

Hálózati Technológiák és Alkalmazások

Vida Rolland
BME TMIT

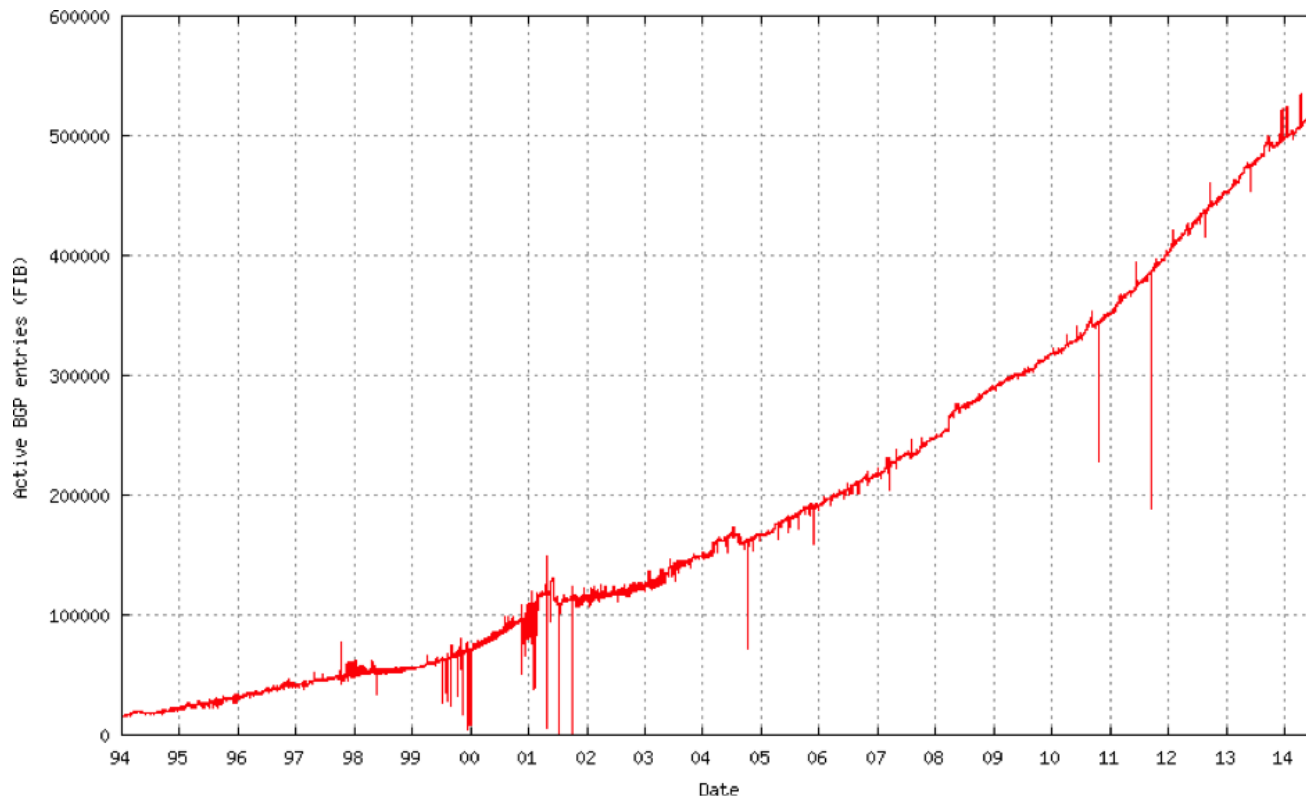
2016. november 18.



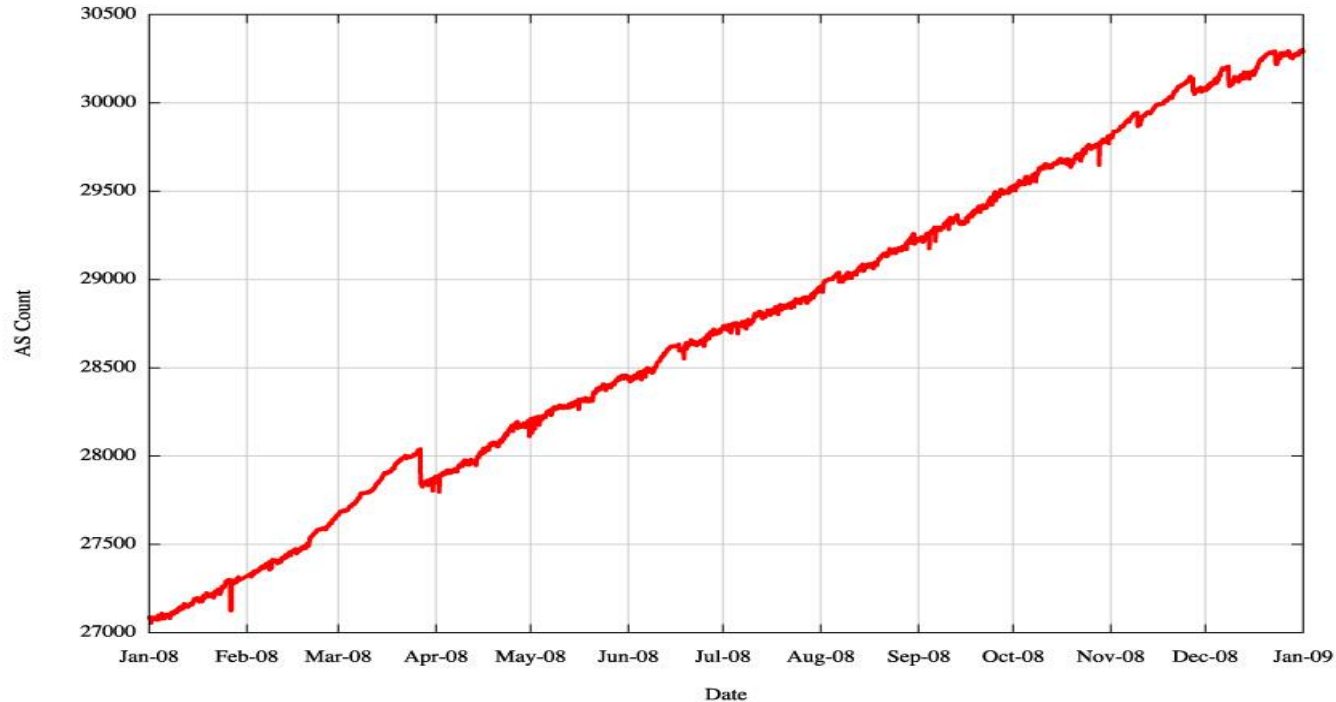
Miért IPv6?

- 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 címezési 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 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

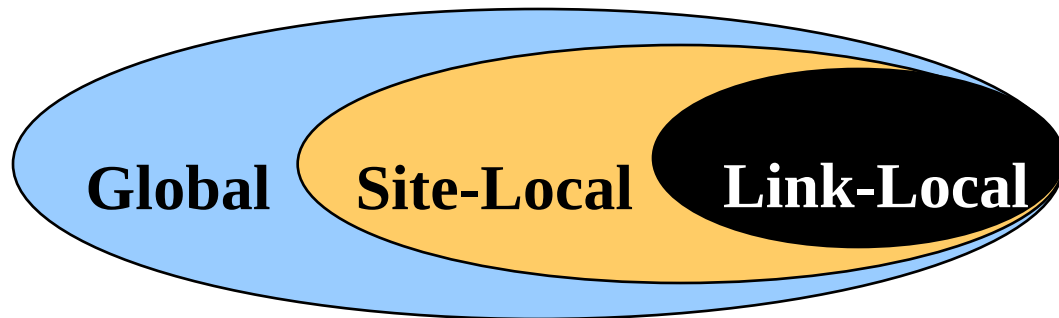
- 128 bit = 16 byte = 32 x 4bit hexadecimális írásmóddal
FECD:BA98:0000:0000:00CD:BA98:0000:3200
- A kezdő nullák elhagyhatóak
FECD:BA98:0000:0000:00CD:BA98:0000:3200 helyett
FECD:BA98:0:0:CD:BA98:0:3200
- A sorozatos nullák kihagyhatóak
FECD:BA98::CD:BA98:0:3200
- Hálózati prefix jelölés a CIDR-ben 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

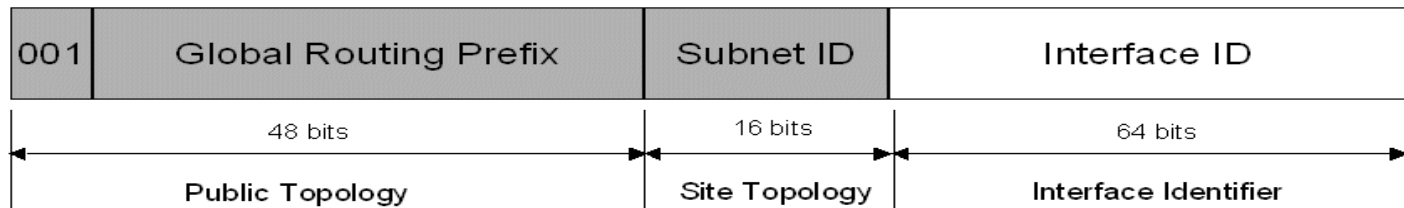
Unicast címek

- **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)
 - Újracímézhethetjük 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

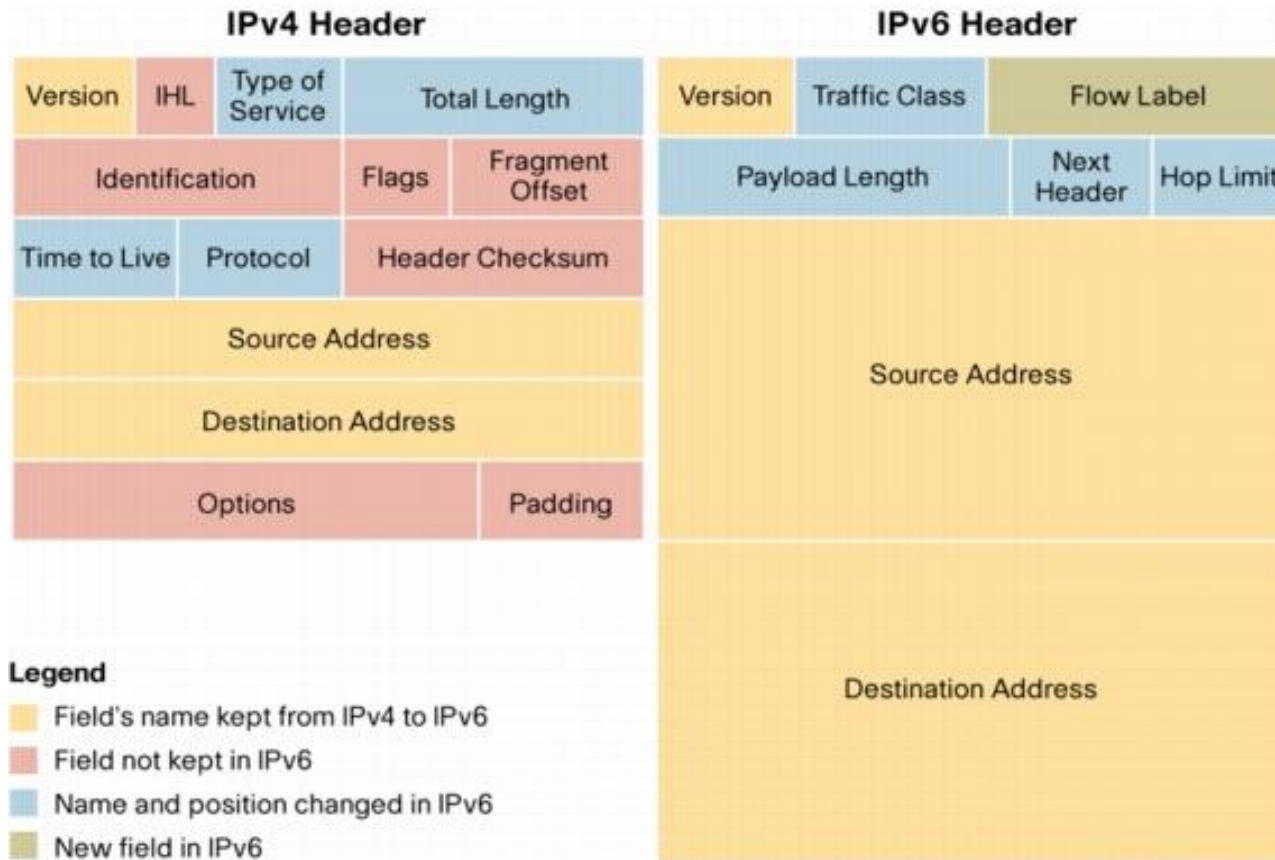
0:0:0:0:0:FFFF:192.0.3.128

::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



IPv6 alap fejléc

- **Version** – verzió (4 bit)
 - IP verziószáma
- **Class** - prioritás osztály (8 bit)
 - csomag prioritását definiálja
 - ToS (Type of Service) mező az IPv4-ben
- **Payload Length** (16 bit)
 - hasznos információ hossza, byte-ban

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

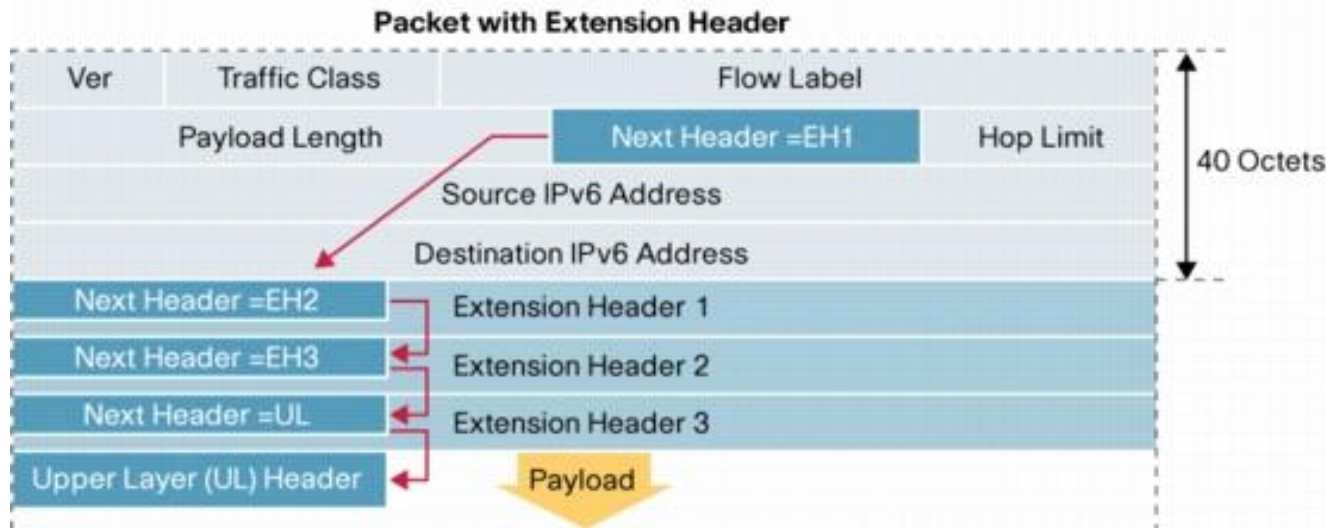
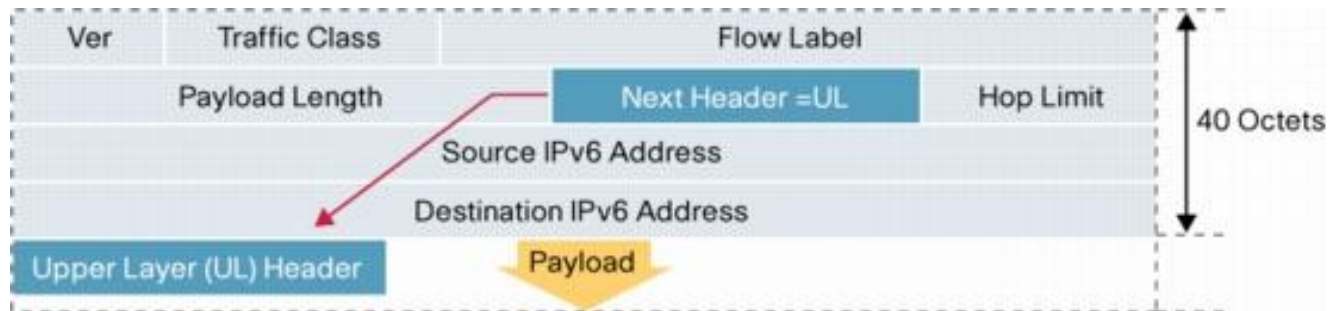
- **Next-Header** - következő fejléc (8 bit)
 - azonosítja az alap IP fejlécet közvetlenül követő fejlécet
 - Ez lehet kiegészítő fejléc vagy egy felső rétegbeli protokoll
- **Hop Limit** - ugrás szám (8 bit)
 - Megadja, hogy a csomag milyen messzire utazik
 - megegyezik az IPv4 Time To Live (TTL) mezőjével
- **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 fejléct 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 fejléct 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

- Fejléc sorrend
 - Fontos: kiegészítő fejlécek sorrendje az ajánlott sorrendben
 - egyszerűsödik az útvonalválasztók számára a csomag feldolgozása
 - legtöbb esetben az útvonalválasztók csak a hop-by-hop opciót és az útvonalválasztó fejlécet 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.

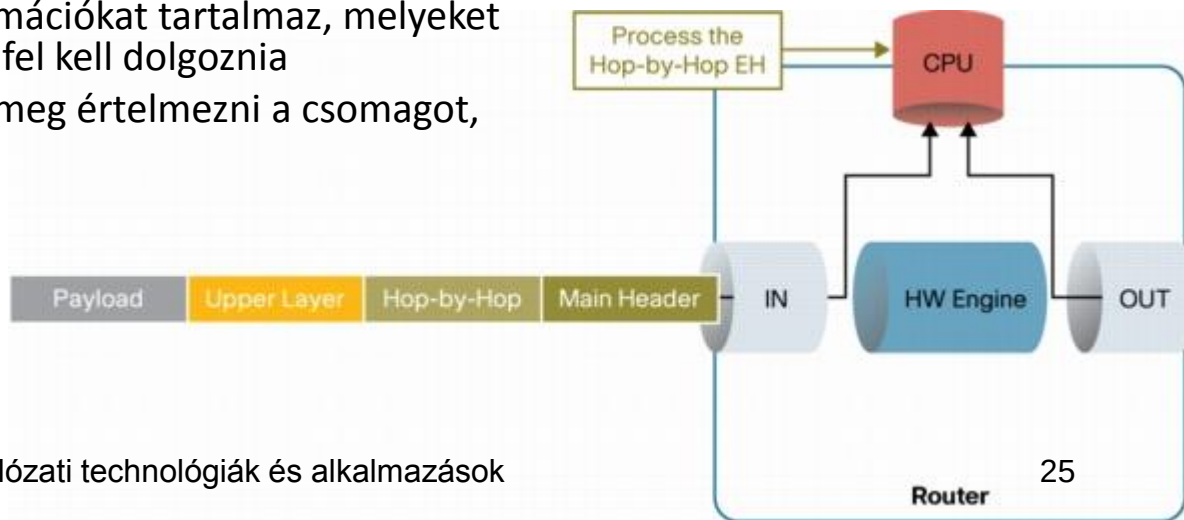
IPv6 kiegészítő fejlécek

- 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

- **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 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

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
 - 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

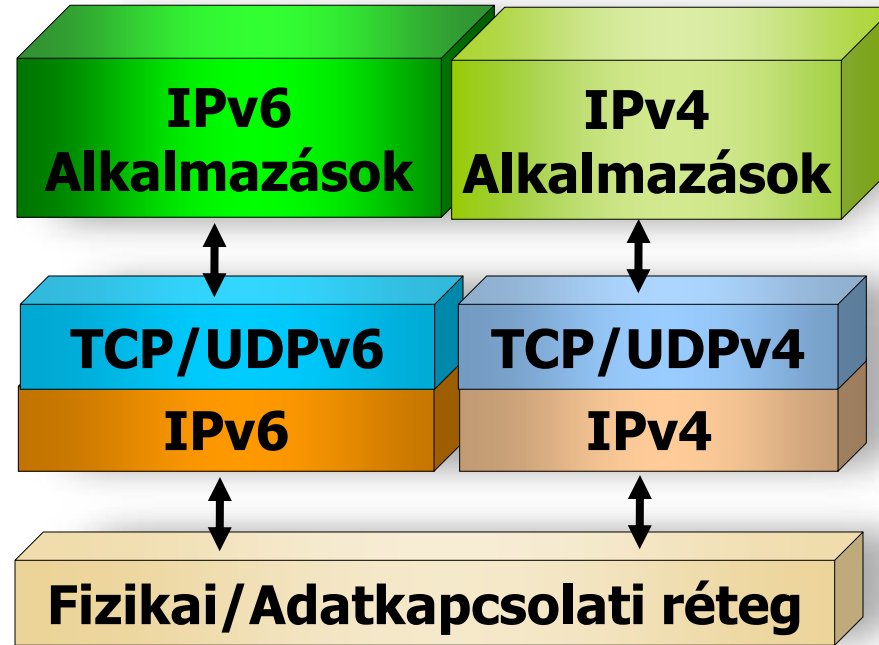
Áttérési megoldások

- **Dual Stack** (dupla protokoll verem)
 - IPv4/IPv6 egyszerre ugyanazon az eszközön
- **Alagutak**
 - Kezdetben, IPv6 csomagok alagutazása IPv4 felhőkben
 - Később IPv4 csomagok alagutazása IPv6 felhőkben
- **Protokoll fordítás**
 - Protokoll információkat hordozó fejlécből másik protokoll fejléc létrehozása fordítási szabályok alkalmazásával
 - IPv6 <-> IPv4

Dupla protokoll verem

- Az IPv6 felé tett első lépés olyan rendszerek telepítése, melyek támogatják az IPv6-ot.
 - ezek a rendszerek a kettős stack stratégián alapulnak, amely az IPv4 és IPv6 használatát is támogatja.
- Ezek a rendszerek
 - IPv6-ot használnak más IPv6 rendszerekkel való kommunikációra
 - képesek visszalépni IPv4 módba régi rendszerekkel való párbeszédhez

Dual Stack



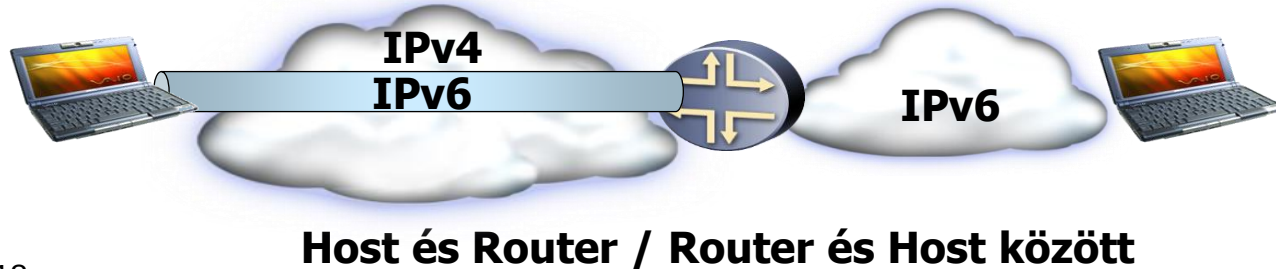
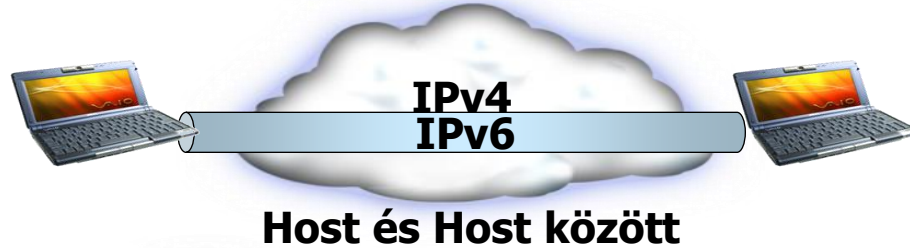
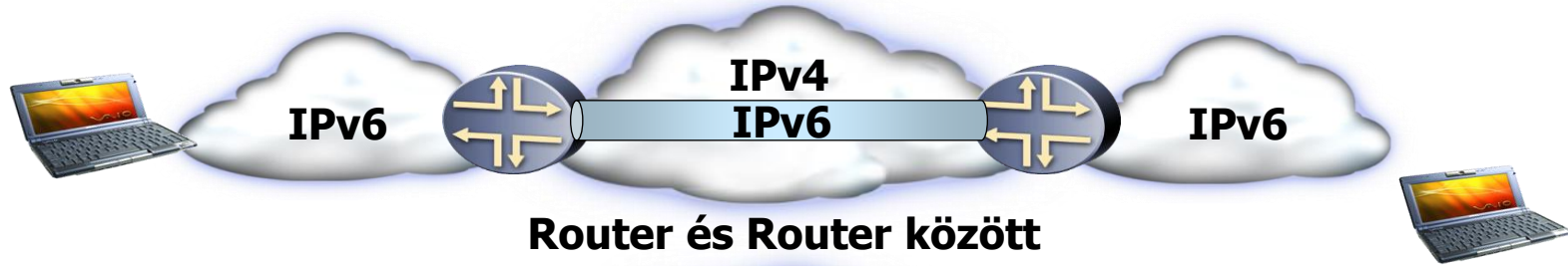
Dupla protokoll verem

- Alkalmazásának előnyei
 - egyszerű installálni, konfigurálni, karbantartani
 - az IPv6 teljes funkcionalitása kihasználható
 - bármely két csomópont tud egymással kommunikálni csak IPv4, vagy csak IPv6-os csomagokkal
 - átlátszó, az áttérés a felhasználók számára észrevétlenül történhet
- Alkalmazásának hátrányai
 - nem skálázható: minden csomópontnak kell rendelkeznie IPv4-es és IPv6-os címmel is, az IPv4-es címtartomány korlátozza a megoldás elterjedését
 - a hálózati útválasztókban megnövekszik az útválasztási tábla mérete
 - nem flexibilis: nincs kommunikációs lehetőség a csak IPv4-es és a csak IPv6-os csomópontok között

Alagutazás

- IPv6 csomag egy IPv4 csomagba foglalva
- Az alagút végpontjai végzik a becsomagolást
- A folyamat „transzparens” a közbeeső csomópontoknak
- **Konfigurált alagutak**
 - Az alagút végpontjait explicit módon konfigurálják
 - A végpontok dual stack csomópontok
- **Automatikus alagutak**
 - Az alagút végpontjait a hálózat automatikusan felfedezi
 - **Alagút ügynökök** (Tunnel Brokers) (RFC3053)
 - **6to4** (RFC3056)
 - **ISATAP** (Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol)
 - **6over4** (RFC2529)
 - **Teredo**: IPv4 NAT-on keresztüli alagutak

Alagutazás

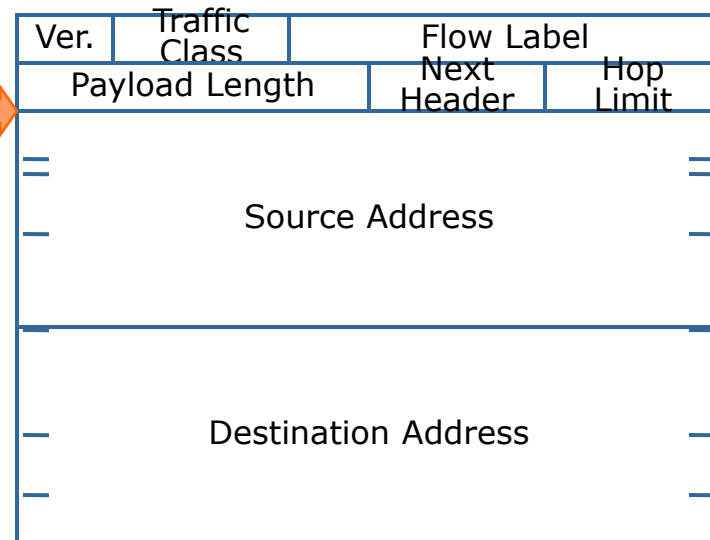
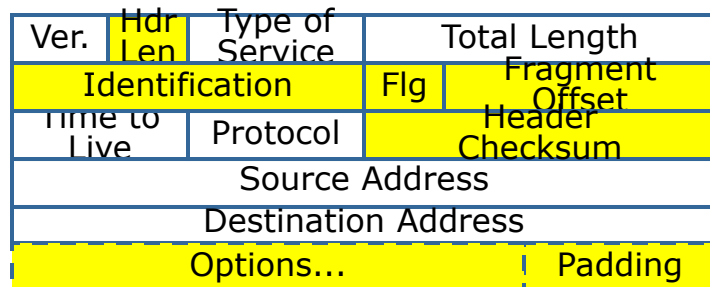


Fordítók

- Hálózati szintű fordítók
 - SITT (Stateless IP/ICMP Translator Algorithms) (RFC2765)
 - NAT-PT (Network Address Translator-Protocol Translator) (RFC2766)
 - BIS (Bump int the Stack) (RFC2767)
- Átviteli szintű fordítók
 - TRT (Transport Relay Translator) (RFC3142)
- Alkalmazási szintű fordítók
 - BIA (Bump in the API) (RFC3338)
 - SOCKS64 (RFC3089)
 - ALG (Application Level Gateway)

Hálózati szintű fordítók

- Az IPv4 és IPv6 csomagok protokoll üzeneteit fordítják egymásba
 - Elsősorban a fejléceket



Archipelago August 2010

