



HÁLÓZATI RENDSZEREK  
ÉS SZOLGÁLTATÁSOK  
TANSZÉK

# HÁLÓZATOK ALAPJAI ÉS ÜZEMELTETÉSE

Hálózati réteg

2023. március 27.

**Mészáros András**

BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

meszarosa@hit.bme.hu



1. **Portok besorolása**
2. A hálózati réteg funkciói
3. IPv4
4. IPv6

A fóliák elkészítéséhez felhasználtuk Jim Kurose és Keith Ross „Számítógép hálózatok működése” című könyvéhez készült fóliákat.

- Milyen portot használhat egy alkalmazás?
- Elterjedt **hálózati protokollok**
  - Minden hálózatot használó elem használja őket
  - „Szabványos” portszámok kellene
- **Alkalmazások és operációs rendszer szolgáltatások**
  - Lehetnek eltérések az egyes rendszerek között
  - Szolgáltatáshoz rendelt portszámok
- **Felhasználói programok ideiglenes portjai**
  - Az előző csoportokba nem tartozó kommunikáció
  - Tetszőleges, vagy az operációs rendszer által hozzárendelt port

Az Internet Assigned Numbers Authority (IANA) regisztrálja:

**System (Well-known) portok:** 0 – 1023

20 & 21: File Transfer Protocol (FTP)

22: Secure Shell (SSH)

23: Telnet

25: Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

53: Domain Name System (DNS)

80: Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

110: Post Office Protocol (POP3)

119: Network News Transfer Protocol (NNTP)

143: Internet Message Access Protocol (IMAP)

161: Simple Network Management Protocol (SNMP)

443: HTTP Secure (HTTPS)

**User (Registered) portok:** 1024 – 49151

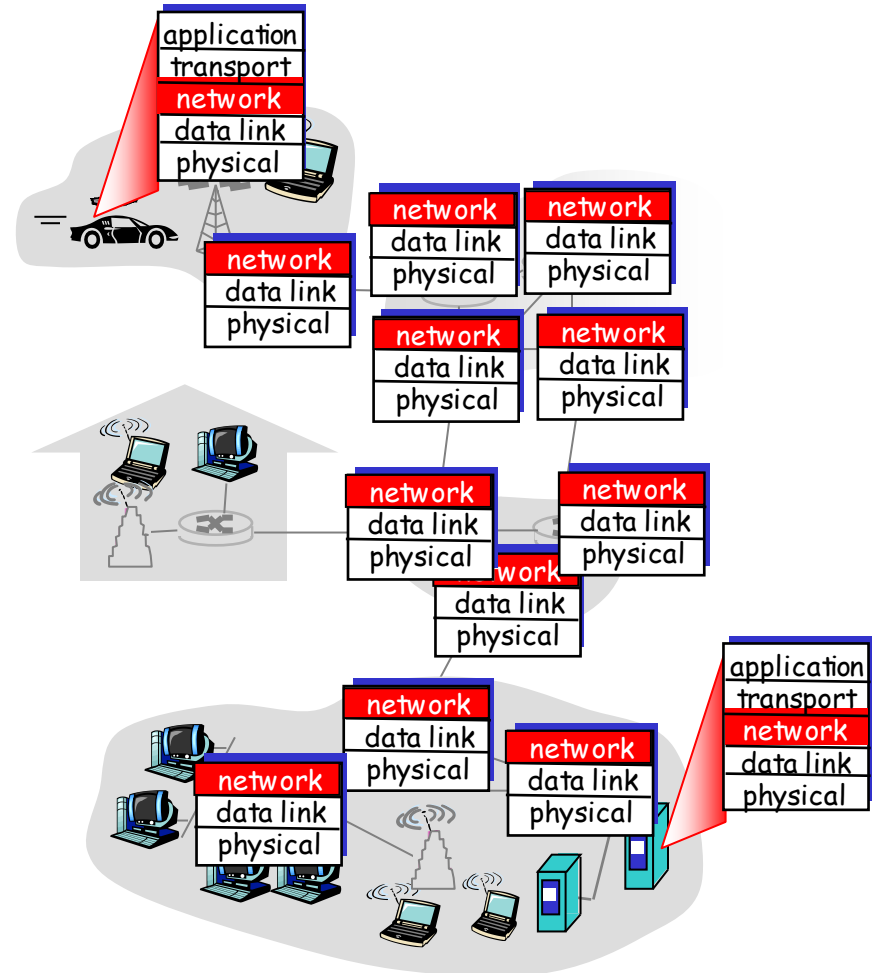
**Dynamic (Private, Unregistered) portok:**  
49152 – 65535

## A TCP/IP protocol stack rétegei:

- **alkalmazási (application)**
  - a hálózati alkalmazásokat támogatja
  - FTP, SMTP, HTTP
- **szállítási (transport)**
  - Adatátvitel processztől processzig
  - TCP, UDP
- **hálózati (network)**
  - adatok (csomagok) mozgatása a forrás és nyelő hosztok között
  - IP, útvonalválasztó protokollok
- **adatkapcsolati (link)**
  - adatok (csomagok) továbbítása a szomszédos hálózatelemek között
  - PPP, Ethernet
- **fizikai (physical)**
  - bitek továbbítása a szomszédos csomópontok közti összeköttetéseken

1. Portok besorolása
2. A hálózati réteg funkciói
3. IPv4
4. IPv6

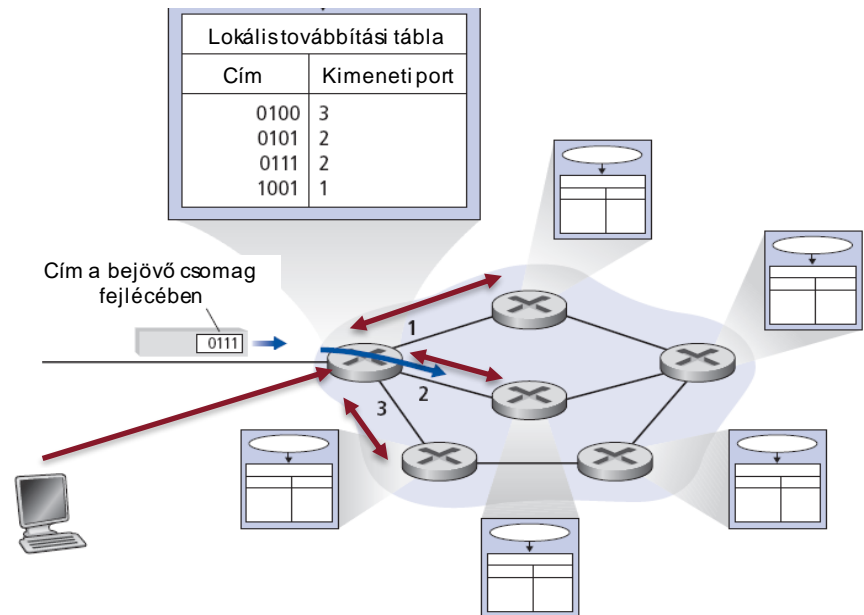
- Cél: transzport **szegmens eljuttatása** a küldő hoszttól a fogadó hosztnak
- A hálózati réteg és a transzportréteg átviteli szolgáltatásainak alapvető különbsége:
  - Transzport réteg: két – távoli hoszton futó - processz között
  - Hálózati réteg: két hoszt között (a közbülső routerek közreműködésével)
- A küldő oldalon a szegmensek **datagramokba csomagolása**
- A fogadó oldalon a megérkezett szegmens kicsomagolása és átadása a transzport rétegnek
- Hálózati réteg protokolljai minden hosztban és routerben
- A router minden rajta áthaladó IP datagram fejlécét feldolgozza



- Címzés
  - Végpontok **azonosítása**
  - Több végpont (al)hálózatba szervezése
- Csomagtovábbítás (forwarding)
  - Csomag **mozgatása** a router bemenetéről a router megfelelő kimenetére
  - Melyik a megfelelő?
- Útvonalválasztás (routing)
  - a csomag **útjának meghatározása** a forrástól a nyelőig
  - útvonalválasztó (routing) algoritmusok
- Analógia: utazás autóval
  - Címzés: szálloda címe
  - Routing: utazás megtervezése a kiindulástól a végcélig
  - Forwarding: áthaladás egy autópálya csomóponton



- A routerben a továbbítás lokális döntés alapján történik
- A router lokális döntésének alapja
  - Amit előre kiszámolt utak alapján megkap
  - Amit más routerektől kapott adatok alapján kiszámol



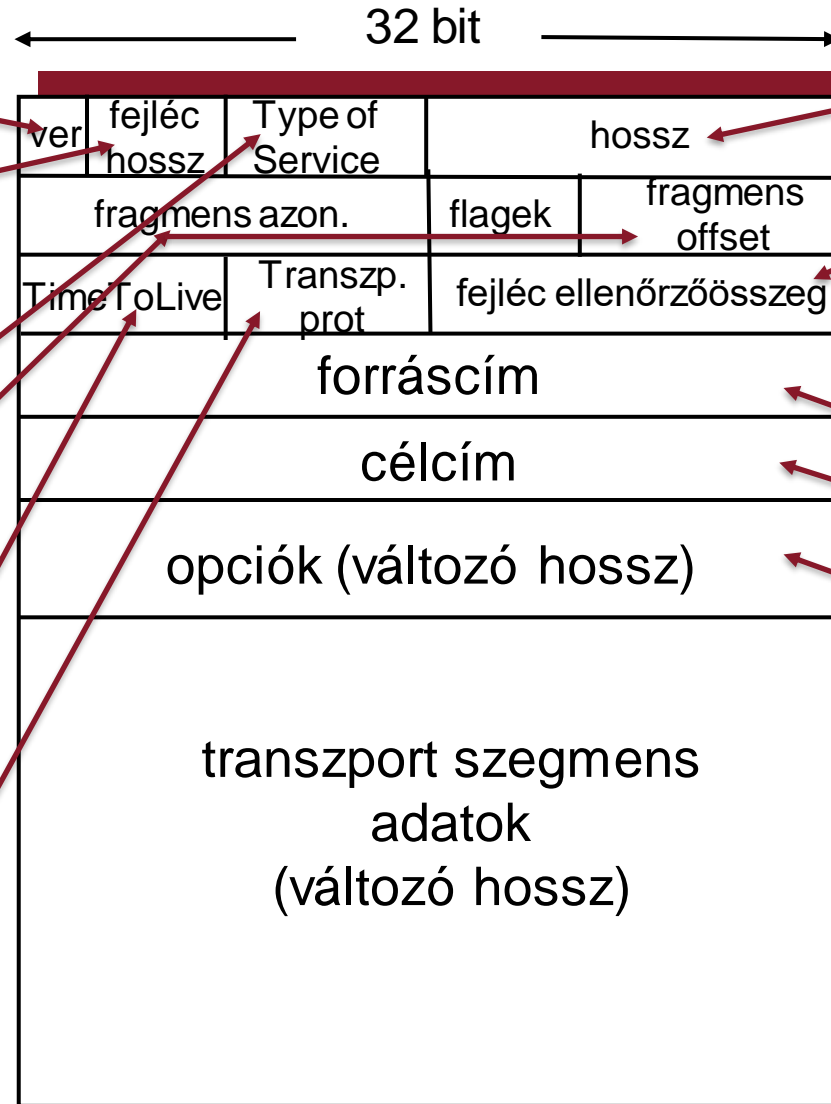


- Az Interneten alkalmazott hálózati protokolloknál **NINCS**
  - Csak csomag (datagram) küldés
  - Nem épül fel út, nem értesítjük a közbeeső routereket
  - Egy alkalmazáshoz tartozó adatok egymástól független csomagokban
  - Az út nem is biztos, hogy ugyanaz
  - Nincs garancia az átvitel minőségére
  - Nincs állapotinformáció a végpontokról
- Más architektúrákban fontos (volt)
  - Virtuális áramkörök
  - ATM, Frame Relay, X.25
- Hasznos lehetne a QoS elvárások betartásához
  - Az úton érintett routerekben erőforrást foglalunk
  - Resource reSerVation Protocol
  - MultiProtocol Label Switching (MPLS) – címkekapcsolás

1. Portok besorolása
2. A hálózati réteg funkciói
3. IPv4
4. IPv6

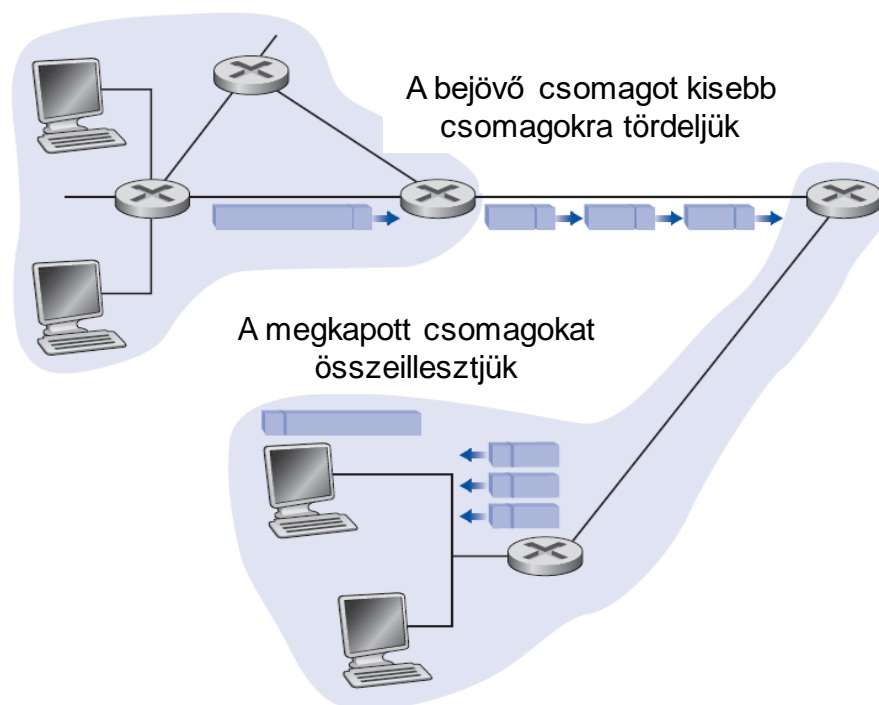
# IPV4 DATAGRAM

- IP protokoll verziószám
- Fejléc hossza bájtban
- Információ a csomag kezelési besorolásáról (QoS-hez)
- Információk a darabolásról (fragmentációról)
- Hátralévő ugrások (hopok) maximális száma – minden router eggyel csökkenti
- Az adatokat küldő protokoll



- Teljes hossz bájtban
- Ellenőrző összeg csak a fejlécre
- Küldő címe
- Fogadó címe
- Opciók, például:
  - Időbélyeg
  - Érintendő routerek listája

- Az IP alatti rétegben korlátozott a keretek mérete
- MTU: Maximum Transmission Unit
- Különböző linkeken különböző lehet
- Az IP csomagok darabolására lehet szükség
  - A routerek darabolnak
  - Összeillesztés csak a fogadónál
  - Információk a csomagok fejlécében (8 bájtos blokkban számolva)
- Darabok, töredékek, fragmensek



- Példa

- 3980 bájtos TCP szegmens
- A következő link MTU-ja 1500 bájt

- IP fejlécbossz

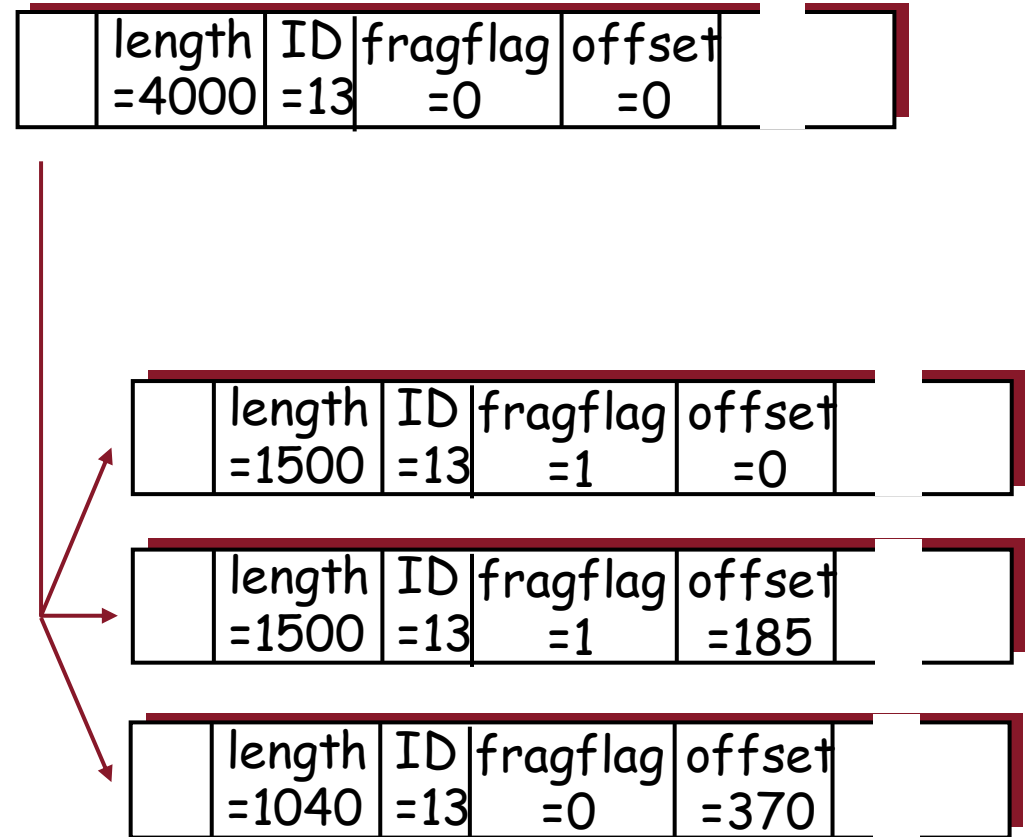
- 20 bájt

- Fragmensekben lévő adat maximális hossza

- 1480 bájt

- Darabolás

- 1480+1480+1020



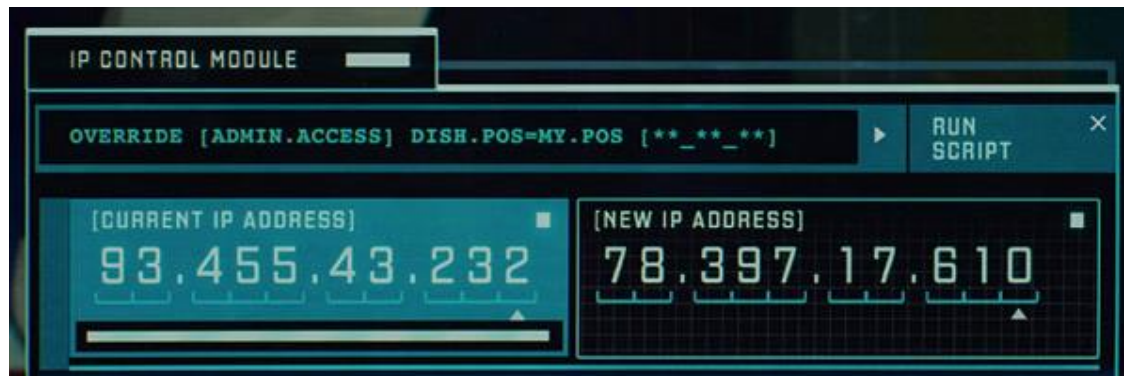
- Jó, mert
  - A küldő alkalmazásnak nem kell törődnie az útvonal egyes linkjeinek jellemzőivel
  - Illeszkedik a rétegezett szemlélethez
- Nem jó, mert
  - Terheli a routert – késlelteti a csomagot
  - Egy elvesző fragmens miatt egy teljes szegmenst újra kellhet küldeni (TCP)
- Célszerű elkerülni
- Megoldás: az útvonal legkisebb MTU-ját kellene használni egyből (Path MTU discovery)
  - DF (Don't-Fragment-Bit) flag beállítása a fejlécben
  - Ha emiatt el kell dobni, arról visszajelzést kap a küldő
  - Kisebb MTU-val újrapróbáljuk
  - Addig amíg megfelelő MTU-t nem találunk

- IPv4

- 32 bites cím
- Könnyebb olvashatóság kedvéért 4 darab oktetre (nyolc bites részre) bontva

$$223.1.1.1 = \underbrace{11011111}_{223} \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1$$

- Iron man 3



# BINÁRIS-DECIMÁLIS ÁTALAKÍTÁS

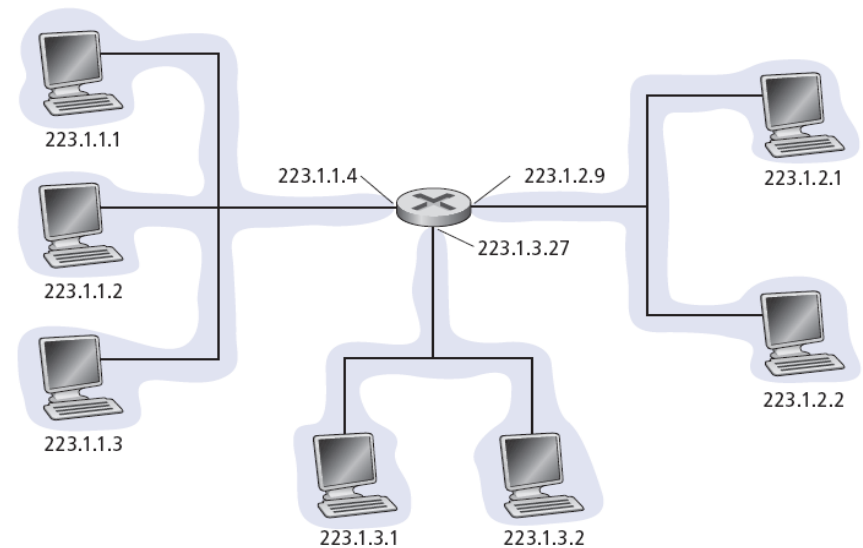
$$223.1.1.1 = \underbrace{11011111}_{223} \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1$$

- $11011111_B = 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 223$
- Maximális érték:  
 $11111111_B = 100000000_B - 1 = 2^8 - 1 = 255$



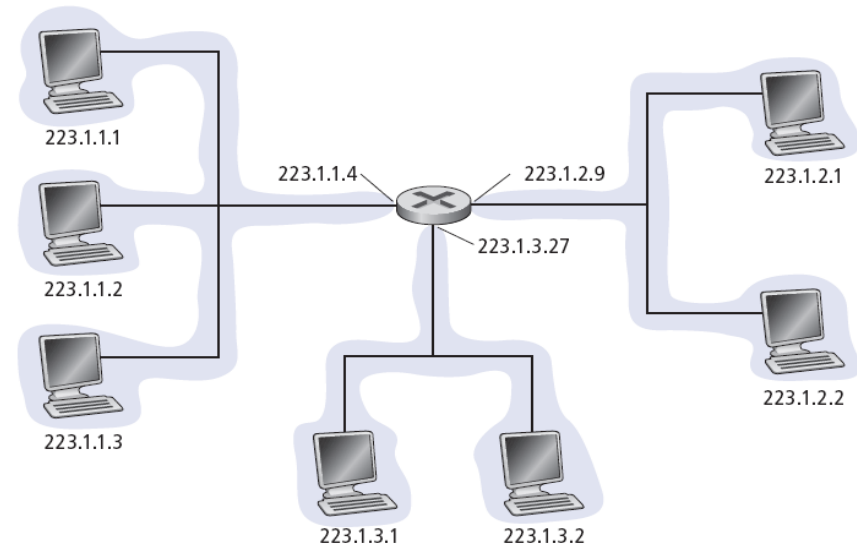


- Egy hoszt, vagy egy router egyik **interfészét** azonosítja
- Interfész a rendszer és a link között
  - Általában egy hálózati kártya (NIC) valósítja meg a hosztban
  - A routereken portokhoz kapcsolódnak, de lehetnek „virtuálisak” is
  - Általában egy routernek több interfésze is van
  - Egy interfész – egy IPv4 cím



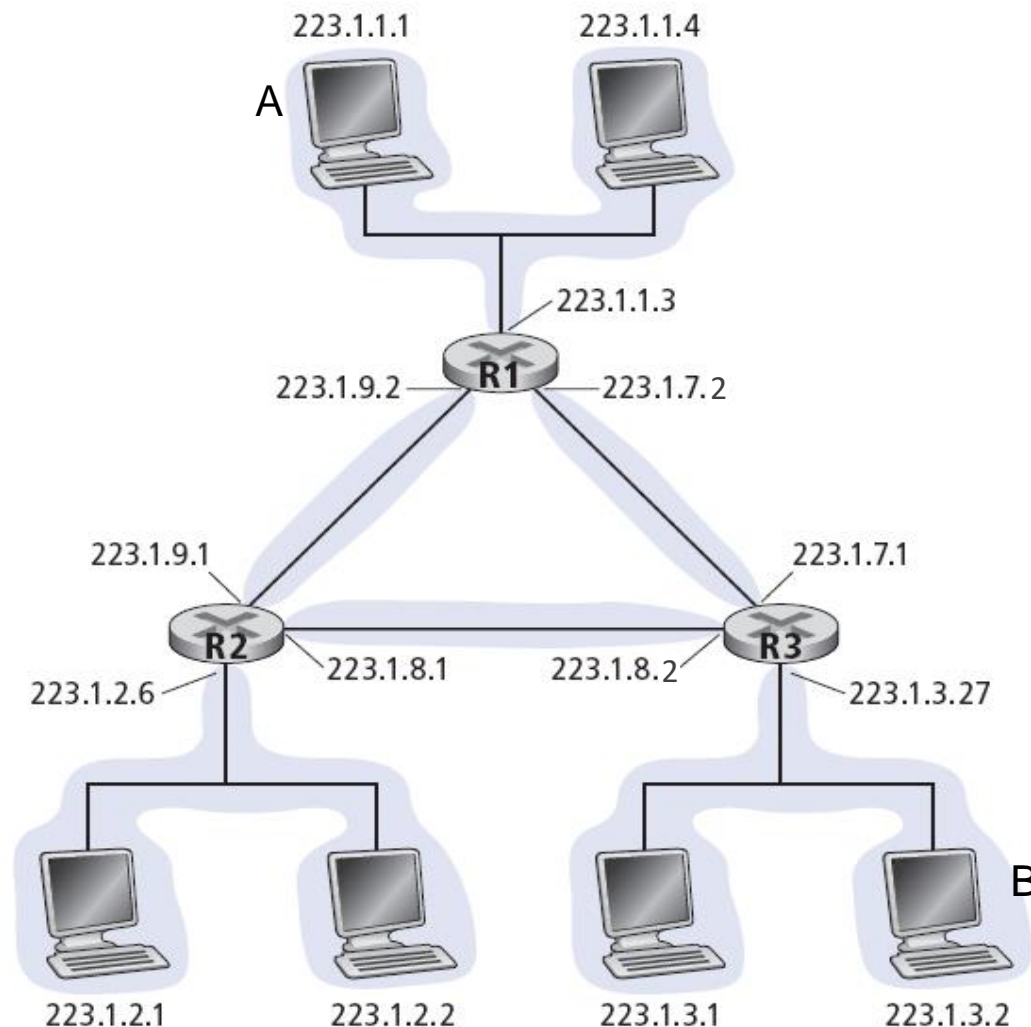
- Az IP cím két részből áll
  - **netid**: a felső bitek azonosítják a hálózatot
  - **hostid**: az alsó bitek azonosítják az interfészt a hálózaton belül
- A hálózatok értelmezése
  - Azon interfészek halmaza, amiknél a netid azonos
  - Az egy hálózatban lévő elemek
    - Szomszédosak
    - Úgy küldhetnek egymásnak, hogy nem kell keresztülmenni egy routeren sem
- Hálózati maszk
  - A hálózati részt maszkolja a címből
  - A felső bitjei egyesek a többiek nullások

- Három hálózat egy routerrel összekötve
  - Az első három oktet azonosít



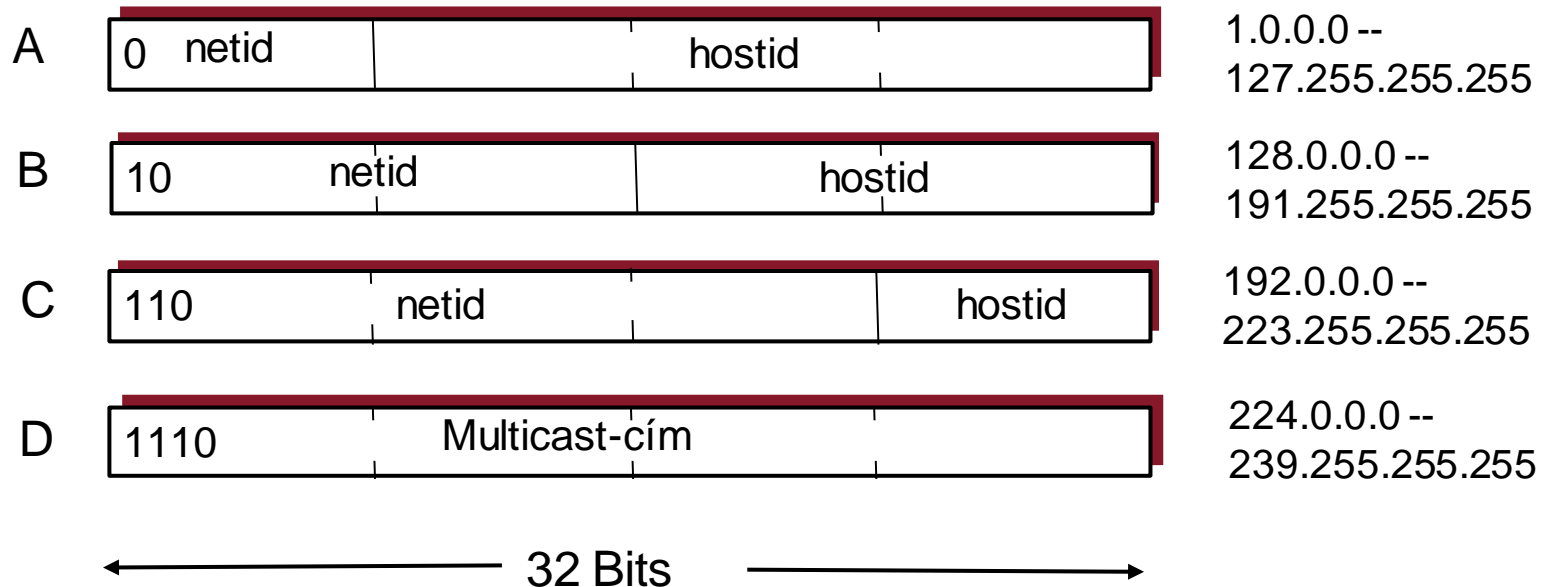
- Hálózati maszk
  - 24 bites – 24 darab egyes
  - 255.255.255.0

- Hány hálózat van a példában?
  - 6
- Legalább milyen hosszú maszkot kell használnunk?
  - 24
- Mi kerül a címmezőibe annak a csomagnak, amit A-ból B-be küldünk?
  - Forrás: 223.1.1.1
  - Cél: 223.1.3.2

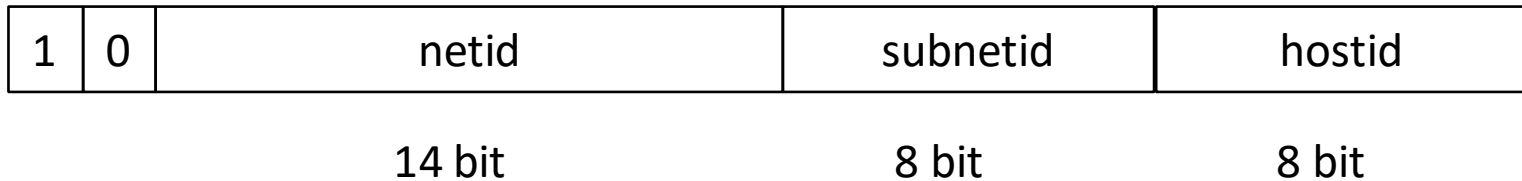


- Eredetileg az IPv4-ben osztályokra osztották a címeket
- Az osztály határozta meg a maszk hosszát
- **Osztályalapú címzés (classful addressing)**

## Osztály

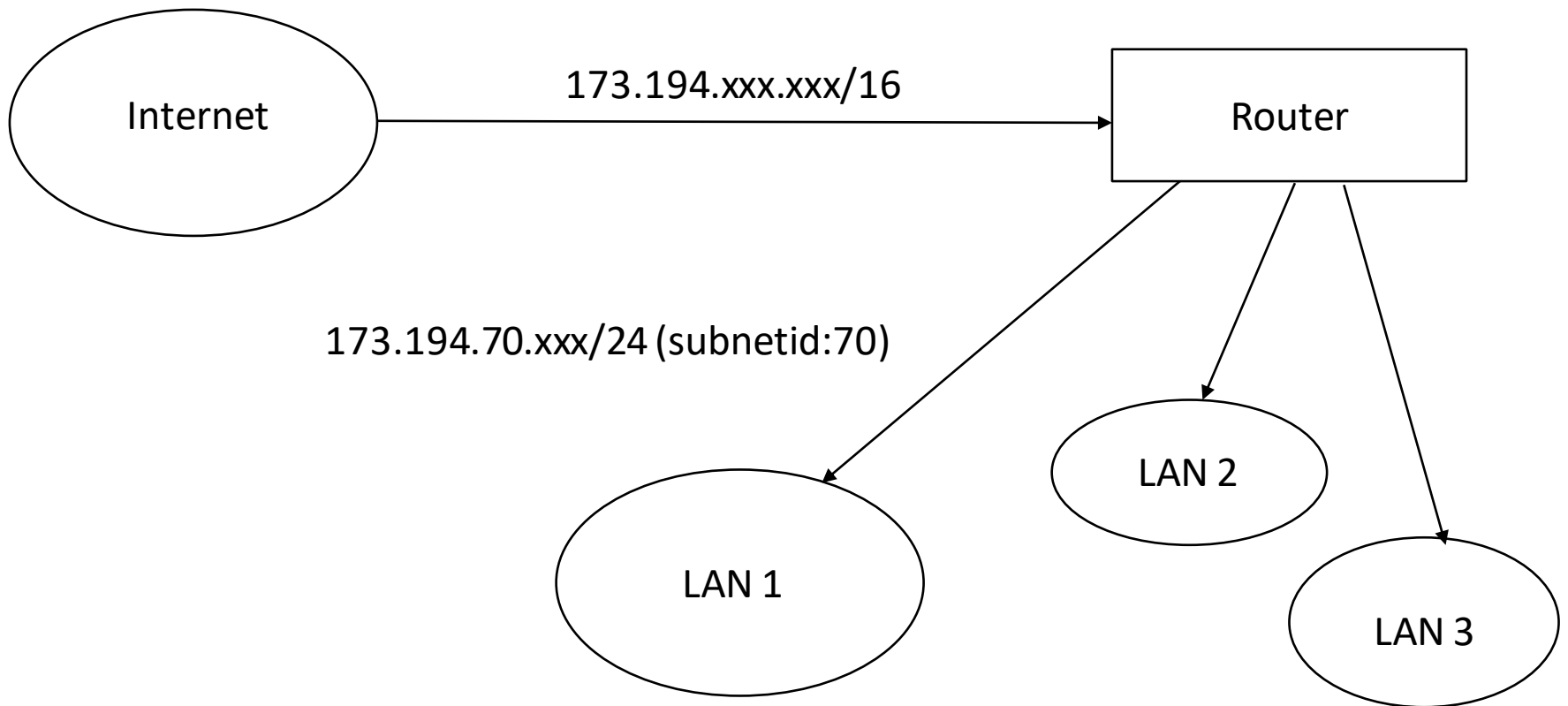


- Az A és B osztályú hálózatok irreális méretűek
- Egy-egy hálózatot további **alhálózatokra (subnet)** lehet bontani subnetid-eket bevezetve



- Ez csak példa. A felosztás és az alhálózati azonosítók a hálózatot kezelő szervezet lokális döntései

- Egy hálózat felosztása kívülről nem kell, hogy látható legyen



- A felosztás után meghatározható az alhálózati maszk (subnet mask)
  - Megadja, hogy hány bit azonosítja az alhálózatot
  - A rendszer az IP címmel együtt tárolja

16 Bit	8 Bit	8 Bit
1111111111111111	11111111	00000000

Alhálózati maszk: 0xfffff00=255.255.255.0 vagy /24

- A maszk segítségével egy interfésznél eldönthető, hogy egy másik interfész hozzá képest hol van
  - Ugyanabban az alhálózatban (szomszédos)
  - Ugyanabban az (osztályalapú) hálózatban, de másik alhálózatban
  - Másik hálózatban

- Saját cím: 173.194.39.104
- Alhálózati maszk: 255.255.255.0
- PC-A címe: 173.194.39.96, PC-B címe: 173.194.55.96
  
- Hozzánk képest hol van PC-A és PC-B?
  - $173.194.39.104 \& 255.255.255.0 = 173.194.39.0$
  - $173.194.39.96 \& 255.255.255.0 = 173.194.39.0$   
azonos, ugyanaz az alhálózat
  - $173.194.55.96 \& 255.255.255.0 = 173.194.55.0$   
különböző, másik alhálózat
- Osztályalapú hálózati cím: 173.194.0.0
- Alhálózat azonosító: 39



- Az (al)hálózaton belül a hostid-vel azonosítunk
- Nem megengedett azonosítók
  - Csupa nulla bit
    - Ez maga a **hálózati cím (netid)**
    - Erre nem küldhető csomag
  - Csupa egyes bit
    - **Szórási (broadcast) cím**
    - Az ide küldött csomagot minden szomszéd megkapja
- Például
  - 173.194.70.0/24 hálózati cím
  - 173.194.70.255/24 szórási cím
  - 192.168.1.40/29 ?
  - 192.168.1.47/29 ?
  - 192.168.1.255/29 ?

- Milyen hálózatban van a `www.bme.hu`?
- IP cím: `152.66.115.203 =`  
`10011000.01000010.01110011.11010011`
- Hálózati maszk: `255.255.0.0`  
`11111111.11111111.00000000.00000000`
- B osztály
- Hálózati cím: `152.66.0.0`
- Szórási cím: `152.66.255.255`
- Első és utolsó interfész azonosító: `.0.1` és `.255.254`
- Hány interfész használható a hálózatban:  
 $256 * 256 - 2 = 65\ 534$
- Vajon tényleg így van?

Address Block	Present Use	Reference
0.0.0.0/8	"This" Network	[RFC1700, page 4]
10.0.0.0/8	Private-Use Networks	[RFC1918]
14.0.0.0/8	Public-Data Networks	[RFC1700, page 181]
24.0.0.0/8	Cable Television Networks	--
39.0.0.0/8	Reserved but subject to allocation	[RFC1797]
127.0.0.0/8	Loopback	[RFC1700, page 5]
128.0.0.0/16	Reserved but subject to allocation	--
169.254.0.0/16	Link Local	--
172.16.0.0/12	Private-Use Networks	[RFC1918]
191.255.0.0/16	Reserved but subject to allocation	--
192.0.0.0/24	Reserved but subject to allocation	--
192.0.2.0/24	Test-Net	
192.88.99.0/24	6to4 Relay Anycast	[RFC3068]
192.168.0.0/16	Private-Use Networks	[RFC1918]
198.18.0.0/15	Network Interconnect Device Benchmark Testing	[RFC2544]
223.255.255.0/24	Reserved but subject to allocation	--
224.0.0.0/4	Multicast	[RFC3171]
240.0.0.0/4	Reserved for Future Use	[RFC1700, page 4]

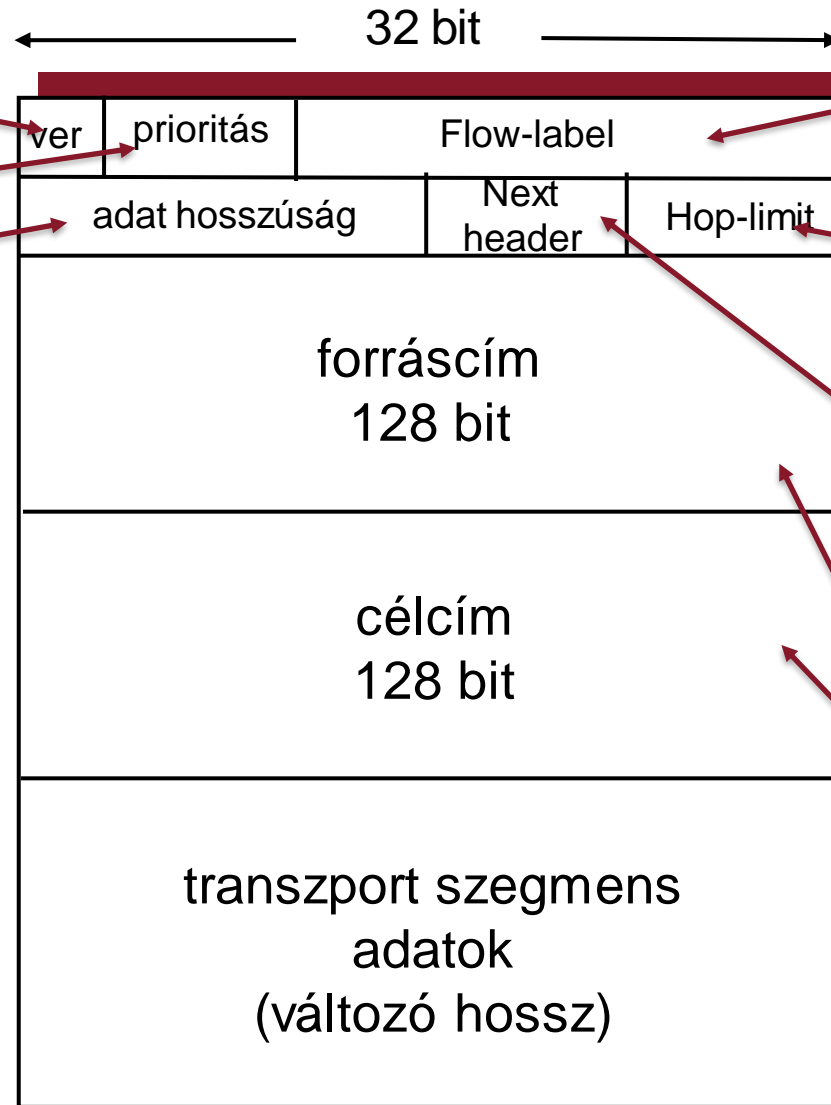
1. Portok besorolása
2. A hálózati réteg funkciói
3. IPv4
4. IPv6

- **Eredeti motiváció (90-es évek):** a 32 bites címzési tér hamarosan **kimerül**
  - Valóban kimerült
  - Egy kicsit el lehet még odázni a végét, de csak átmenetileg
  - Hogyan kap majd a rengeteg (sokszor mobil) végpont IP címet?
- **További motivációk**
  - Egyszerűbb fejléc a **gyorsabb feldolgozás** érdekében
  - **Szolgáltatásminőség** (QoS) korrektebb támogatása
- **IPv6 fejléc**
  - Fix (40 bájt) hosszúságú
  - Kiterjeszthető további mezőkkel

# IPV6 DATAGRAM

- IP protokoll verziószám
- A csomag prioritása
- Hány bájtnyi adatot visz át

- Alapesetben
  - Nincs ellenőrzőösszeg
  - Nincs fejléchoossz
  - Nincsenek opciók
  - Nincs darabolás



- Összetartozó csomagok azonosítása
- Hátralévő ugrások (hopok) maximális száma
- Az adatokat küldő protokoll, vagy hivatkozás további fejléc mezőkre
- Küldő címe
- Fogadó címe

- 128 bit 16 bites (hextet) részekben
- Hexadecimális formában  
2001:0738:0000:407f:113b:0000:0000:cadd
- A bevezető nullák a hextetben elhagyhatók  
2001:738:0:407f:113b:0:0:cadd
- Egy helyen elhagyható egy csak nullákat tartalmazó sorozat (célszerűen a leghosszabb)  
2001:738:0:407f:113b::cadd
  - Több elhagyása többértelműsége vezet
- Így sem lesz könnyű megjegyezni egy ilyen
  - DNS: AAAA

- A koncepció azonos az IPv4-nél látottal
  - Hálózati cím, alhálózati cím, interfész azonosító
- Hálózati maszk hossza alapértelmezetten 64
  - Így is nagyon sok hálózat és nagyon sok interfész van  
2021:3:8:15:15:acad::c1ca / 64
- Alhálózatok képzése is ugyanúgy megy
- Nagy különbség
  - Egy interfésznek **több** globális IPv6 címe lehet
  - Van lokális címe is a hálózaton belüli forgalmazáshoz
- **Link-local cím**
  - Csak az adott (al)hálózatban kell egyedi legyen
  - FE80::/8 tartományból
- Különböző vezérlési célokra egyéb speciális címtartományok
  - Pl. egy ilyet használunk szórás cím helyett





HÁLÓZATI RENDSZEREK  
ÉS SZOLGÁLTATÁSOK  
TANSZÉK

