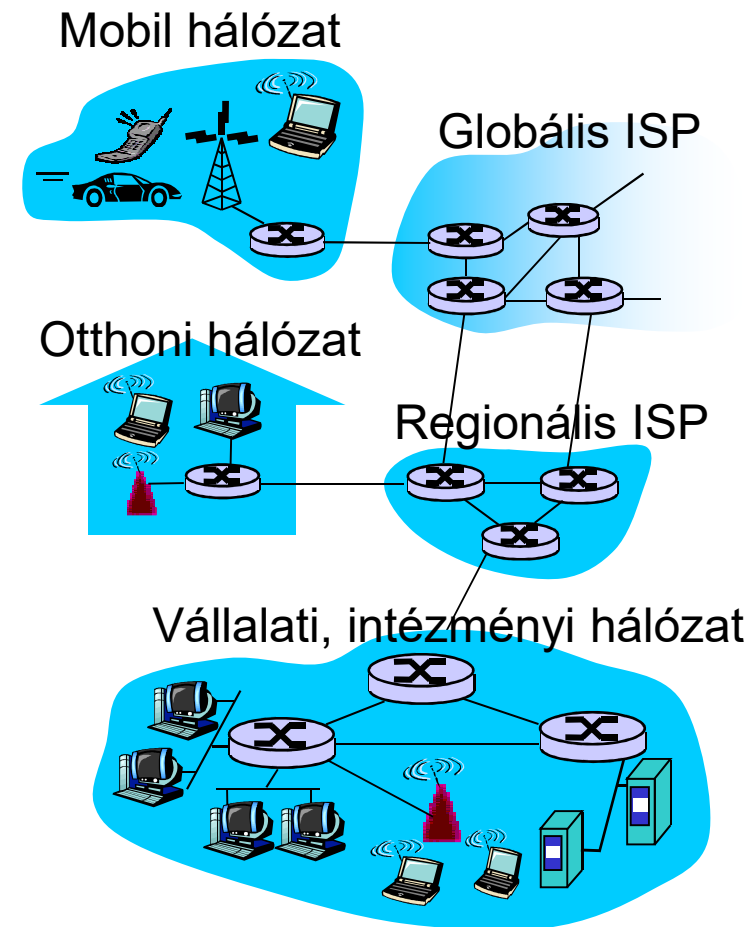
ÉS MÉG MI AZ INTERNET?

- **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



HOGYAN MŰKÖDHET AZ INTERNET?

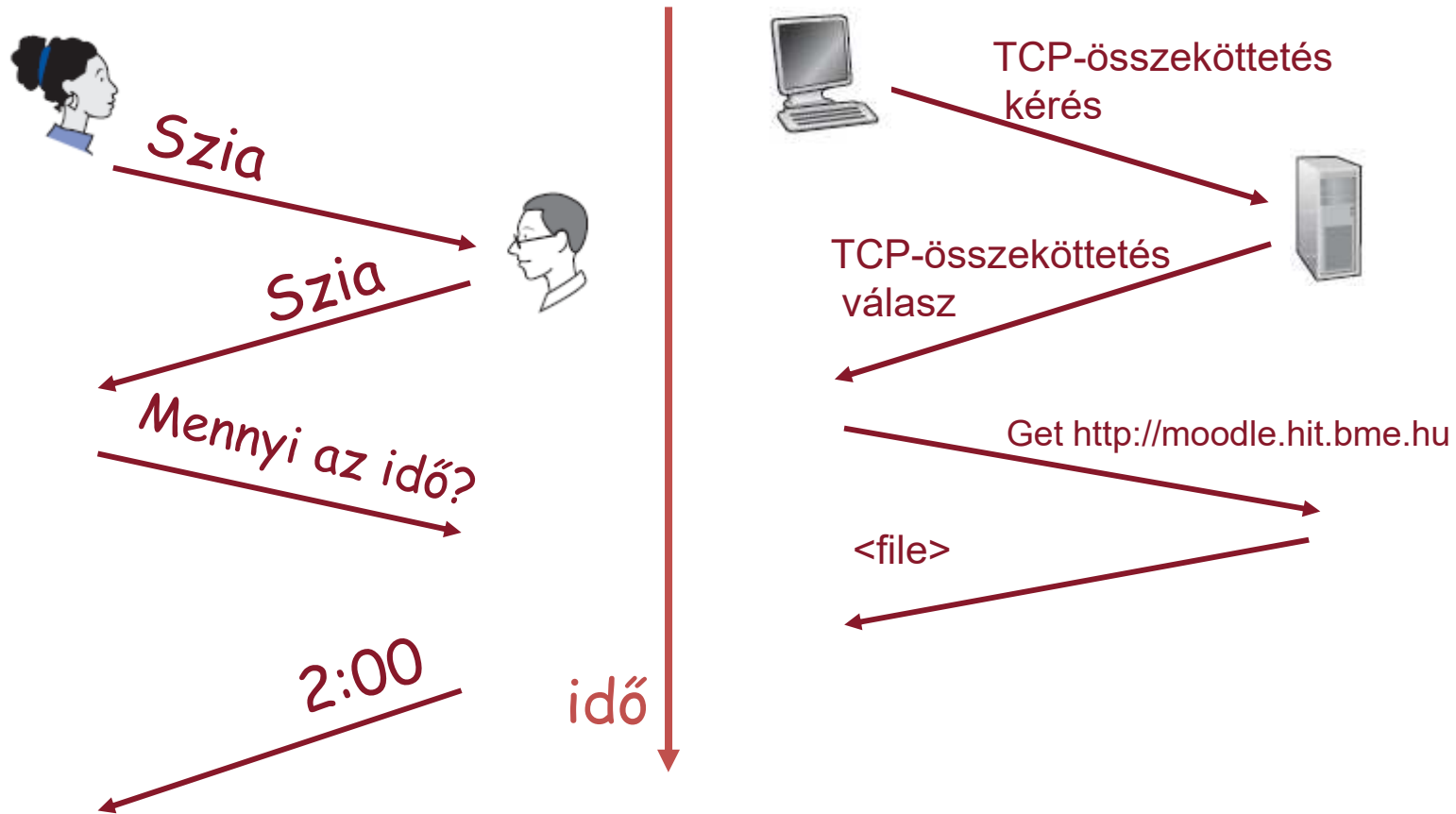
- **Hálózatok hálózata**
 - lazán hierarchikus
 - nyilvános Internet, privát intranetek
- **Protokollok** az üzenetek küldésének és fogadásának vezérléséhez
- Internet **szabványok**
 - RFC: Request for comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force



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
 - **Gépi kommunikáció**
 - Hasonlít az emberire
 - Pontosabb szabályok kellenek
 - Gépek generálják és dolgozzák fel az üzeneteket
 - Formátumok
 - Állapotok
- ## Protokoll
- Üzenetváltást leíró szabályok
- Sorrend
 - Formátum
 - Reakciók eseményekre
 - Küldés/fogadás
 - Egyéb

Időbeli lefolyás emberi és gépi kommunikáció esetén



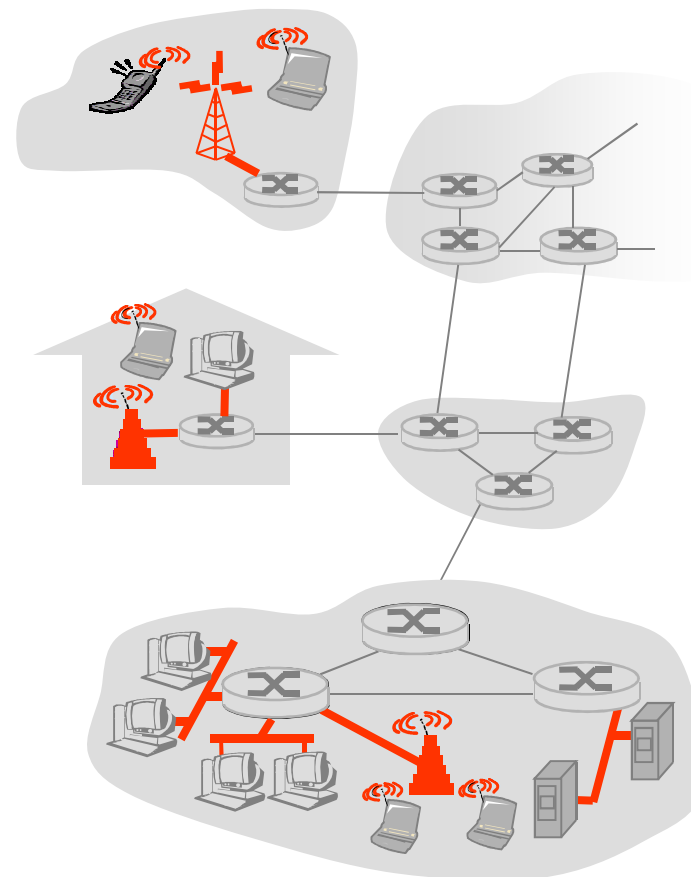
- A hosztok alkalmazásokat futtatnak
 - Kliens szerep: adatot igényel
 - Szerver szerep: adatot szolgáltat
 - Adatforgalom minőségével kapcsolatos igényeik lehetnek
- **Kliens-szerver** architektúra
 - Egyértelmű, dedikált szerep
 - Például web böngészés
- **Peer-to-peer** architektúra
 - Minden elem 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

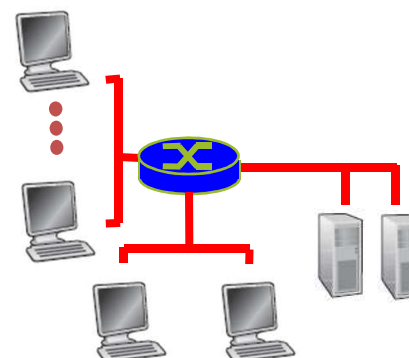
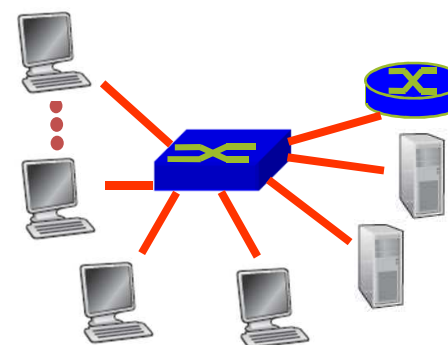
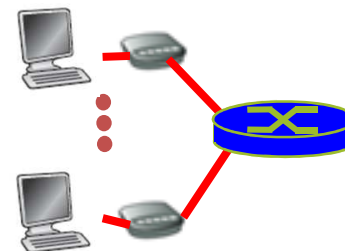
A HÁLÓZAT SZERKEZETE

- 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

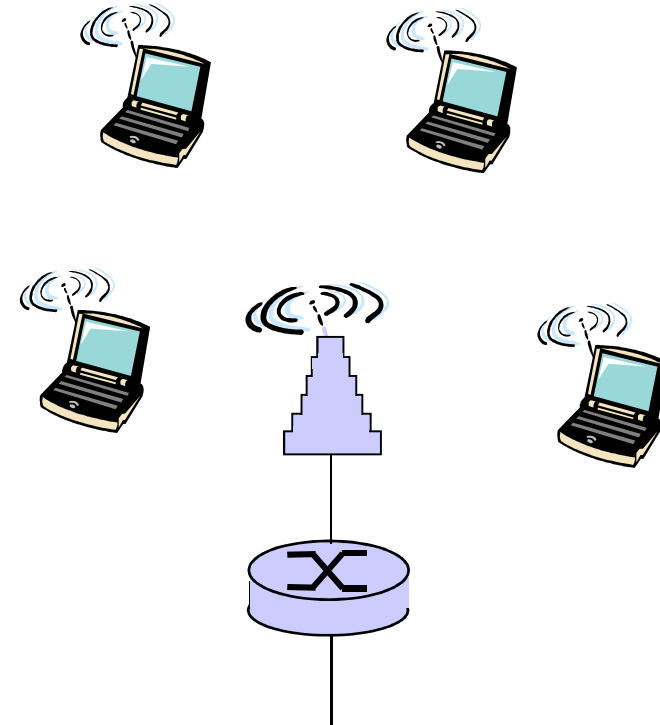
- Csomópontok
 - A hosztok hálózati funkciójú elemei, pl. hálózati kártya
 - Hálózati eszközök
 - Összekapcsolva egymással és a hálózat magjával
- Hordozó közeg
 - Fizikai közeg
 - Sáv szélesség (b/s, bps)
 - Dedikált/osztott erőforrás



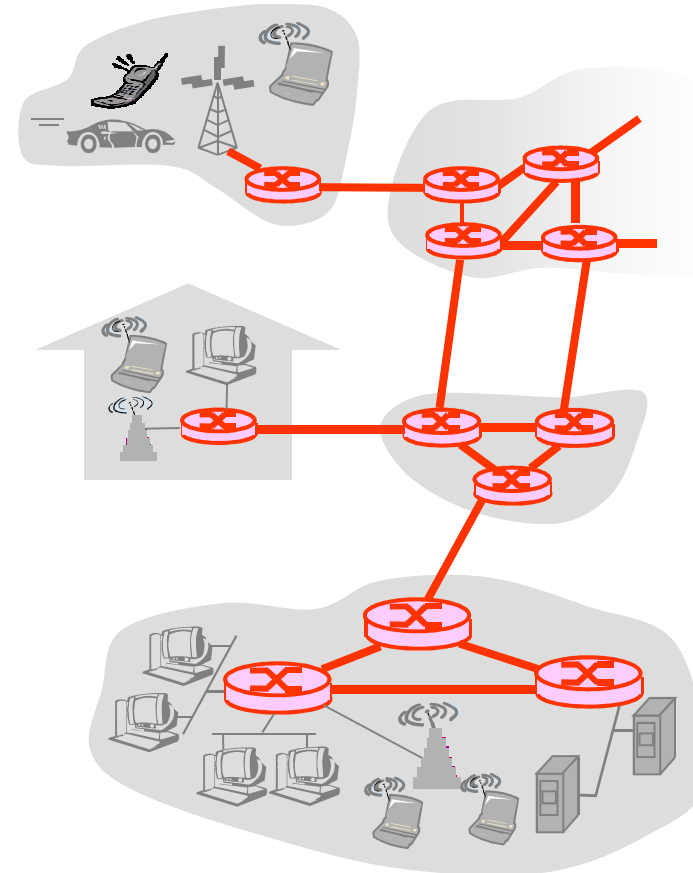
- Otthonról
 - **Digitális előfizető vonal** (DSL) változatai – dedikált, aszimmetrikus
 - **Kábel** (Coax vagy HFC) – dedikált vagy osztott aszimmetrikus
 - **Optikai kábel** (FTTx) – dedikált aszimmetrikus
- Vállalati vagy egyetemi környezetben
 - tipikusan **Ethernet** – osztott szimmetrikus
- Vezeték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



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



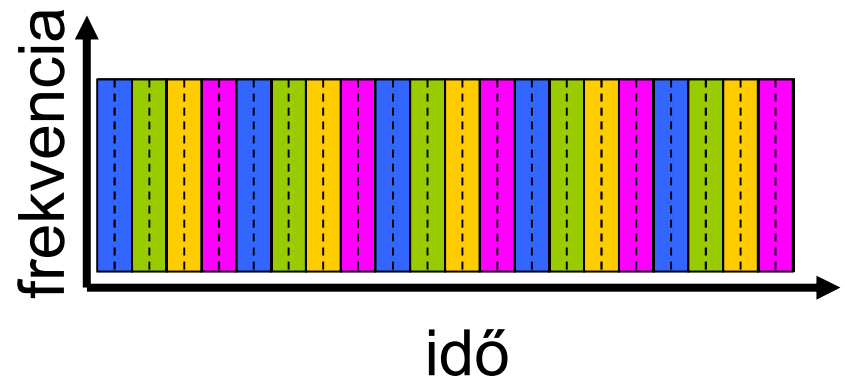
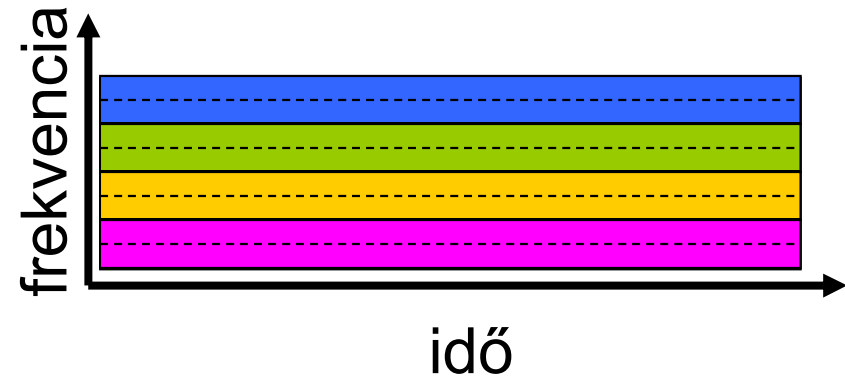
- Összekapcsolt útvonalválasztók szövevényes hálózata
- Kérdés, hogy hogyan továbbítódnak az adatok a hálózaton?
 - **Áramkörkapcsolás:** kapcsolatonként dedikált csatorna, régi példa: vezetékes távbeszélő
 - **Csomagkapcsolás:** az adatok diszkrét "darabkákban" továbbítódnak



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

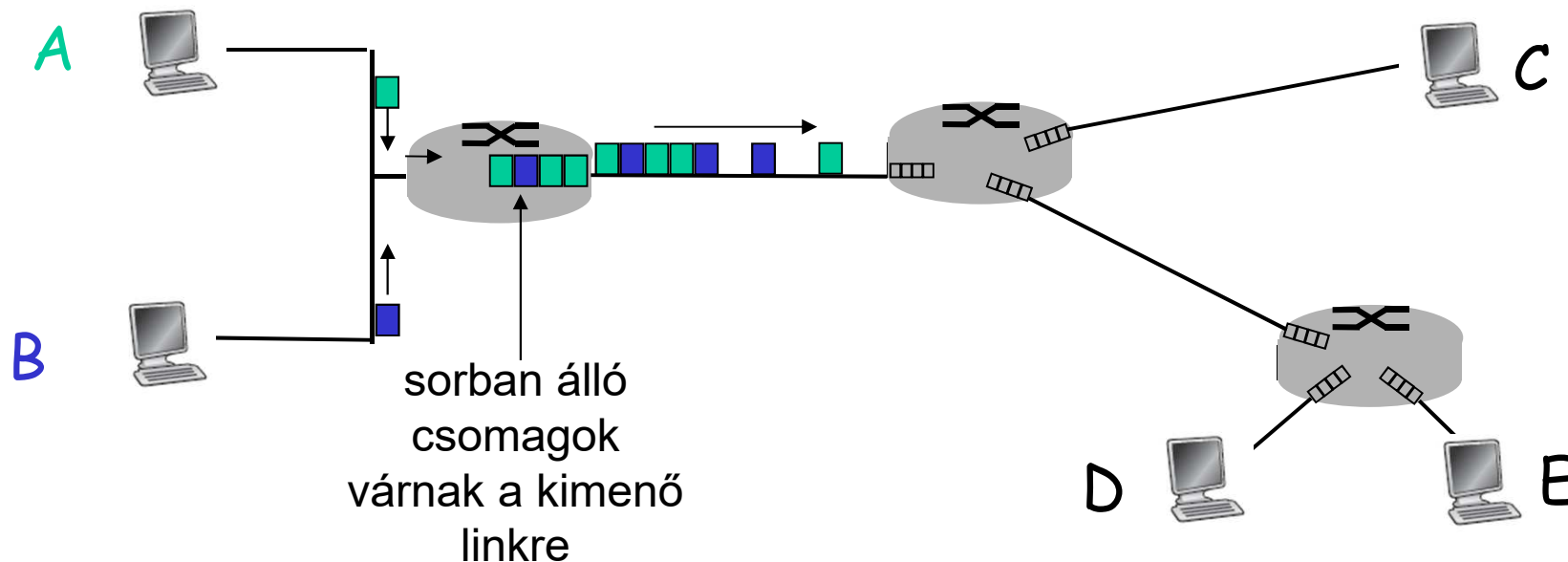
- Egy-egy kapcsolat (hívás) végponttól végpontig foglal le erőforrásokat
 - Link sávszélesség, kapcsolókapacitás
 - Dedikált erőforrások, a lefoglalt részen nincs erőforrás-megosztás más kapcsolatokkal
 - Áramkörszerű (garantált) teljesítőképesség
 - Hívásfelépítés és lebontás szükséges
- A hálózati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

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



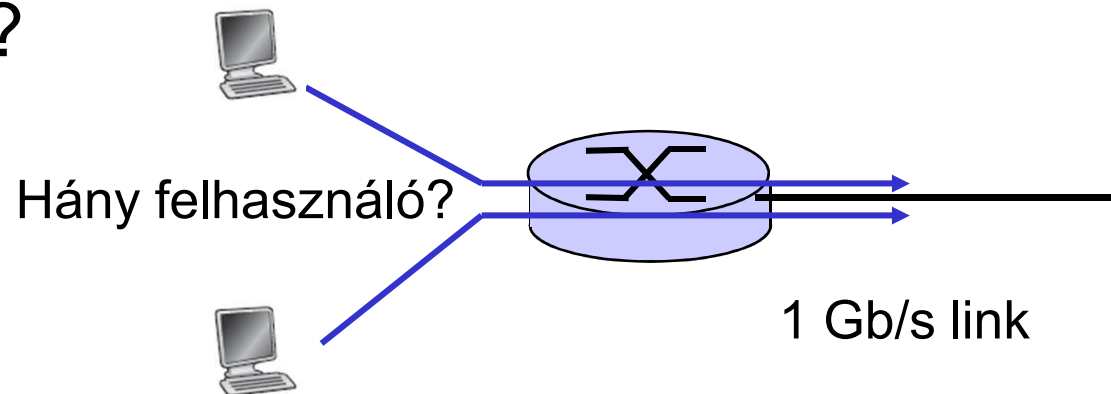
- Minden adatfolyam csomagokra van bontva
 - A és B felhasználó csomagjai **osztóznak** a hálózati erőforrásokon
 - Minden csomag a teljes link-sáv szélességet használja
 - Az erőforrások felhasználása **igény szerint**
 - Az erőforrás „darabjai” nincsenek lefoglalva és egyes adatfolyamokhoz rendelve
- 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
 - **Tárol és továbbít (store and forward)** elv: a csomópont megkapja a teljes csomagot, mielőtt továbbítja

- 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 minden egy adott adatfolyam ugyanazt az időrést kapja a TDM-keretekben



- 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%)

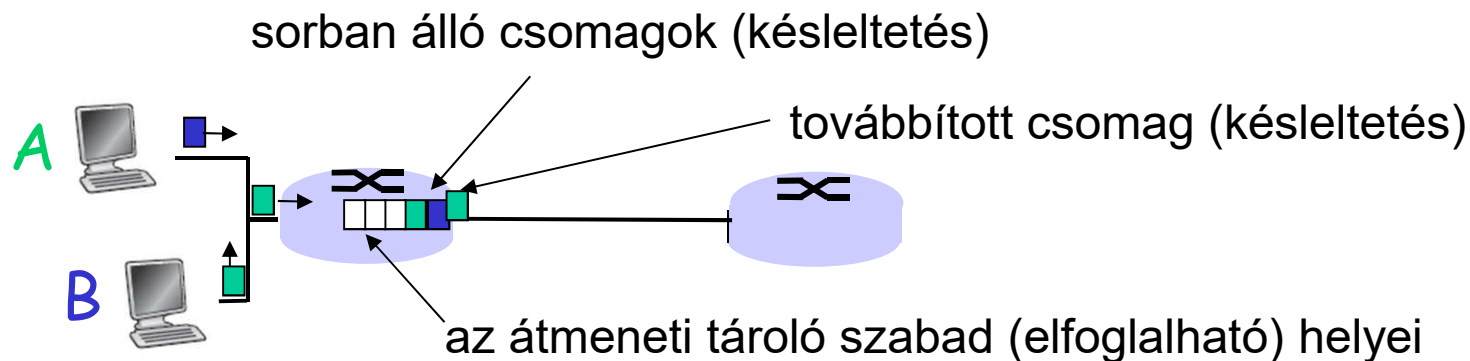
- Tehát melyik jobb?



- 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?

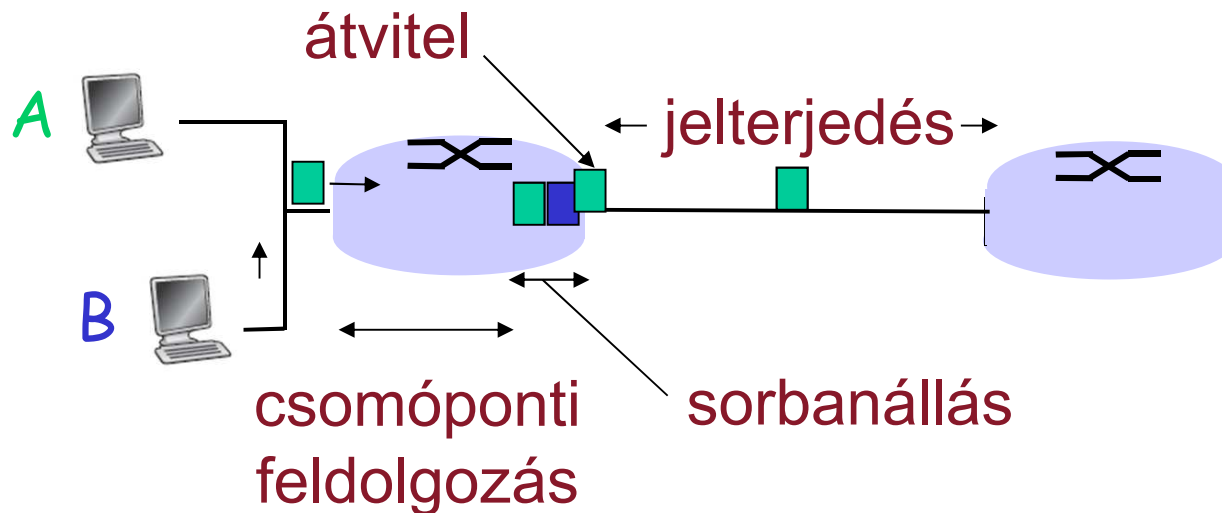


1. Csomóponti feldolgozás

- 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

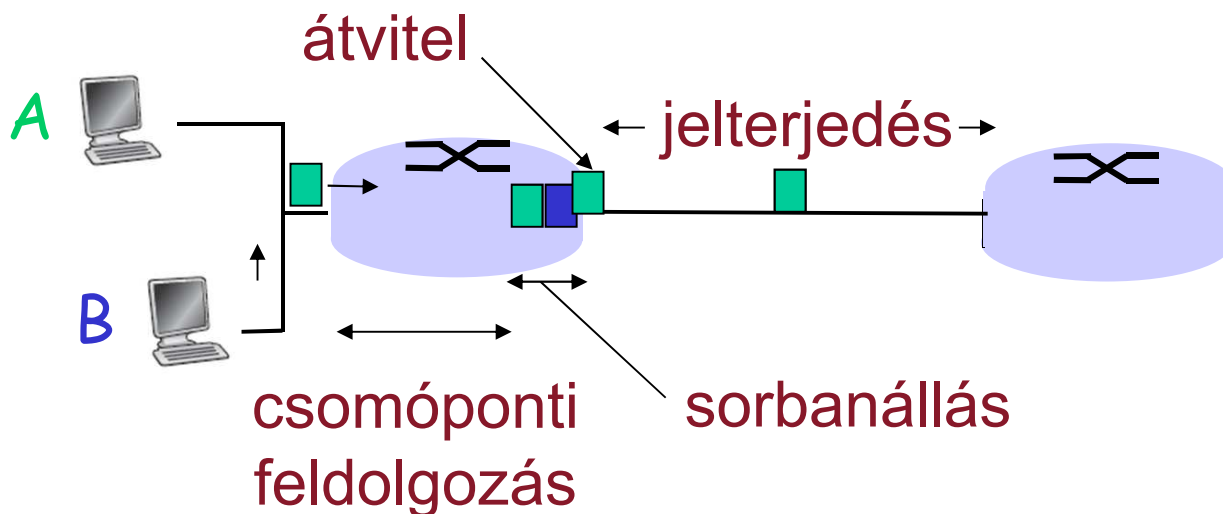


3. Átviteli késleltetés

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

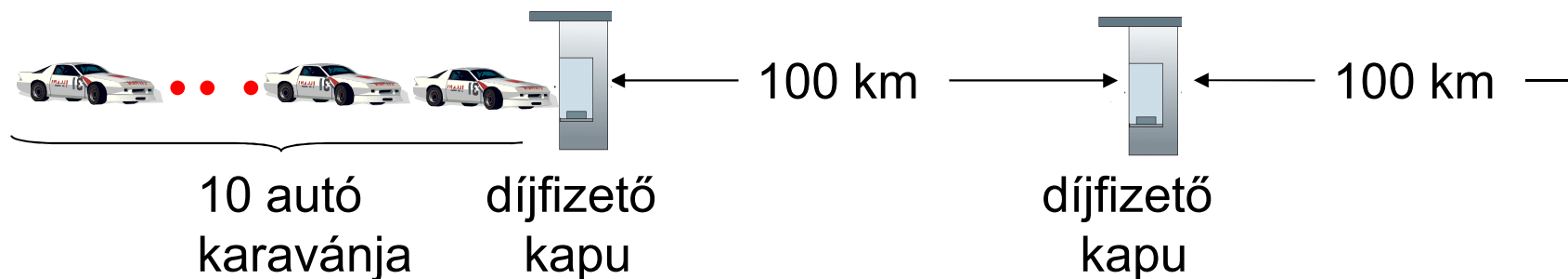
4. Jelterjedési késleltetés

- 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 miliszekundumig



ANALÓGIA: AUTÓKARAVÁN AZ AUTÓPÁLYÁN

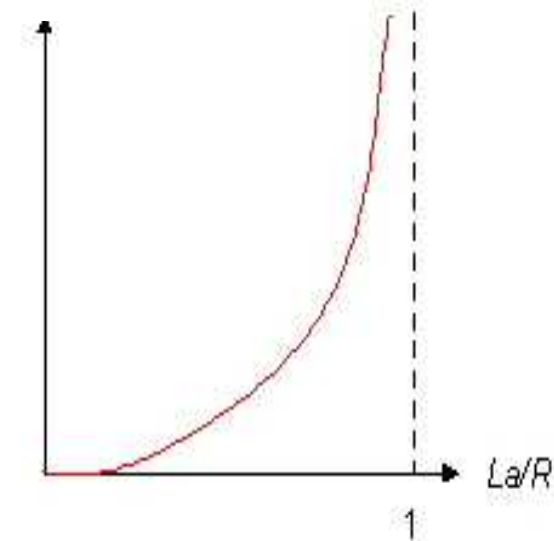
- Az autók “terjedési” sebessége 100 km/h
- A kapu 12 másodperc alatt szolgál ki egy autót (átviteli idő)
- Megfeleltetések
 - autó ~ bit
 - karaván ~ csomag
- Mennyi időbeli telik, mire a karaván autói felsorakoznak a második kapunál?
- A teljes karaván (10 autó) következő útszakaszra való átengedéséhez 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



SORBANÁLLÁSI KÉSLELTETÉS

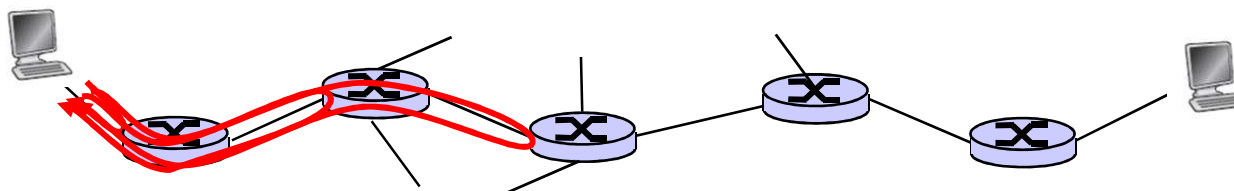
- A forgalom intenzitása = $\lambda L/R$
 - R =link sávszélesség (bps)
 - L =csomagméret (bit)
 - λ =átlagos **csomagérkezési intenzitás** (1/sec)

átlagos sorbanállási késleltetés



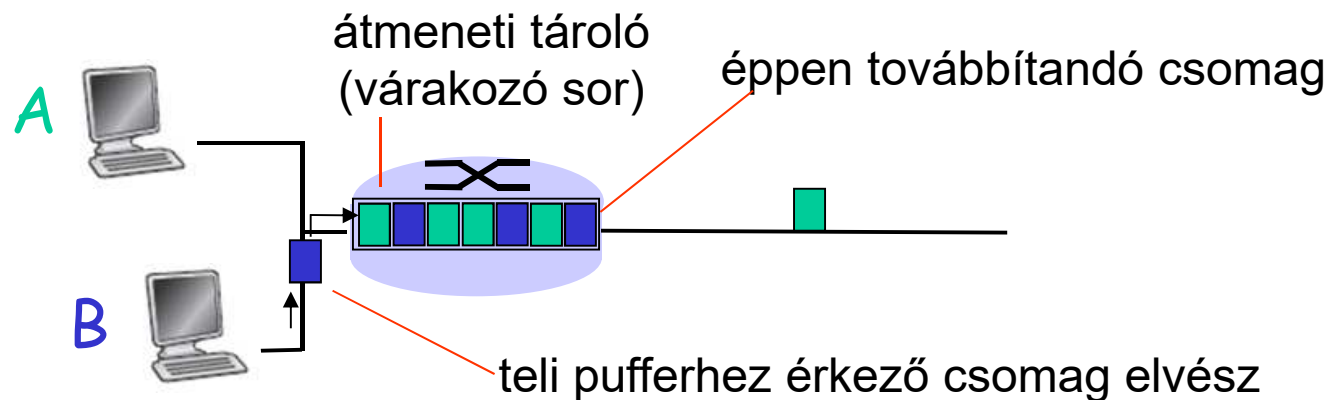
- $\lambda L/R \sim 0$: az átlagos sorbanállási késleltetés kicsi
- $\lambda L/R \rightarrow 1$: a késleltetés nő
- $\lambda L/R > 1$: több “tennivaló” érkezik, mint amennyi elvégezhető, az átlagos késleltetés végtelen nagy lesz!

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

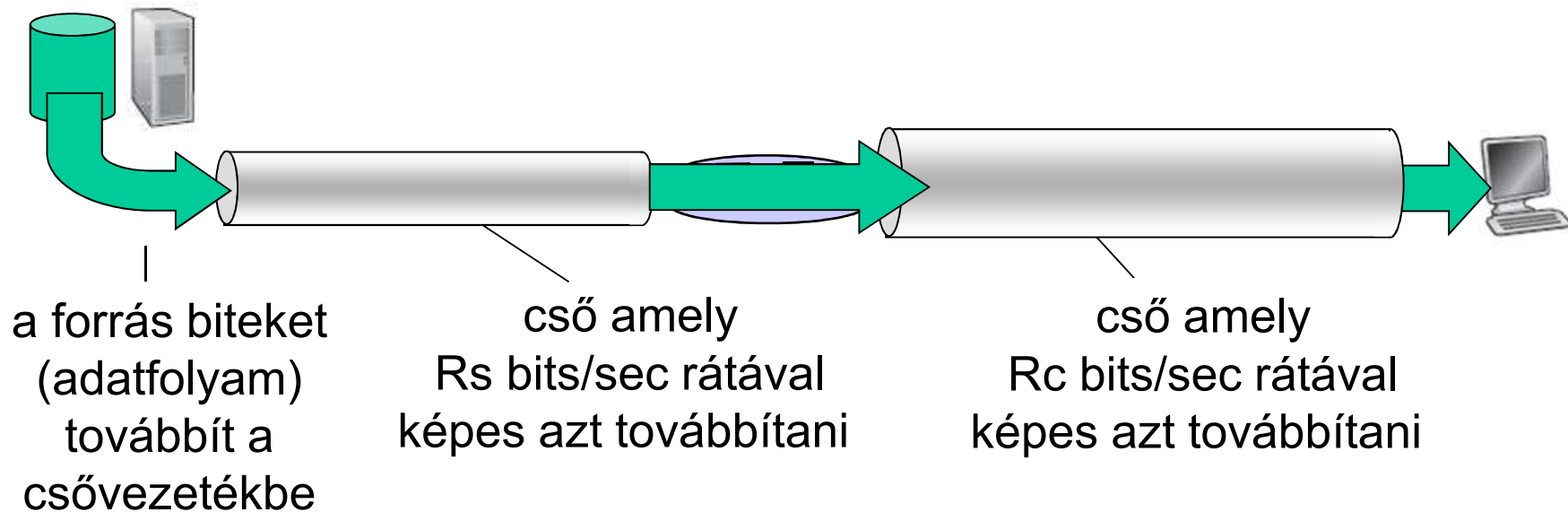


- Több útvonalválasztóban is sorban áll a csomag
- A korrekt kiszámítása összetett feladat
- Hogyan lehetne lemérni?
- **Traceroute** program: késleltetések mérése a forrástól a nyelőig minden útvonalválasztóra az útvonal mentén
 - A forrás csomagot küld minden egyes routerhez ami a nyelőhöz vezető úton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

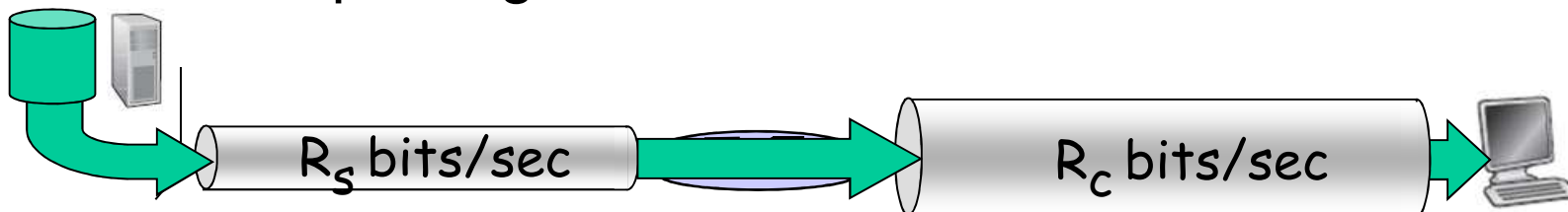
- A link előtti tároló kapacitása véges
- Ha akkor érkezik csomag, amikor tele a sor a csomagot el kell dobni: **csomagvesztés (packet loss)**
- Az elveszett csomagot újraküldheti az előző csomópont, a forrás hoszt, de az is lehet, hogy nincs újraküldés
- Más okból is veszhetnek el csomagok, például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



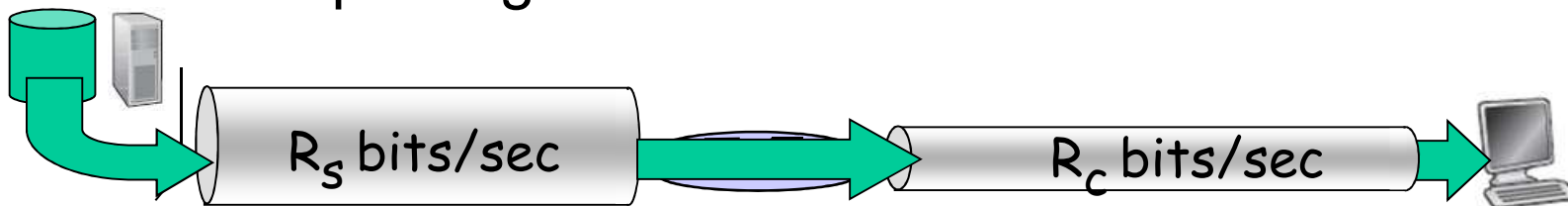
- Ráta (sávszélesség) amivel a bitek továbbítása ténylegesen történik a forrás és a nyelő között (bps)
 - **Pillanatnyi:** egy adott helyen és időpontban
 - **Átlagos:** egy hosszabb időtartamra vonatkoztatva



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



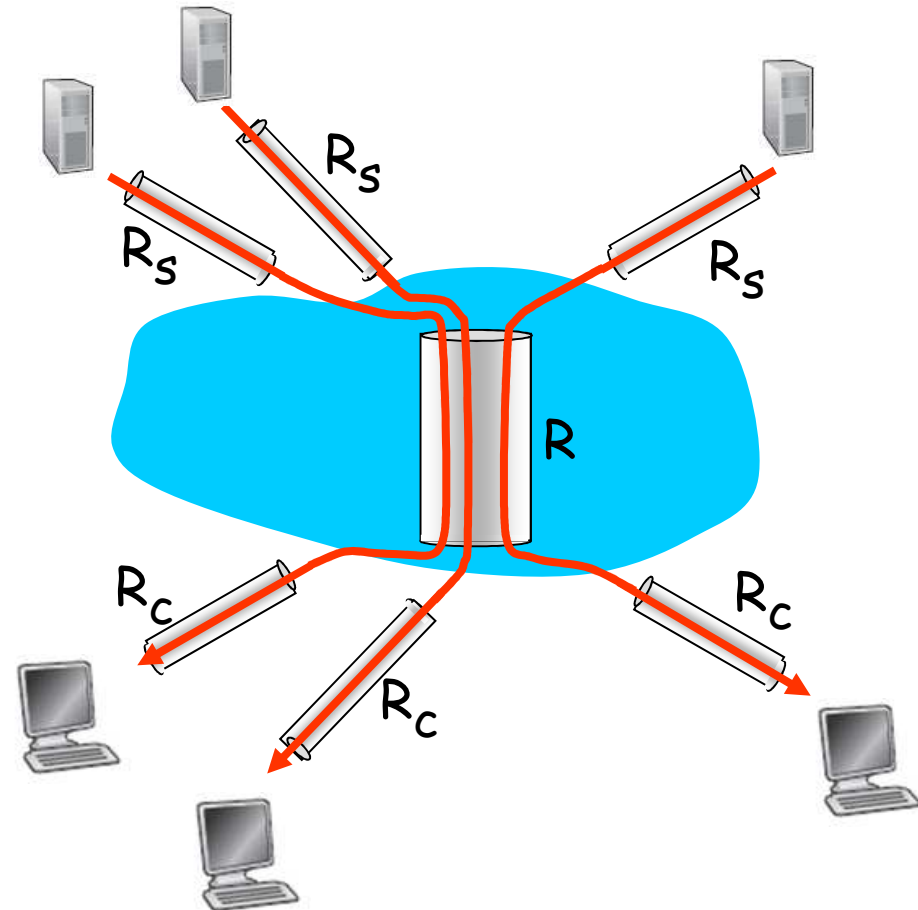
- $R_s > R_c$ Mekkora a végpontok közötti átlagos átbocsátóképesség ?



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

ÁTBOCSÁTÓKÉPESSÉG ÁLTALÁNOSABB ESETBEN

- Példa: 10 kapcsolat osztozik a gerinchálózati (szűk keresztmetszetű) R sávszélességű 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

