

# Hálózati Technológiák és Alkalmazások

Vida Rolland  
BME TMIT

2020. november 3.



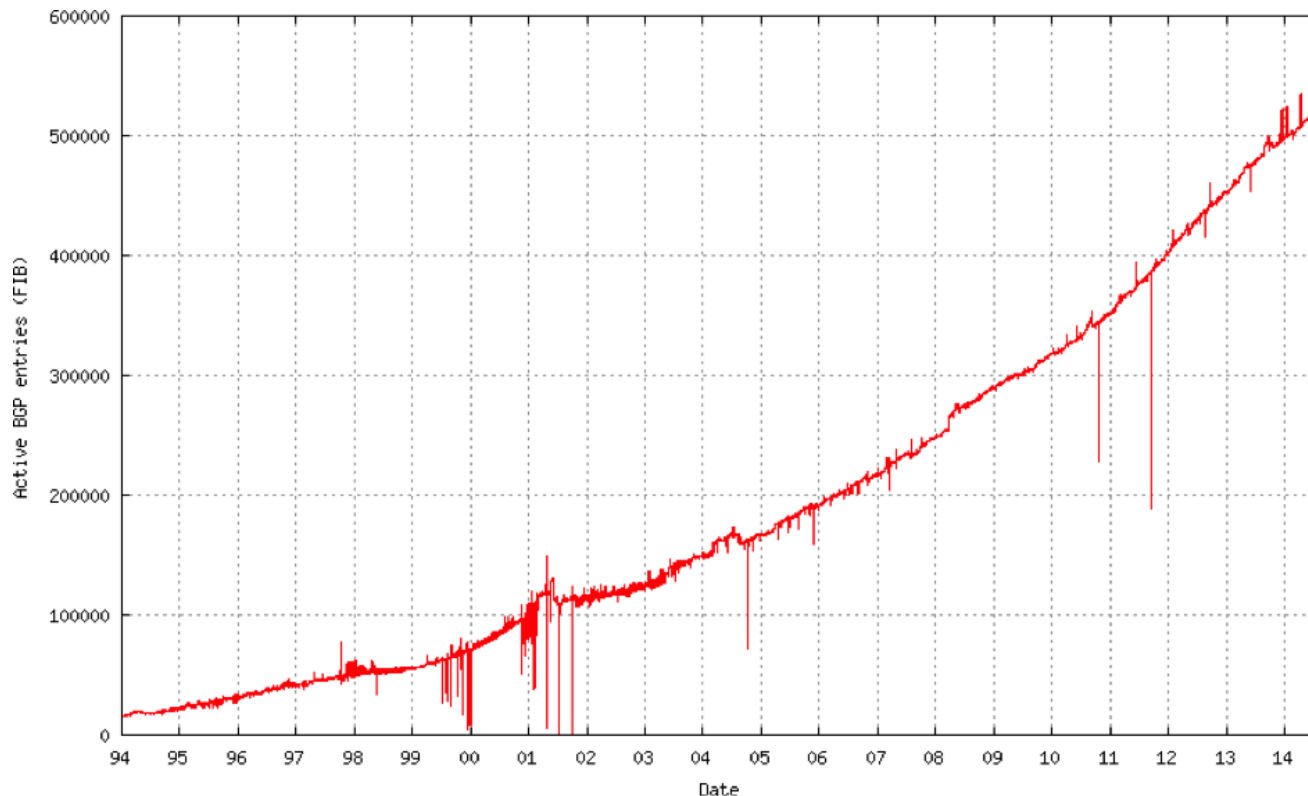
# Miért IPv6?

---

- Gondok az IPv4-el
  - Az IPv4-et a 70-es évek elején dolgozták ki
  - Folyamatos foltozgatás
    - MobileIP
    - QoS
    - Security (IPsec)
- A 80-as években optimalizálás és aggregálás nélküli „esztelen” címkiosztás
  - Következmény
    - nagy útválasztó táblák a gerinchálózatban
  - Lehetséges megoldás
    - IP újracímzés és a felhasználatlan címtartomány újraosztása
    - Nem egyszerű kivitelezni

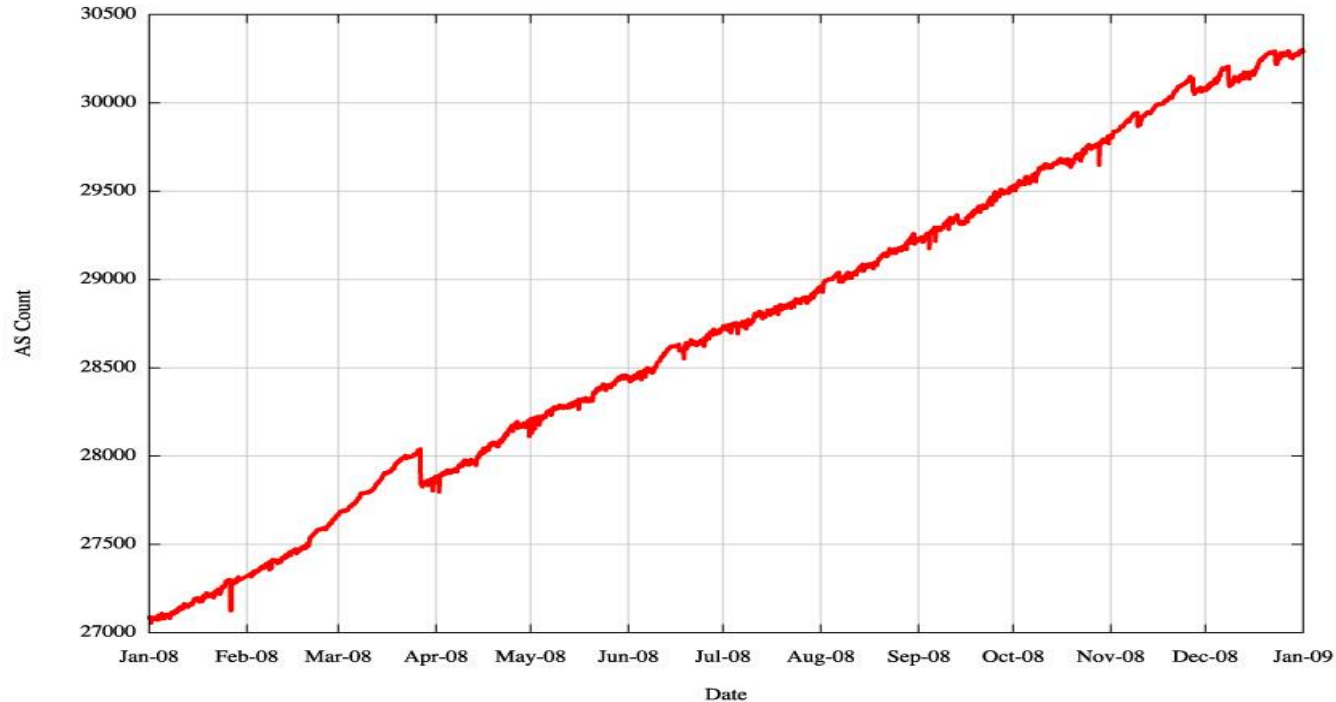
# IPv4 – BGP táblák növekedése

---



# IPv4 – egyre több AS

---



# Elvárások az IPv6-al szemben

---

- Nagyobb címtartomány
- Hierarchikus címkiosztás (útválasztás támogatása)
- QoS architektúrák támogatása
- Mobilitás támogatása
- Végpontok közötti biztonságos adatátvitel támogatása
- Egyszerű hálózatmenedzsment
- Automatikus konfiguráció
- Multicast támogatás

# IPv6 kronológia

---

- TUBA (1992)
  - TCP and UDP over Bigger Addresses
  - OSI CLNP (Connection-Less Network Protocol) protokollra épülve
  - elvetették
- SIPP (1993)
  - Simple IP Plus
  - 64 bites címek
- IPng egy kiterjesztett SIPP verzióra épülve (1994)
  - 128 bites címek
  - 1995 decemberétől hivatalosan IPv6

# Az IPv6 címzési rendszere

---

- Az IPv6 címtér rendkívül nagy
  - $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$
  - 67 milliárd milliárd cím a Föld területének minden  $\text{cm}^2$ -ére
  - $10^{30}$  cím a Föld minden lakosának
- Az IPv6 cím típusát a cím kezdő bitjei szabják meg
  - hosszuk változó - Format Prefix (FP)

# IPv6 címek írásmódja

---

- 128 bit = 16 byte = 32 x 4bit hexadecimális írásmóddal  
FECD:BA98:0000:0000:00CD:BA98:0000:3200
- A kezdő nullák elhagyhatóak  
FECD:BA98:0000:0000:00CD:BA98:0000:3200 helyett  
FECD:BA98:0:0:CD:BA98:0:3200
- A sorozatos nullák kihagyhatóak  
FECD:BA98::CD:BA98:0:3200
- Hálózati prefix jelölés a CIDR-ben használttal megegyező módon  
teljes IPv6 cím/prefix hossz bitekben  
12AB:0000:0000:CD30:FFFF:DEC8:0000:0000/60  
12AB:0:0:CD30:0:0:0:0/60  
12AB:0:0:CD30::/60



# Az IPv6 címzési rendszere

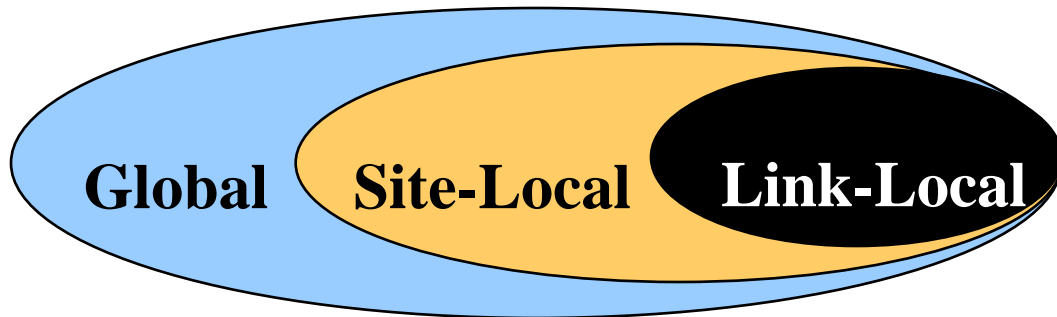
---

- Három típus:
  - Unicast címek
    - egyedi interfészt azonosítanak
  - Multicast címek
    - interfészek egy csoportját azonosítják, a csomagot ezek mindegyikéhez eljuttatják
    - Helyettesítik a broadcast címeket is
  - Anycast címek
    - interfészek egy csoportját azonosítják, a csomagot ezek egyikéhez juttatják el.

# Az IPv6 címzési rendszere

---

- Egy interfésznek több címe is lehet, különböző hatáskörrel:
  - Link Local
  - Site Local
  - Global



# Unicast címek

---

- **Unspecified Address**
  - Helyettesítőként használt cím, ha nincs más
    - Pl. kezdeti DHCP kérés
  - Mint a 0.0.0.0 IPv4-ben
  - 0:0:0:0:0:0:0:0 vagy ::
- **Loopback cím**
  - Saját magad azonosítására
  - Mint a 127.0.0.1 IPv4-ben
  - 0:0:0:0:0:0:0:1 vagy ::1
  - Pl. hogy ellenőrizzük, hogy az IPv6 stack működik-e
    - Ping6 ::1

# Unicast címek

---

- **Scope = lokális link**
  - Ugyanazon a linken levő csomópontok közötti kommunikációra
  - Csak linken egyedi, nem lehet vele a linken kívül kommunikálni
  - Automatikusan konfigurálva minden interfészen
  - Minden IPv6-os eszköznek egy kezdeti címe, amivel elkezdhet kommunikálni
    - Szomszéd felderítés, router felderítés
  - Formátum:
    - FE80:0:0:0:<interface identifier>
    - Az interfész ID – EUI (64) cím
      - A korábbi 48 bites MAC cím kiterjesztése

# Unicast címek

---

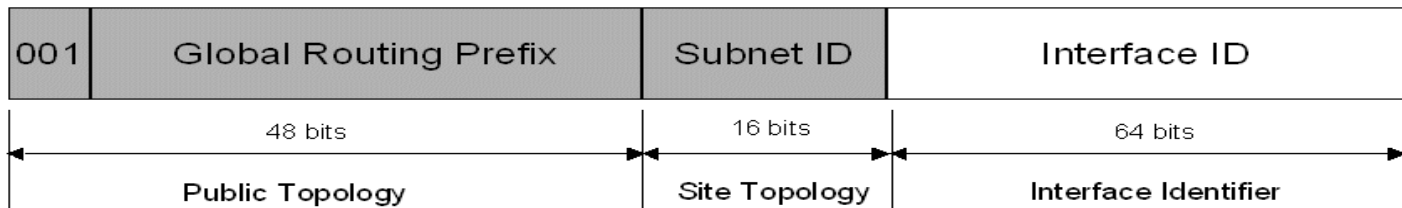
- **Scope = site local**
  - Ugyanazon a site-on belül lehet csak kommunikálni vele
  - A router-ek nem küldik ki a site-on kívülre (az Internetre)
  - Nagyon hasonló az IPv4-es privát címekre
  - Nem automatikusan konfigurált cím
  - Formátum:
    - `FEC0:0:0:<subnet id>:<interface id>`
    - Subnet id = 16 bit = 64K subnet
  - Egy teljes szervezeti hálózat (cég, egyetem) címzését lehetővé teszi
    - Pl. megcímezzük a hálózatot site-local címekkel
    - Újracímezzük (renumbering) amikor az IPv6 hálózatra csatoljuk
      - Lecseréljük az első 48 bitet (site ID)
    - Újracímezhetjük ha más szolgáltatóhoz csatoljuk

# Unicast címek

---

- **Global Unicast Address**

- Globális kommunikációra használják
- Hierarchikus globális prefix
  - Az RIR-ek és az ISP-k strukturálják
- Alhálózat azonosító
  - Hierarchikusan struktúrált, a hálózati adminisztrátor által
- Interfész azonosító



# Unicast címek

---

- IPv4 összerendelt címek (mapped addresses)
  - Az IPv4/IPv6 áttérés megkönnyítésére
  - Egy IPv4 címből egy IPv6 címet csinálunk
    - Az első 80 bit 0
    - A következő 16 bit 1
    - A maradék 32 bit az IPv4-es címnek

- Kevert írásmód

0:0:0:0:0:FFFF:192.0.3.128

::FFFF:192.0.3.128

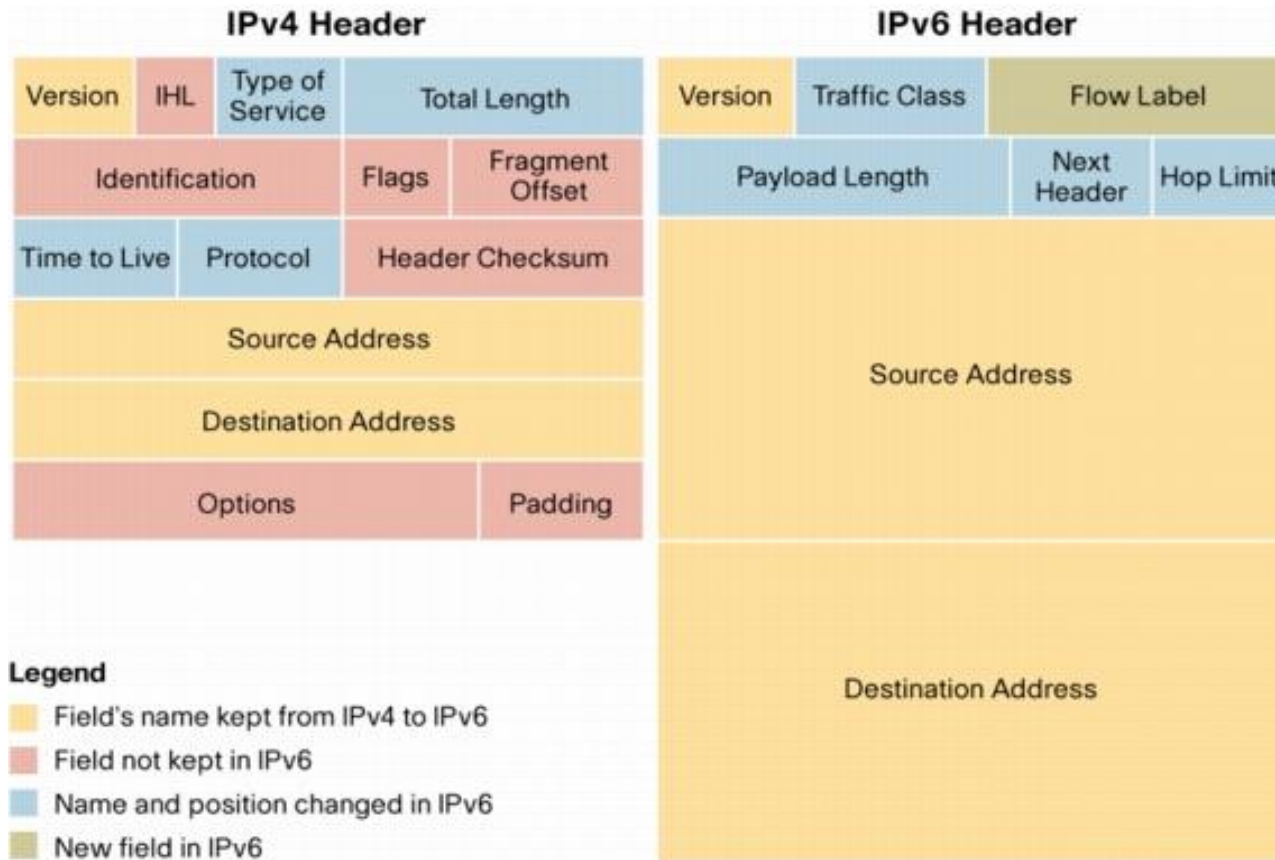
# Multicast címek

---

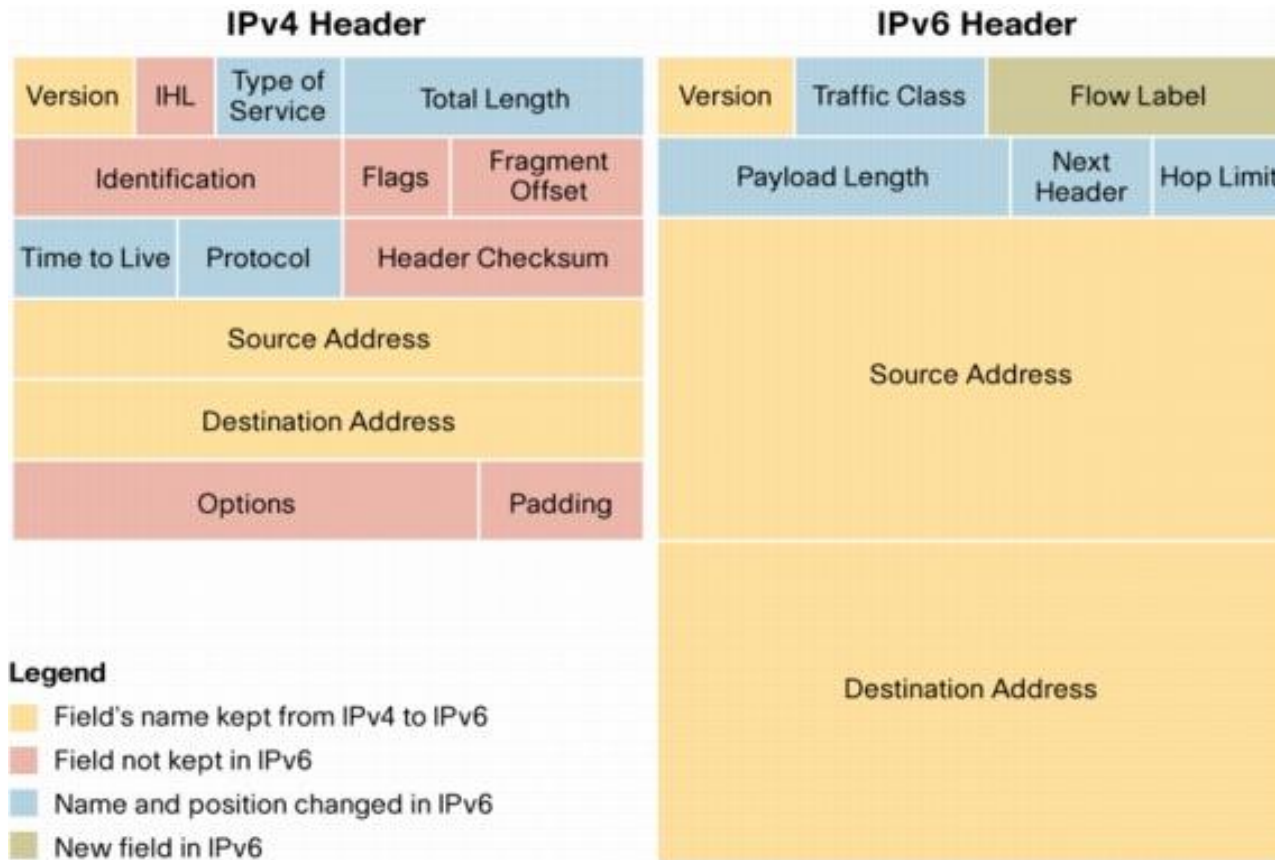
- A broadcast címzés helyett is
- Korlátozott hatókörű címek (scoped addresses)
  - Node, link, site, organisation, global
- Formátum:
  - `FF<flags><scope>::<multicast group>`
- Flag:
  - 0 – permanens
  - 1 – dinamikus
- Scope:
  - 1 – node
  - 2 – link
  - 5 – site
  - 8 – organisation
  - E – global
- Pl.
  - `FF02::1` – all nodes on the local network
  - `FF02::2` – all routers on the local network



# Az IPv6 alap fejléc formátum



# Az IPv6 alap fejléc formátum



# IPv6 alap fejléc

---

- **Version** – verzió (4 bit)
  - IP verziószáma
- **Class** - prioritás osztály (8 bit)
  - csomag prioritását definiálja
    - DSCP mező az IPv4-ben
- **Payload Length** (16 bit)
  - hasznos információ hossza, byte-ban
  - IPv4-ben Header Length és Total Length

# IPv6 alap fejléc

---

- **Folyam címke (Flow Label)**
  - A címke speciális QoS követelményű adatfolyamhoz rendelhető
    - 20 bit hosszú
  - A folyam címke kulcsként használható az útvonalválasztók tárolójában (cache) a feldolgozási idő csökkentésére
    - Egy datagram először érkezik az útvonalválasztóhoz
    - Elmenti a folyam címkéjét a tárolójában
    - Ha ezután ugyanilyen folyam címkéjű datagram érkezik...
      - nincs szükség az útvonalválasztó táblában való keresésre
      - azonnal továbbítható a csomag a folyam címke alapján.

# IPv6 alap fejléc

---

- **Next-Header** - következő fejléc (8 bit)
  - azonosítja az alap IP fejlécet közvetlenül követő fejlécet
    - Ez lehet kiegészítő fejléc vagy egy felső rétegbeli protokoll
- **Hop Limit** - ugrás szám (8 bit)
  - Megadja, hogy a csomag milyen messzire utazik
  - megegyezik az IPv4 Time To Live (TTL) mezőjével
- **Source Address** - forrás cím (128 bit)
  - a csomag eredeti küldőjének címe
- **Destination Address** - cél cím (128 bit)
  - a csomag szándékolt vevőjének a címe
    - nem biztos, hogy az utolsó vevő címe, ha opcionális Routing Header-t is tartalmaz a csomag

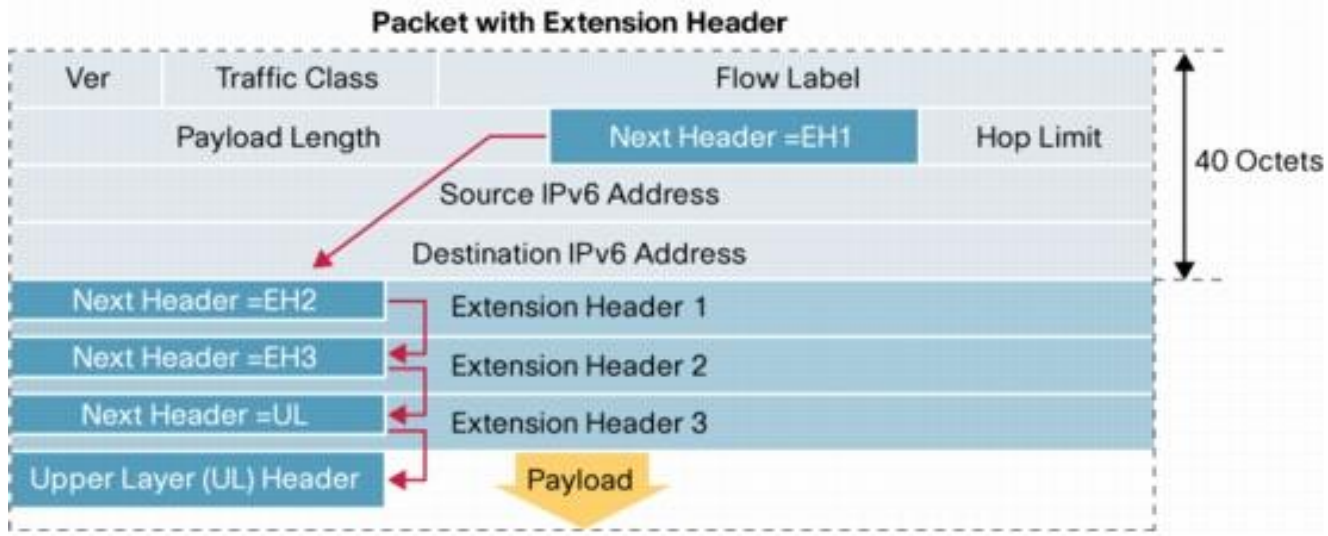
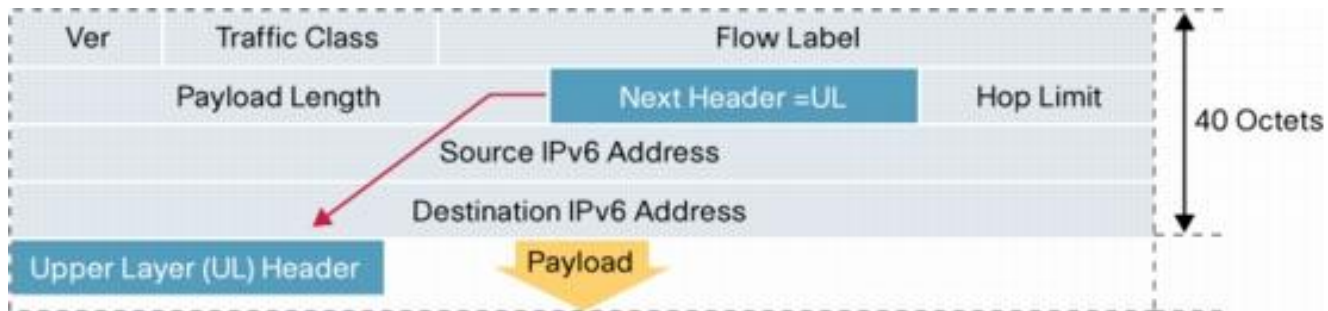
# IPv6 kiegészítő fejlécek

---

- IP csomag - 40 byte hosszú alap fejléccel kezdődik
- A közbenső hálózatra vonatkozó extra információhoz kiegészítő fejlécek - **Extension Headers**
- Legtöbb kiegészítő fejléccet az útvonalon található útvonalválasztók nem vizsgálják és nem dolgozzák fel, csak a célállomás.
- A kiegészítő fejlécek mindegyike saját egyedi értékkel rendelkezik a **next header** mező számára
  - így több kiegészítő fejléccet is használhat egyszerre
  - az utolsó kiegészítő fejléc next header mezője azonosítja a felsőbb réteg protokollt
  - A fejléc tetszőleges hosszúságú lehet

# IPv6 kiegészítő fejlécek

Összeláncolható  
fejlécek



# IPv6 kiegészítő fejlécek

---

- **Az ajánlott fejlécsorrend:**
  - IPv6 Header
  - Hop-by-hop Options Header (type = 0)
  - Destination Options Header (1)
  - Routing Header (type = 43)
  - Fragment Header (type = 44)
  - Authentication Header (type = 51)
  - Encapsulating Security Payload (ESP) (type = 50)
  - Destination Options Header (2) (type = 60)
  - Upper Layer Header (pl. TCP vagy UDP)



# IPv6 kiegészítő fejlécek

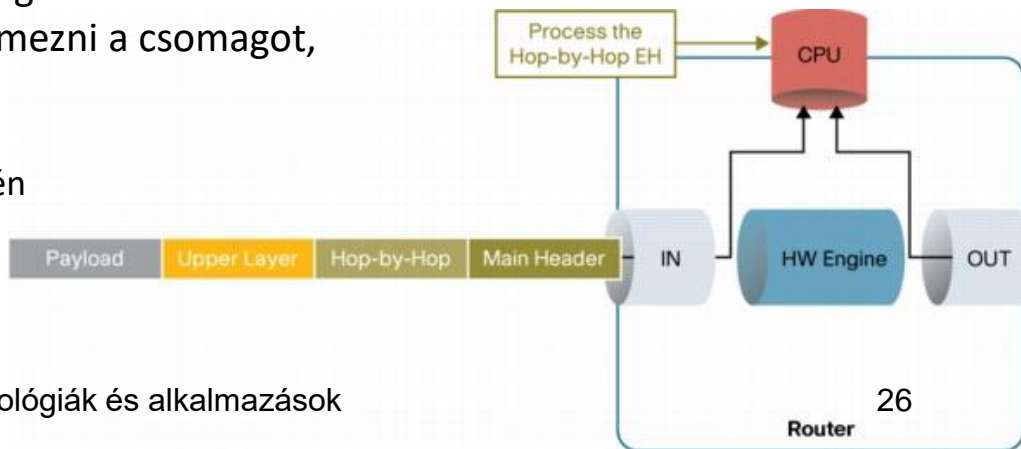
---

- Fejléc sorrend
  - **Fontos: kiegészítő fejlécek az ajánlott sorrendben**
    - egyszerűsödik az útvonalválasztók számára a csomag feldolgozása
    - legtöbb esetben az útvonalválasztók csak a hop-by-hop opciót és az útvonalválasztó fejléct dolgozzák fel
  - Kivétel: **cél (destination) opció**
    - közvetlenül a felső réteg opció előtt áll
    - Ha a cél kiegészítő fejlécek az útvonalon található néhány útvonalválasztó számára is érdekesek, akkor közvetlenül az útvonalválasztó fejléc elé kell őket helyezni, mert azzal együtt dolgozandók fel
    - Egy csomag mindkét helyen tartalmazhat cél opciót.

# IPv6 kiegészítő fejlécek

- **Hop-by-hop Options Header**

- A csomag útvonalán található gépek számára tartalmaz IP opciókat
- Az útvonal minden útvonalválasztójának meg kell vizsgálnia és fel kell dolgoznia a Hop-by-hop Header-t
- **Router Alert opció** riasztja a tranzit útvonalválasztókat
  - Ha a csomag olyan információkat tartalmaz, melyeket egy közbeeső routernek fel kell dolgoznia
  - Különben nem próbálja meg értelmezni a csomagot, csak továbbküldi
- **IPv6 Jumbo payload opció**
  - 65.535 byte-nál nagyobb csomag esetén
  - Payload Length = 0 az alap fejlécben



# IPv6 kiegészítő fejlécek

---

- **Routing Header**
  - Normál esetben az IP csomag forrása a hálózatra bízta a csomag eljuttatását a célhoz
  - Lehetőség van forrás oldali útvonal megadására az útválasztók címeivel
    - A teljes lista a Routing Header-ben (pl. A, B, C, D)
    - A célcím mindig a következő útválasztó címe (A), kivéve az utolsó útválasztót
    - A célcímet minden útválasztó átírja továbbítás előtt
  - DDOS (Distributed Denial of Service) támadások lehetősége
    - Bizonyos hálózatokban ki van iktatva

# IPv6 kiegészítő fejlécek

---

- **Fragment Header**
  - IPv4 – tördelés és visszaállítás automatikusan, ha explicit módon nem tiltják
  - IPv6 - alapértelmezésben a csomagokat nem tördelik
    - ha a csomag túl nagy a közeg számára, eldobják és ICMP üzenet
    - a host felderíti az átviteli közegre jellemző MTU-t
      - Maximum Transmission Unit
    - alapesetben megpróbál kisebb csomagokat küldeni, mint az MTU
    - ha tördelésre van szükség, az a Fragmentation Extension Header-el oldható meg
- **Authentication Header**
  - Garantálja, hogy a ...
    - vett csomag hiteles
    - nem változtatták meg az út során
    - megadott küldőtől érkezett
- **Destination Option Header**
  - A cél opció a cél számára tartalmaz IP opciókat

# Áttérés az IPv6-ra

---

- IP-re épülő hálózati szolgáltatások, útválasztó protokollok
  - RIPv6(ng), OSPFv6 (v3), BGPv6
- IP-re épülő hálózati és szállítási protokollok
  - TCPv6, UDPv6, RSVPv6
- Alkalmazások
  - Minden alkalmazás, mely közvetlenül használta az IPv4-es címeket, nem független az alatta lévő rétegektől, így az IPv6 támogatást implementálni kell
- Fokozatos áttérés
  - Nincs „D-day”
- Elvárások az áttérést illetően
  - Ne legyenek áttérési függőségek
    - egy-egy csomópont áttérése függetlenül történhet
    - legfontosabb szempont a visszafelé kompatibilitás
  - A végfelhasználó számára minél egyszerűbb legyen
  - Az áttérési technikák egymástól függetlenül legyenek alkalmazhatóak
    - legalább a tartományok szintjén